



Hungary-Slovakia-Romania-Ukraine
ENPI Cross-border Cooperation Programme

SK

UA

Partnerstvo bez hraníc Партнерство без кордонів

**Manažment lesa a hrozba vzniku povodní
na slovenskej a ukrajinskej strane
povodia rieky Bodrog**

**Ведення лісового господарства та небезпека
виникнення паводків на словацькій
та українській територіях басейну ріки Бодрог**



Ivan Barka – Yuriy Derbal

EDITORI

MANAŽMENT LESA A HROZBA VZNIKU POVODNÍ
NA SLOVENSKEJ A UKRAJINSKEJ STRANE POVODIA RIEKY BODROG



Іван Барка – Дербаль Юрій

РЕДАКТОРИ

ВЕДЕННЯ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА ТА НЕБЕЗПЕКА ВИНИКНЕННЯ ПАВОДКІВ
НА СЛОВАЦЬКІЙ ТА УКРАЇНСЬКІЙ ТЕРИТОРІЯХ БАСЕЙНУ РІКИ БОДРОГ

2015

Publikácia bola vydaná v rámci projektu HYDROFOR: Systémy optimálneho lesného manažmentu pre zlepšenie hydrických funkcií lesa v predchádzaní povodniám v povodí rieky Bodrog



Program cezhraničnej spolupráce ENPI
Maďarsko-Slovensko-Rumunsko-Ukrajina

Partnerstvo bez hraníc

Program je spolufinancovaný
z prostriedkov Európskej únie



Видання було випущено в рамках проекту HYDROFOR: системи оптимального ведення лісового господарства, спрямовані на посилення гідрологічної ролі лісів у попередженні паводків у басейні річки Бодрог



Програма прикордонного співробітництва ЄСП
Угорщина-Словаччина-Румунія-Україна

Партнерство без кордонів

Програма фінансована з
фондів Європейського Союзу



I. Barka • T. Bucha • T. Hlásny • A. Kičura • D. Kočický • V. Koržov • M. Kovalčík •
M. Mareta • V. Parpan • T. Parpan • R. Petráš • M. Schwarz • Z. Sitková • K. Sujová

Manažment lesa a hrozba vzniku povodní na slovenskej a ukrajinskej strane povodia rieky Bodrog

І. Барка • Т. Буха • Т. Гласний • А. Кічура • Д. Кочицький • В. Коржов • М. Ковалчик •
М. Маретта • В. Парпан • Т. Парпан • Р. Петраш • М. Шварц • З. Сіткова • К. Суйова

Ведення лісового господарства та небезпека виникнення паводків на словацькій та українській територіях басейну ріки Бодрог



Recenzenti: doc. RNDr. Vladimír Faltán, PhD., RNDr. Dušan Senko, PhD.,
Ing. Matej Schwarz (kapitola 4)
Vydavateľ: Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen 2015
Grafická úprava: L. Frič
Autor fotografií: V. Čaboun
Počet strán: 237
Náklad: 200 kusov
Rukopis neprešiel jazykovou úpravou. Za obsah zodpovedajú autori.

Рецензенти: doc. RNDr. Vladimír Faltán, PhD., RNDr. Dušan Senko, PhD.,
Ing. Matej Schwarz (розділ 4)
Видавництво: Лісовий науково-дослідний інститут, Національний лісовий центр
м. Зволен, Словаччина 2015
Графічний дизайн: Л. Фрич
Фотографії: В. Чабун
Сторінки: 237
Тираж: 200 штук
Рукопис не пройшов мовної коректури. Автори несуть відповідальність за його зміст.

ISBN 978-80-8093-211-4

OBSAH / ЗМІСТ

Predhovor

[I. Barka]6

Вступ

[I. Барка]7

1. Prírodné pomery povodia Bodrogu a ich zmeny s ohľadom na hrozbu vzniku povodní

[I. Barka, T. Bucha] 12

Природні умови річки Бодрог та їх зміни з урахуванням паводкової загрози

[I. Барка, Т. Буха] 13

2. Manažment lesa v slovenskej časti povodia Bodrogu

[R. Petráš] 46

Менеджмент лісу в словацькій частині басейну річки Бодрог

[Р. Петраш] 47

3. Manažment lesa v ukrajinskej časti povodia Bodrogu

[V. Parpan, T. Parpan, A. Kičura, V. Koržov] 70

Менеджмент лісу в українській частині басейну річки Бодрог

[В. Парпан, Т. Парпан, А. Кічура, В. Коржов] 71

4. Vplyv odlesnenia na vodnú bilanciu povodia: prístup na báze hydrologického modelovania

[T. Hlásny, M. Mareta, Z. Sitková, D. Kočícký, I. Barka] 102

Наслідки знеліснення на водний баланс водозбору: підхід на основі гідрологічного моделювання

[Т. Гласний, М. Маретта, З. Сіткова, Д. Кочицький, І. Барка] 103

5. Ekonomický kontext hydrických funkcií v lesnom hospodárstve

[M. Kovalčík, M. Schwarz, K. Sujová] 146

Економічний контекст гідрологічних функцій у веденні лісового господарства

[М. Ковалчик, М. Шварц, К. Суйова] 147

Súhrn

[I. Barka] 212

Резюме

[I. Барка] 213

Summary

[I. Barka] 220

Literatúra / Література 225

PREDHOVOR

Dvojazyčná slovensko-ukrajinská publikácia v piatich kapitolách prezentuje výsledky výskumu zameraného na vzťah medzi lesom a mierou povodňovej hrozby v povodí rieky Bodrog, na oboch stranách slovensko-ukrajinskej hranice. Vzhľadom na zložitosť témy nie je ambíciou publikácie podať vyčerpávajúci rozbor problematiky, snaží sa však prispieť vedeckými poznatkami k diskusii o jej rôznych aspektoch. Význam publikácie s touto tematikou napokon vyplýva aj z frekvencie výskytu povodní v tomto prevažne zalesnenom území, ktorá je najmä za posledných 20 rokov nezvyčajne vysoká.

Bodrog je riekou, ktorá má kulminačné vodné stavy až 7 m nad minimálnou úrovňou vodnej hladiny. Povodie Bodrogu patrí z hľadiska povodní medzi najviac ohrozené územia v strednej Európe. Dôvodom sú predovšetkým prírodné pomery oblasti, najmä priepustnosť pôd a vysoký podiel tzv. flyšového pásma (súvrstvi pieskvcov a šilvcov) z plochy povodia. Okrem týchto dvoch hlavných faktorov prispievajú k vysokej frekvencii povodní aj ďalšie – vysoké úhrny zrážok či rýchle topenie sa snehu vo Východných Karpatoch, hustota a usporiadanie riečnej siete, a v neposlednom rade tiež činnosť človeka. Ten nie vždy obhospodaruje krajinu s ohľadom na prírodné hrozby, čo ešte viac zvyšuje náchylnosť územia na vznik povodní.

V posledných desaťročiach sa bohužiaľ tento povodňový potenciál prejavil tak lokálnymi, ako aj regionálnymi povodňami veľkého rozsahu. Rozsiahlejšie povodne sú známe z rokov 1974, 1979, 1980, 1998, 1999, 2000, 2001, 2004, 2006 a 2010.

Uvedená situácia, i význam a dôležitosť lesov v povodí pri vodnom režime krajiny, viedli k príprave a implementácii spoločného slovensko-ukrajinského projektu „HYDROFOR: Systémy optimálneho lesného manažmentu pre zlepšenie hydrických funkcií lesa v predchádzaní povodniám v povodí rieky Bodrog“ (<http://www.nlcsk.sk/hydrofor>). Hlavný koordinátor projektu, mimovládna organizácia FORZA – Agentúra pre trvalo udržateľný rozvoj karpatskej oblasti so sídlom v Užhorode, sa venuje vzdelávaniu odbornej verejnosti a medzinárodným projektom v oblasti lesníctva a ochrany pred povodňami. Projekt na slovenskej strane implementoval Lesnícky výskumný ústav vo Zvolene, ktorý je vedecko-výskumnou zložkou Národného lesníckeho centra (www.nlcsk.org). Partnerskou lesníckou výskumnou organizáciou, ktorá zastrešovala odbornú stránku na ukrajinskej strane, je Ukrajinský výskumný ústav horských lesov v Ivano-Frankovsku. Ústav má dlhoročné skúsenosti s vedeckým výskumom a aplikáciou získaných poznatkov v lesnom hospodárení v ukrajinských Karpatoch. Projekt Hydrofor bol riešený v rokoch 2013 až 2015 v rámci cezhraničnej spolupráce ENPI (<http://www.huskroua-cbc.net>).

ВСТУП

Двомовна словацько-українська праця у п'яти розділах представляє результати дослідження, присвяченого взаємовідношенням між лісом та ступенем паводкової загрози в басейні річки Бодрог по обидва боки словацько-українського кордону. З огляду на складність теми метою публікації є не вичерпний аналіз проблеми, а спроба на підставі наукових знань долучитися до дискусії про різні аспекти вказаної проблематики. Актуальність цієї роботи випливає зрештою з частоти паводків, яка на цій переважно залісненій території в останні 20 років є надзвичайно високою.

Бодрог – це річка, яка має кульмінаційний рівень води аж 7 м над мінімальним рівнем води. Її басейн з точки зору паводків належить до найбільш вразливих територій Центральної Європи. Причина полягає передусім у природних умовах регіону, зокрема у водопроникності ґрунтів і високій частці так званих флішових зон (поєднання верств піщаників і глин) у загальній території басейну. Крім цих головних факторів, до чинників частих паводків належать також інші – значні обсяги опадів та швидке танення снігу у Східних Карпатах, густота і розташування мережі річок і, не в останню чергу, діяльність людей, які не завжди ведуть господарювання в регіоні з урахуванням можливих природних небезпек, а це ще більше підвищує загрозу виникнення паводків на цій території.

За останні десятиліття, на жаль, цей паводковий потенціал проявився як локальними, так і регіональними паводками великих розмірів. Наймасштабніші паводки проходили у 1974, 1979, 1980, 1998, 1999, 2000, 2001, 2004, 2006 та 2010 роках.

Наведена ситуація, а також значення і важливість лісів басейну в плані водного режиму місцевості стали поштовхом до підготовки та виконання спільного словацько-українського проекту «HYDROFOR: Системи оптимального ведення лісового господарства, спрямовані на посилення гідрологічної ролі лісів у попередженні паводків у басейні річки Бодрог» (<http://www.nlcsk.sk/hydrofor>). Головний координатор проекту, неурядова організація Агентство сприяння сталому розвитку Карпатського регіону ФОРЗА (м. Ужгород, www.forza.org.ua), займається підвищенням знань спеціалістів і міжнародними проектами в галузі лісівництва та протипаводкового захисту. Даний проект з словацького боку виконував Лісовий дослідний інститут (м. Зволен), що входить в науково-дослідну структуру Національного лісового центру (www.nlcsk.org). Партнерською дослідною організацією, яка фахово забезпечувала реалізацію проекту з українського боку, виступав Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва (м. Івано-Франківськ, <http://www.ukrimf.org.ua>). Інститут має багаторічний досвід

Prvá kapitola monografie sa zameriava na analýzu prírodných pomerov záujmového územia s ohľadom na potenciál vzniku povodní. Z prírodných faktorov sú analyzované najmä geologické podložie, reliéf, klimatické a hydrologické pomery a taktiež pôdy. Dôraz je kladený na zmeny, ku ktorým dochádzalo v lesnej pokrývke v období 1990 – 2013, ako aj na hodnotenie povodňovej hrozby územia na základe dostupných údajov a posúdenie vplyvu zistených zmien lesnej pokrývky na mieru povodňovej hrozby.

Druhá kapitola sa venuje manažmentu lesa v slovenskej časti povodia. Založená je na rozbere porastových údajov z databázy platných hospodárskych plánov pre lesné hospodárske celky. Analyzuje kategorizáciu porastov, technologické podmienky ich obhospodarovania a napokon štruktúru porastov a hospodárskych opatrení. Rovnakú štruktúru, avšak so zameraním na manažment lesov na ukrajinskej strane, má tretia kapitola monografie.

Štvrtá kapitola prispieva k diskusii o význame vplyvu lesa na hydrológiu povodí, nakoľko existuje značný nesúlad medzi očakávaniami verejnosti a skutočne možným vplyvom lesov na povodne. Prezentuje výskum vplyvu lesa na vodnú bilanciu dvoch vysoko zalesnených povodí na Slovensku a Ukrajine. Zároveň testuje využiteľnosť novo vyvinutého hydrologického modelu ISSOP (Integrovaný systém pre simuláciu odtokových procesov) pri hodnotení vplyvu zmeny krajiny štruktúry na hydrológiu povodia, čiže prvkov hydrologickej bilancie. Testuje vplyv úplného odlesnenia povodí a napriek tomu, že takýto vývoj je v strednej Európe nerealistický, experiment demonštruje hraničný scenár ako príklad pre obdobie po rozsiahlych kalamiťách. Experiment zároveň identifikuje maximálny možný hydrologický efekt, ktorý les v modelovom území môže mať a vytvára tak východiská pre hodnotenie vodoregulačnej funkcie lesa.

Piata kapitola sa venuje ekonomickým aspektom manažmentových opatrení pre zlepšenie hydrických funkcií lesov. Manažmentové opatrenia hodnotí z hľadiska 3 rôznych cieľov: zvýšenia výdatnosti vodných zdrojov, ochrany pred povodňami a udržania súčasných prietokových pomerov. Samostatne rozoberá ekonomické aspekty a dopady potrebných opatrení, ako aj kompenzačné mechanizmy pre podporu manažmentových opatrení pre zlepšenie hydrických funkcií lesov. Finančné mechanizmy používané pre kompenzáciu hodnotí z hľadiska ich silných a slabých stránok.

Prezentované výsledky reagujú na narastajúci záujem o multifunkčný manažment lesov s ohľadom na ich hydrické funkcie. Využitie môžu nájsť pri hodnotení povodňového potenciálu, analýzach príčin súčasného stavu a návrhu protiopatrení, ako aj v komplexných systémoch na podporu rozhodovania a prispieť tak k riešeniu konfliktov medzi záujmami na poskytovanie rôznych ekosystémových služieb lesných porastov.

виконання науково-дослідних робіт та застосування отриманих знань в лісовому господарстві Українських Карпатах. Проект «HYDROFOR» виконувався у 2013 – 2015 рр. у рамках транскордонного співробітництва ENPI (<http://www.huskroua-cbc.net>).

Перший розділ монографії присвячено аналізу природних умов досліджуваної території з урахуванням потенціалу виникнення паводків. З природних чинників аналізуються передусім геологічна основа, рельєф, кліматичні та гідрологічні умови, а також ґрунти. Головна увага приділяється змінам, які відбувалися в лісовому покриві упродовж 1990 – 2013 років, оцінці паводкової небезпеки для даної території на базі доступних даних, а також впливу встановлених змін лісового покриву на ступінь загрози виникнення паводку.

У другому розділі розглядається менеджмент лісів у словацькій частині басейну. У ньому аналізуються відомості про насадження з бази даних чинних лісогосподарських планів для окремих лісових господарств. Подаються категоризація насаджень, технологічні умови ведення лісового господарства, а також структура деревостанів та застосовуваних господарських заходів. Подібну структуру, однак присвячену менеджменту лісів на українській стороні, має третій розділ монографії.

Четвертим розділом монографія долучається до дискусії про значення впливу лісів на гідрологію басейнів, оскільки існують значні розбіжності між очікуваннями громадськості та дійсно можливим впливом лісів на паводки. Ця частина презентує дослідження впливу лісів на водний баланс двох густо заліснених басейнів у Словаччині та Україні. Водночас подана інформація про тестування потенційного використання новоствореної гідрологічної моделі ISSOP (Інтегрована система симулювання процесів стоку) при оцінці впливу зміни структури ландшафту на гідрологію басейну, тобто на елементи гідрологічного балансу. Моделюється вплив повного знеліснення басейнів. І хоча такий розвиток ситуації в Центральній Європі нереалістичний, експеримент демонструє крайній сценарій як приклад періоду після масштабного стихійного лиха. Водночас експеримент ідентифікує максимально можливий гідрологічний ефект, який може мати ліс на модельованій території і таким способом створює основу для оцінки водорегуляційної функції лісів.

П'ятим розділ присвячено економічним аспектам заходів менеджменту для посилення гідрологічних функцій лісів. Ці заходи оцінюються з точки зору трьох різних цілей: підвищення дебету водних ресурсів, протипаводкового захисту та утримання існуючого стану витрат води. Окремо розглядаються економічні аспекти і наслідки необхідних заходів, а також компенсаційні механізми підтримки дій менеджменту з метою посилення

Úprimné poďakovanie patrí celému autorskému kolektívu za vynaložené úsilie, recenzentom za starostlivé posúdenie práce a všetkým spolupracovníkom za pomoc s implementáciou projektu Hydrofor. Vďaka patrí taktiež lesným hospodárom a správcom lesa na slovenskej i ukrajinskej strane, ktorí prispeli k úspešnej implementácii projektu a dosiahnutiu výsledkov prezentovaných v predloženej publikácii.

Editori

гідрологічних функцій лісів. Фінансові механізми, що використовуються для компенсації, оцінюються з погляду їх сильних і слабких сторін.

Представлені результати є в певній мірі відповіддю на зростаючий інтерес до багатофункціонального ведення лісового господарства з урахуванням гідрологічних функцій лісів. Вони можуть бути використані при оцінці паводкового потенціалу, аналізі причин сучасного стану та підготовці протипаводкових рекомендацій, а також у комплексних системах на підтримку прийняття рішень. Можуть бути долучені таким чином до вирішення конфлікту інтересів при наданні лісовими насадженнями різних екосистемних послуг.

Щиру подяку висловлюємо усьому авторському колективу за докладені зусилля, рецензентам – за професійну оцінку праці, а всім колегам – за допомогу у виконанні проекту «HYDROFOR». Дякуємо також працівникам лісового господарства та лісовпорядникам зі словацького та українського боку, які долучилися до успішної реалізації проекту і досягнення результатів, презентованих у представленій публікації.

Упорядники

1. PRÍRODNÉ POMERY POVODIA BODROGU A ICH ZMENY S OHĽADOM NA HROZBU VZNIKU POVODNÍ

Povodie Bodrogu je územím výrazne ohrozeným povodňami, a to najmä z dôvodu jeho prírodných pomerov. Rieka Bodrog vzniká sútokom Ondavy a Latorice, ktoré spolu so svojimi hlavnými prítokmi majú pramenné oblasti vo flyšovom pásme Karpát. Vysoká frekvencia povodní v tejto oblasti je zrejماً z rokov ich výskytu v posledných desaťročiach: 1974, 1979, 1980, 1998, 1999, 2000, 2001, 2004, 2006 a 2010. Hlavnými faktormi vzniku povodní sú tu vysoké úhrny zrážok vo Východných Karpatoch, malá priepustnosť pôd a vysoký podiel málo priepustných hornín (flyšových súvrství s prevahou ílovcov) z plochy povodia. Ďalšími faktormi bývajú rýchle topenie sa snehu, hustota a usporiadanie riečnej siete, ku ktorým prispieva tiež činnosť človeka vytváraním podmienok pre vznik urýchleného povrchového odtoku.

Cieľom kapitoly je analyzovať prírodné pomery záujmového územia s ohľadom na potenciál vzniku povodní. Dôraz je kladený na zmeny, ku ktorým dochádzalo v lesnej pokrývke v období 1990 – 2013, ako aj na hodnotenie povodňovej hrozby územia na základe dostupných údajov a posúdenie vplyvu zistených zmien na mieru povodňovej hrozby.

Pre určenie miery povodňovej hrozby má v stredoeurópskych podmienkach zásadný význam rozsah lesnej pokrývky v povodí (SULÍN 2006, 2011a, MINÁR et al. 2005). V minulých storočiach sa záujmové územie vyznačovalo značnou dynamikou zmien rozsahu a stavu lesnej pokrývky, s výrazným vplyvom na priebeh odtokových a erózných procesov (KOVALCHUK 2012).

Vzhľadom na ťažšiu dostupnosť údajov o lesných porastoch pre väčšie územia, resp. územia zasahujúce do viacerých štátov, je zvyčajne pre odvodnenie rozsahu lesnej pokrývky používaná analýza satelitných snímok. Z nej sú rôznymi metódami odvodzované masky lesa, prípadne jej ďalšie charakteristiky. Použitie metódy riadenej objektovo-orientovanej klasifikácie snímok Landsat v Karpatoch s pomocou vrstvy Corine predstavil KOZAK et al. (2007, 2008). Metódu využil na odvodnenie masky lesa, určenie tried priestorovej štruktúry lesa (jadrová zóna, okraj, izolovaný les, nesúvislý les) a zmien v rozšírení lesa.

Zmeny stavu lesa a hodnotenie nelegálnej ťažby v ukrajinských Karpatoch za roky 1988 – 2007 vyhodnotil KUEMMERLE et al. (2009). Problémom udržateľného lesného manažmentu v ukrajinských Karpatoch sa venoval KEETON et al. (2009, 2013). Odporúča najmä prístupy zlepšujúce hydrické funkcie lesov s ohľadom na charakter krajiny. Celokarpatský priestorový dosah má hodnotenie disturbancií lesov v práci GRIFFITHS (2013a). Mieru dis-

1. ПРИРОДНІ УМОВИ РІЧКИ БОДРОГ ТА ЇХ ЗМІНИ З УРАХУВАННЯМ ПАВОДКОВОЇ ЗАГРОЗИ

Басейн річки Бодрог – це територія, яка характеризується великою паводковою загрозою, зокрема, внаслідок природних умов. Бодрог виникає злиттям річок Ондави і Латориці, які разом зі своїми головними притоками мають площі витоку у флішовій зоні Карпат. Про високу частоту паводків у цій області свідчать роки їх появи в останні десятиліття: 1974, 1979, 1980, 1998, 1999, 2000, 2001, 2004, 2006 а 2010. Головними факторами виникнення паводків є велика кількість опадів у Східних Карпатах, низька водопроникність ґрунту і висока частка низькопроникних гірських порід (флішових верств з перевагою глинистих товщ) на території басейну. Іншими факторами бувають швидке танення снігу, густина та розташування річкової мережі, до яких додається також діяльність людей через створення умов для виникнення прискореного поверхневого стоку.

Метою цього розділу є аналіз природних умов досліджуваної території з урахуванням потенціалу виникнення паводків. Головна увага приділяється змінам, що відбувалися в лісовому покриві упродовж 1990 – 2013 років, оцінці паводкової небезпеки для даної території на базі доступних даних, а також впливу з'ясованих змін на ступінь загрози паводку.

Для встановлення ступеня паводкової загрози в центральноевропейських умовах має суттєве значення площа лісового покриву в басейні (SULÍN 2006, 2011a, MINÁR et al. 2005). У минулих століттях досліджувана територія характеризувалася значною динамікою змін площі і стану лісового покриву, зі значним впливом на перебіг процесів стоку та ерозії (KOVALCHUK 2012).

З урахуванням складнощів доступу до даних про лісові насадження на великих територіях або територіях, розміщених у рамках кількох держав, звичайно для обрахування лісового покриву використовується аналіз сателітних знімків. З нього різними методами виводяться маски лісу, а також інші його характеристики. Використання методу керованої об'єктно-орієнтованої класифікації знімків Landsat у Карпатах за допомогою шару інформації системи Corine представив KOZAK et al. (2007, 2008). Він використав цей метод для виведення маски лісу, визначення класів просторової структури лісу (ядрова зона, периферія, ізольований ліс, несучільний лісовий покрив) і зміни в розширенні площі лісу.

Зміни стану лісу і оцінка нелегальної заготівлі в Українських Карпатах за 1988 – 2007 роки була зроблена KUEMMERLE et al. (2009). Проблемою сталого ведення лісового господарства в Українських Карпатах займався KEETON et al. (2009, 2013). Він рекомендує, зокрема, підходи, що поліпшу-

turbancií vyhodnotil v rámci 5-ročných periód v období 1985 – 2010, pričom oblasť povodia Bodrogu hodnotil ako relatívne stabilnú.

Vzhľadom na celkovo vysokú mieru lesnatosti záujmového územia zohráva poľnohospodárska pôda a jej využitie pri vzniku povodní menšiu úlohu ako lesná pokrývka. Aj poľnohospodárstvo tu prechádzalo po r. 1990 viacerými zmenami. Opúšťanie poľnohospodárskej pôdy vytvára podmienky pre šírenie lesných drevín a nárast lesnej pokrývky. Z pohľadu opúšťania poľnohospodárskej pôdy sa zmenám využitia zeme na západnej Ukrajine (Lvovská, Ivano-Frankovská a Zakarpatská oblasť) venoval BAUMANN et al. (2011). Celkovo bolo opustenej až 30 % poľnohospodárskej pôdy, avšak napriek očakávaniam miera opúšťania bola nižšia v menej produktívnejších oblastiach, čiže v pohoriach. Naopak na rovinách a v podhorských pahorkatinách bola pôda opustená vo väčšej miere. V horských oblastiach v povodí Bodrogu bola miera opustenia len 5 – 10 %, v podhorských okresoch do 20 %. Zmenám karpatskej krajiny v súvislosti s poľnohospodárskou pôdou sa venoval aj GRIFITHS (2013b).

Vzhľadom na dostupnosť údajov o prírodnom prostredí sa prezentovaný výskum zamerl na hodnotenie povodňovej hrozby metódami menej náročnými na vstupné podklady (SOLÍN 2006). V súčasnosti využívané metódy sú súhrnne popísané v práci SOLÍN (2011b).

Metódy

Vzhľadom na veľkú rozlohu územia boli pri analýze prírodných pomerov, čiže jeho fyzickogeografickej (geoekologickej) charakteristike, využité kabinetné metódy výskumu. Údaje o geologickom podklade boli získané z geologických máp a publikácií, podobne údaje o ďalších zložkách krajinnej sféry. Údaje o morfometrických vlastnostiach reliéfu boli odvodené z digitálneho modelu reliéfu (EU-DEM 25). Spracovanie a analýzu priestorových dát uľahčilo vytvorenie geodatabázy, ktorej tvorba bola jedným z čiastkových cieľov projektu Hydrofor. Pre analýzu boli využívané geografické informačné systémy (GIS) a údaje DPZ boli spracované špecifickými softvérovými nástrojmi (ERDAS).

Zmeny lesnej (stromovej) pokrývky boli hodnotené zo satelitných snímok Landsat (USGS). Pre hodnotenie bola zvolená perióda 1990 – 2013, počas ktorej dochádzalo k významným zmenám v spoločenskom systéme oboch krajín,

ють гідрологічну функцію лісів з огляду на характер ландшафту. Загальнокарпатське значення має оцінка пошкодження лісів у праці GRIFFITHS (2013a). Він розглядає ступінь пошкоджень у рамках п'ятирічних циклів упродовж 1985 – 2010 років, причому територію басейну річки Бодрог характеризує як відносно стабільну.

Враховуючи загалом високу лісистість досліджуваної території, сільськогосподарська земля і її використання відіграють меншу роль при виникненні паводків, ніж лісовий покрив. Так само сільське господарство після 1990 р. пережило тут кілька змін. Зanedбаність сільськогосподарської землі створює умови для поширення лісових дерев і розширення лісового покриву. Змінам використання землі на Західній Україні (Львівська, Івано-Франківська і Закарпатська області) в контексті припинення обробітку сільськогосподарських земель присвятив увагу BAUMANN et al. (2011). Загалом перестали обробляти аж 30 % сільськогосподарських земель, однак всупереч очікуванням обсяги таких земель були нижчі в менш продуктивних зонах, тобто в горах. І навпаки, на рівнинах і в горбистих передгір'ях землі не використовуються в більшій мірі. В гірських місцевостях басейну річки Бодрог не обробляється лише 5 – 10 %, в передгірських районах – до 20 %. Зміни карпатського ландшафту у зв'язку з сільськогосподарською землею досліджував також GRIFFITHS (2013b).

Враховуючи доступність інформації про природне середовище, дане дослідження зосереджувалось на оцінці паводкової загрози на основі методів, які вимагають меншої кількості вихідних даних (SOLÍN 2006). Нині використані методи комплексно описані в праці SOLÍN (2011b).

Методи

Виходячи з великої площі досліджуваної території, при аналізі природних умов, тобто її фізико-географічній (геоекологічній) характеристиці використані камеральні методи досліджень. Дані про геологічну основу отримані з геологічних карт і публікацій, так само як дані про інші складові ландшафтної сфери. Дані про морфометричні властивості рельєфу виведені з цифрової моделі рельєфу (EU-DEM 25). Обробку та аналіз просторових даних полегшило створення бази даних, що було однією з часткових цілей проекту Hydrofor. Для аналізу були використані географічні інформаційні системи (GIS), а дані дистанційного зондування Землі оброблені специфічними інструментами програмного забезпечення (ERDAS).

Зміни у лісовому (деревному) покриві оцінювалися на основі сателітних знімків Landsat (USGS). Для оцінки було обрано період 1990 – 2013 років,

ktoré sa následne odrzkdilili aj vo využití zeme. Pre počiatkový aj koncový rok sledovaného obdobia boli zostavené kompozície satelitných snímok Landsat a ich riadenou klasifikáciou bola odvodená maska lesa. Tréningové plochy pre klasifikáciu boli zvolené s využitím databáz NLC Zvolen. V rámci postprocesingu boli z masiek lesa odstránené areály s rozlohou menšou ako 0,5 ha, ako aj areály ostatných heterogénnych tried využitia zeme (sídla, intenzívne využívaná poľnohospodárska pôda a pod.), chybné klasifikované ako les. Porovnaním výsledných masiek lesa na začiatku a konci sledovaného obdobia boli odvodené vrstvy prírastkov a úbytkov lesnej (stromovej) pokrývky. Percentuálne zmeny boli vyhodnotené pre čiastkové povodia väčších riek a pre malé povodia (povodia malých horských tokov) v rámci záujmového územia. Jednotlivé malé povodia boli klasifikové do tried lesnatosti, pričom za hranice intervalov boli zvolené hodnoty 35 % (relevantná z hľadiska vzniku intenzívnych erózných procesov), 50 % (z dôvodu použitej metodiky pre hodnotenie povodňovej hrozby) a 70 % (považovanej za optimálnu z hľadiska plnenia hydrických funkcií lesa v krajine).

Drevinové zloženie lesov v povodí Bodrogu bolo vyhodnotené pomocou riadenej klasifikácie kompozície satelitných snímok Landsat pre rok 2013. Z originálnych kanálov snímok Landsat boli metódou hlavných komponentov (PCA) odvodené tri hlavné komponenty (PC 1, PC 2 a PC 3), vhodné pre klasifikáciu druhového zloženia. Ďalšími vstupnými údajovými bázami boli databáza jednotiek priestorového rozdelenia lesa (JPRL) s charakteristikami porastov (NLC Zvolen) a digitálny model reliéfu – DEM (EU-DEM). Tréningové plochy pre získanie spektrálnych charakteristík jednotlivých drevín boli zvolené v porastoch s ich 100% zastúpením. Pomocou DEM, údajov o optimálnej, hornej a dolnej nadmorskej výške výskytu drevín (PAGAN, RANDUŠKA 1987 a 1988) a databázy JPRL boli odvodené aj pravdepodobnosti výskytu drevín v závislosti od nadmorskej výšky (priemerná výška, štandardná odchýlka). Pri samotnej riadenej klasifikácii snímok metódou maximálnej pravdepodobnosti boli jednotlivé pixely kompozície priradené drevinám s najväčšou zhodou v spektrálnych charakteristikách i nadmorskej výške. Správnosť klasifikácie pri 95 % intervale spoľahlivosti je 79,6 %, určená s presnosťou $\pm 5,96$. Vyhodnotenie správnosti klasifikácie sa vykonalo uplatnením klasifikačného kritéria späť na výberový súbor.

Pre hodnotenie veľkosti povodňovej hrozby v povodí Bodrogu bola zvolená metóda využitá v prácach SOLÍN (2006, 2011a). Záujmové územie bolo rozdelené na čiastkové povodia malých tokov. Pre slovenskú časť bola využitá vrstva malých povodí vektorizovaná na podklade topografických máp, ktorá je súčasťou produktu SVM 50 (ŠPAČEK, 1999). Pre ukrajinskú časť povodia boli malé povodia vyčlenené pomocou AT vyhľadávacieho algoritmu (KINNER et al. 2005, EHLSCHLAEGER 1989), implementovaného v module *r.watershed* geogra-

під час якого відбувалися значні зміни в суспільній системі обох країн, що згодом виразилося у використанні землі. Для першого й останнього років досліджуваного періоду складено композиції супутніх знімків Landsat і їх керованою класифікацією була виведена маска лісу. Пробні площі для класифікації обрані за допомогою бази даних НАЦ м. Зволена. У рамках наступної обробки з масок лісу відібрані ділянки площею до 0,5 га, а також ділянки інших гетерогенних класів землекористування (населені пункти, інтенсивно використана сільськогосподарська земля тощо), помилково класифіковані як ліс. На основі порівняння результативних масок лісу на початку і в кінці досліджуваного періоду виведено верстви збільшення і втрати площі лісового (деревного) покриву. Зміни площ у відсотках визначені для часткових басейнів більших річок і для малих водозборів (водозбори малих гірських водотоків) у рамках території вивчення. Окремі малі водозбори були поділені на класами лісистості, причому межею інтервалів обрано показники 35 % (що суттєво з точки зору виникнення інтенсивних ерозійних процесів), 50 % (з огляду використаної методики оцінки паводкової загрози) і 70 % (що вважається оптимальним для виконання гідрологічних функцій лісів у ландшафті).

Порідний склад лісів у басейні річки Бодрог оцінено за допомогою керованої класифікації композицій супутніх знімків Landsat за 2013 рік. З оригінальних каналів знімків Landsat методом головних компонентів (РСА) було виведено три головні компоненти (РС 1, РС 2 і РС 3), придатні для класифікації складу порід. Іншими вихідними базами даних служила база одиниць просторового поділу лісів (ОППЛ) з характеристиками насаджень (НАЦ м. Зволена) і цифрова модель рельєфу – DEM (EU-DEM). Пробні площі для отримання спектральних характеристик окремих порід було обрано в насадженнях з їх 100 % представленням. За допомогою DEM, даних про оптимальну, верхню і нижню висоту над рівнем моря місцезнаходження порід (PAGAN, RANDUŠKA 1987 і 1988) і бази даних ОППЛ встановлено імовірність появи порід дерев у залежності від висоти над рівнем моря (середня висота, стандартне відхилення). При безпосередній керованій класифікації знімків методом максимальної імовірності окремі пікселі композиції були присвоєні породам дерев з найбільшим узгодженням у спектральних характеристиках і висоті над рівнем моря. Правильність класифікації при 95 % інтервалу надійності – 79,6 %, встановлена з точністю $\pm 5,96$. Оцінка правильності класифікації виконувалася зворотньо із застосуванням класифікаційного критерія на вибірковий комплекс.

Для оцінки розмірів паводкової загрози в басейні річки Бодрог обрано метод, використаний в працях SOLÍN (2006, 2011a). Територію дослідження розділено на окремі водозбори малих водотоків. У словацькій частині вико-

fického informačného systému GRASS GIS (NETELER, MITÁŠOVÁ 2008). Ako podklad slúžil DEM (EU-DEM) s priestorovým rozlíšením 25 m. Kritériom pre vyčlenenie malého povodia bola jeho minimálna rozloha 50 ha (rozloha najmenšieho povodia vo vektorovej mape pre slovenskú časť), avšak priemerná veľkosť vyčlenených povodí je 2 169 ha, s maximom 16 072 ha a štandardnou odchýlkou 1 979 ha. Celkový počet malých povodí v celom hodnotenom území dosiahol 403. Malé povodia neboli vyčleňované v nížinnej časti záujmového územia, ktoré tvoria prevažne inundačné územia veľkých riek a čiastkové povodia tu prakticky nie je možné identifikovať. Každému malému povodiu boli priradené atribúty o lesnatosti, priepustnosti pôd a ďalších charakteristikách (priemerný sklon, nadmorské výšky), čím bola vytvorená základná databáza pre hodnotenie povodňovej hrozby. Pre údaje o lesnatosti bola využitá mapa lesnej pokrývky pre rok 2013, odvodená zo satelitných snímok Landsat. Priepustnosť pôdnej textúry bola určená pre slovenskú časť povodia v prípade lesných pôd z databáz NLC, nelesných pôd z Atlasu krajiny SR (CAMBEL, REHÁK 2002), pre ukrajinskú časť povodia bola odvodená z dostupných údajov o lesných pôdach vo vybraných povodiach a ďalších zdrojov, v prípade absencie dát bola expertne odvodená z údajov o geologickom podloží. Malé povodia boli začlenené do tried povodňovej hrozby postupom uvedeným v tab. 1.1.

Tab. 1.1 Zaradenie elementárnych povodí do tried povodňovej hrozby na základe lesnatosti a priepustnosti pôdnej textúry (podľa SOLÍN 2011).

Lesnatosť	0 – 50 %	0 – 50 %	51 – 100 %	51 – 100 %
Priepustnosť pôd	nízka	vysoká	nízka	vysoká
Povodňová hrozba	vysoká	stredná	stredná	nízka

Záujmové územie a jeho prírodné pomery

Záujmové územie (obr. 1.1) v predkladanej práci tvorí povodie Bodrogu od pramennej oblasti po sútok riek Ondava a Latorica. Rozloha takto vymedzeného územia je 10 755 km². Územím prechádzajú hranice Slovenska a Ukrajiny, ako aj Karpát a Panónskej nížiny. Slovenská časť tvorí 62,1 %, ukrajinská 37,9 %; v Panónskej panve leží 26,6 % územia, naproti tomu v Karpatoch 73,4 % a úze-

ристано групу малих водозборів, векторизованих на основі топографічних карт, що є частиною продукту SVM 50 (ŠPRAČEK, 1999). В українській частині басейну малі водозбори виділені за допомогою АТ пошукового алгоритму (KINNER et al. 2005, ENLSCHLAEGER 1989), використаного в модулі *r.watershed* географічної системи GRASS GIS (NETELER, MITÁŠOVÁ 2008). Базою послужив DEM (EU-DEM) з просторовим розрізненням 25 м. Критерієм для виділення малого водозбору була його площа мінімум 50 га (площа найменшого водозбору на векторній карті у словацькій частині), однак розмір виділених водозборів у середньому представляє 2 169 га, максимально – 16 072 га при стандартному відхиленні 1 979 га. Загальна кількість малих водозборів усієї досліджуваної території сягає показника 403. Малі водозбори не були виділені в низовинній частині території дослідження, яку утворюють переважно заплавні території великих рік, і окремі водозбори тут практично не можна ідентифікувати. До кожного малого водозбору приділено атрибуту щодо лісистості, водопроникності ґрунтів та інших характеристик (середній ухил, висота над рівнем моря), завдяки чому створена основна база даних для оцінки паводкової загрози. Для даних про лісистість було використано карту лісового покриву за 2013 рік, складену на підставі сателітних знімків Landsat. Водопроникність ґрунтової текстури для словацької частини басейну визначена щодо лісових ґрунтів з використанням бази даних НАЦ, нелісових ґрунтів – з Атласу ландшафту Словацької республіки (SAMBEK, RENÁK 2002). Для української частини басейну водопроникність встановлена на основі доступних даних про лісові ґрунти у визначених водозборах, а також з інших джерел. Уразі відсутності інформації вона була встановлена експертами з даних про геологічне підґрунтя. Малі водозбори були віднесені до класів паводкової загрози способом, наведеним у табл. 1.1.

Табл. 1.1 Включення елементарних водозборів у класи паводкової загрози на основі лісистості та водопроникності ґрунтової текстури (за SOLÍN 2011).

Лісистість	0 – 50 %	0 – 50 %	51 – 100 %	51 – 100 %
Водопроникність ґрунтів	низька	висока	низька	висока
Паводкова загроза	висока	середня	середня	низька

Територія дослідження та її природні умови

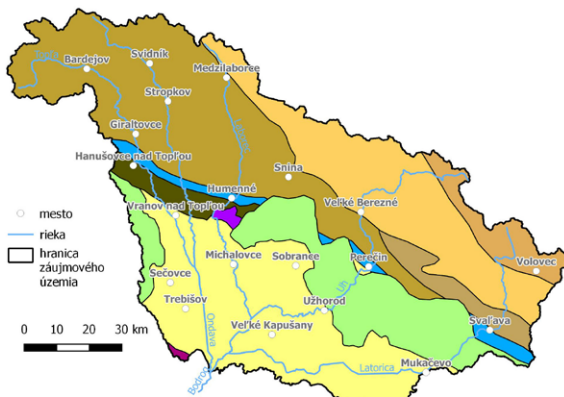
Територію дослідження (див. рис. 1.1) в представлений праці утворює басейн річки Бодрог від місця витоків до злиття річок Ондави і Латориці. Площа виділеної території – 10 755 км². Її пересікають кордони Словаччини та України, а також Карпат і Панонської низовини. Словацька частина складає 62,1 %, українська – 37,9 %; у Панонському басейні розташовано 26,6 %



Obr. 1.1 Poloha povodia Bodrogu v rámci strednej Európy

mie leží čiastočne v Západných (pohoria Čergov a Slanské vrchy), ale najmä vo Východných Karpatoch.

V karpatskej časti povodia Bodrogu sú hlavnými jednotkami, tvoriacimi geologický podklad, flyšové a sopečné pásmo (obr. 1.2). Flyšové pásmo je z tektonického hľadiska tvorené viacerými skupinami čiastkových príkrovov (ГНИЛКО 2011, ŚLĄCZKA et al. 2006, BIELY et al. 2002). V slovenskej časti úze-



Tektonická jednotka	Prevažujúce horniny
Sedimentárne panvy	fluválne a eolické sedimenty; íly, hliny, piesky, štrky, spraše
Vulkarity	andezity a ich tufy, pyroklastika
Duklianska jednotka	flyš: ílavec, ílvté bridlice, pieskovce
Krosnianska jednotka	
Magurská jednotka	íly: ílavec, ílvté bridlice, pieskovce; karbonátové zlepenec
Porkulecká jednotka	
Vnútrokarpatský paleoén	íly: ílavec, ílvté bridlice, pieskovce; karbonátové zlepenec
Bradlové pásmo	vápence, zlepenec, pieskovce, ílavec
Fatrickum	vápence, dolomity
Zemplínium	zlepenec, pieskovce, andezity a pyroklastika

Obr. 1.2 Geologická mapa – hlavné tektonické jednotky

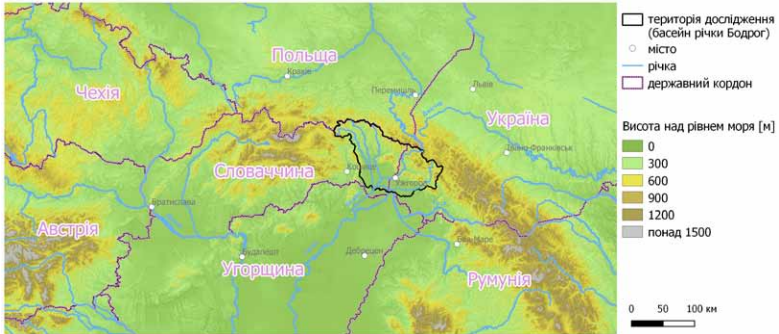


Рис. 1.1 Розташування басейну річки Бодрог у рамках Центральної Європи

території, в Карпатах 73,4 %. Гірська територія знаходиться частково в Західних (гірські пасма Чергов і Сланські гори), але переважно – у Східних Карпатах.

У карпатській частині басейну річки Бодрог головними одиницями, що утворюють геологічне підґрунтя, є флішова та вулканічна зони (рис. 1.2). Флішова зона з тектонічної точки зору утворюється кількома групами парці-

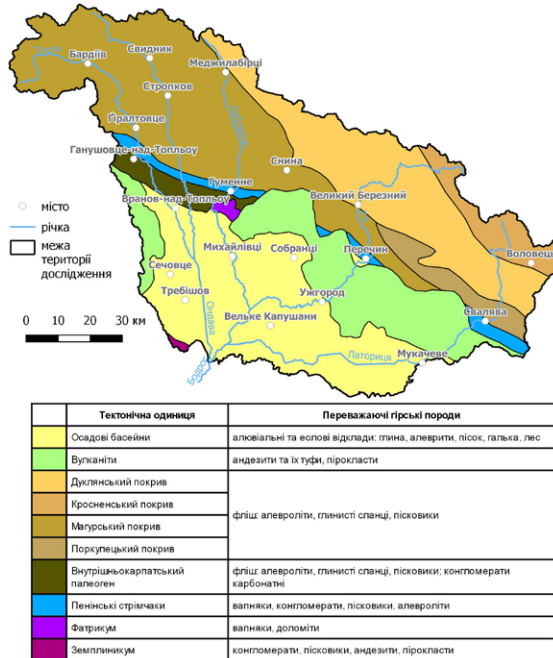


Рис. 1.2 Геологічна карта – основні тектонічні одиниці

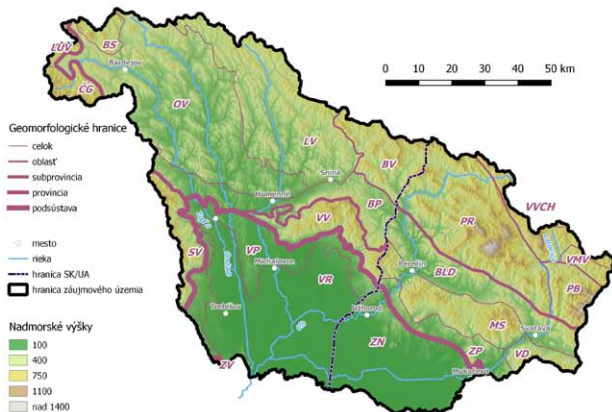
mia dominuje magurská skupina, smerom na severovýchod nadväzuje duklianska a oblasť rozvodného chrbta ukrajinských Karpát tvorí krosnianska skupina príkrovov. V ukrajinskej časti vystupuje tiež porkulecký (burkutský) príkrov. Najmä v magurskej a duklianskej skupine sa vyskytujú mohutné formácie prevažne pieskovcového flyšu (Čergov, Polonina Rivna a Boržava). Pre celé flyšové pásmo je charakteristické rytmické striedanie ílovcov a pieskovcov. Južne od flyšových príkrovov sa tiahne úzky pás bradlového pásma, vystupujúci po severnom obvode spod vulkanických pohorí, resp. vnútrokarpatského paleogénu. Bradlové pásmo je tvorené šošovkami vápencov, zavrásnených do vrstiev ílovcov a ďalších menej odolných hornín. Vnútrokarpatský paleogén má zloženie podobné flyšovému pásmu. Neogénne vulkanické horniny (najmä andezity a ich tufy) budujú pásmo pohorí po obvode Panónskej panvy: Slanské vrchy, Vihorlatské vrchy, masívy Popričného, Makovice, Dunavky a Bužory. Nížinnú časť vyplňajú neogénne sedimenty Panónskej panvy, ktoré sú však zväčša prekryté kvartérnymi nánosmi a na povrch vystupujú len v úzkom páse na styku Karpát a Panónskej panvy. Svahy pohorí sú zväčša pokryté kvartérnymi zvetralinami, najmä vo flyšovom pásmo sú na úpätiach hrubšie uloženiny kamenito-hlinitých sedimentov.

Z hľadiska geomorfologického členenia sa záujmové územie rozkladá v dvoch podsústavách – Karpaty a Panónska panva (obr. 1.3). Západný okraj územia zasahuje do Západných Karpát (Čergov a Slanské vrchy), prevažná časť však patrí k Vonkajším Východným Karpatom. Pohoria sopečného pásma (Vihorlatské vrchy, masívy Makovica – Siniak a Velikij Dil) je možné na základe členenia používaného na Slovensku zaradiť k Vnútrotným Východným Karpatom (MAZÚR, LUKNIŠ 1986), hoci na ukrajinskej strane členenie na Vnútrotné a Vonkajšie Karpaty nie je zaužívané (KOVALCHUK et al. 2012). Na úrovni geomorfologických celkov (jednotlivých pohorí) na seba členenia oboch štátov dobre nadväzujú, na vyššej úrovni geomorfologických oblastí sú však odlišnosti. Slovenské Bukovské vrchy plynule prechádzajú do pohoria Polonina Rivna, Beskydské predhorie do Berezne – Lipšanskej doliny, Vihorlatské vrchy do masívu Makovica – Siniak a oblasť Východoslovenskej nížiny do Zakarpatskej nížiny, kde však chýba samostatne odčlenený pahorkatinný celok. Na rozdiel od Slovenska, kde je Beskydské predhorie chápané ako súčasť oblasti Nízkych Beskyd (a tým flyšových Vonkajších Karpát), je Berezne – Lipšanská dolina na Ukrajine tradične považovaná za súčasť vulkanického pásma (KOVALCHUK et al. 2012), hoci v jej podloží sa vyskytujú prevažne sedimentárne horniny bradlového pásma, vnútrokarpatského paleogénu i vonkajšieho flyšu.

Nadmorské výšky Vonkajších Východných Karpát stúpajú od západu na východ z úrovne 500 – 600 m n. m. (Ondavská vrchovina) po vyše 1 500 m n. m. (Stij 1 681 m v Polonine Boržave). Ďalšie významné vrcholy sú vrch Polonina

альних покривів (Гнилко 2011, ŚLĄCZKA et al. 2006, VIELY et al. 2002). У словацькій частині домінує магурська група, у напрямку на північний схід вона поєднується з дуклянською, а зону вододільного хребта Українських Карпат складає кросненська група покривів. В українській частині також виступає Поркулецький (Буркутський) покрив. Зокрема, в магурській і дуклянській групі знаходяться могутні формації переважно пісковикового флішу (Чергов, Полонина Рівна і Боржава). Для усієї флішової зони характерне ритмічне чергування шарів глинистих порід та пісковиків. На південь від флішових покривів тягнеться вузька смуга стрімчаків, яка виступає по північному периметру з-під вулканічних гір, або внутрішньокарпатського палеогену. Смуга стрімчаків утворюється лінзами вапняків, проникаючих у глинисті товщі та інші менш стійкі гірські породи. Склад внутрішньокарпатського палеогену схожий на склад флішової зони. Неогенні вулканічні породи (зокрема, андезити і їх туфи) формують смугу гір по периметру Панонського басейну: Сланські гори, Вигорлатські гори, масиви Попричного, Маковиці, Дунавки і Бужори. Низовинну частину заповнюють неогенні осади Панонського басейну, які однак переважно покриті четвертинними намулами і на поверхні виступають лише у вузькому пасмі на стику Карпат і Панонського басейну. Гірські схили переважно вкриті четвертинними відкладами, зокрема у флішовій зоні на підніжжі знаходяться товщі кам'янисто-глинистих осадів.

З точки зору геоморфологічного членування (районування) територія дослідження знаходиться у двох підсистемах – Карпатах і Панонському басейні (рис. 1.3). Західна окраїна території заходить у Західні Карпати (Чергов і Сланські гори), однак її переважна частина належить до Зовнішніх Східних Карпат. Гори вулканічної зони (Вигорлатські гори, масиви Маковиця-Синяк і Великий Діл) можна на основі поділу, що використовується в Словаччині, віднести до Внутрішніх Східних Карпат (MAZÚR, LUKNIŠ 1986), хоч на українській стороні членування на Внутрішні і Зовнішні Карпати не використовується (KOVALCHUK et al. 2012). На рівні геоморфологічних одиниць (окремих гір) членування обох держав добре поєднується, проте на вищому рівні геоморфологічних областей є відмінності. Словацькі Буковські гори плавно переходять у гори Полонина Рівна, Бескидське передгір'я у Березне-Липчанську долину, Вигорлатські верхи у масив Маковиця-Синяк, а територія Східнославацької низовини у Закарпатську низовину, де однак немає самостійно виділеної пагорбової одиниці. На відміну від Словаччини, де Бескидське передгір'я вважається складовою частиною Низьких Бескидів (а відтак і флішових Зовнішніх Карпат), Березне-Липчанська долина в Україні традиційно вважається частиною вулканічної зони (KOVALCHUK et al. 2012), хоча в її основі знаходяться переважно осадові породи стрімчаків смуги, внутрішньокарпатського палеогену і зовнішнього флішу.



Obr. 1.3 Geomorfologické členenie. *Západné Karpaty*: ZV – Zemplínske vrchy, SV – Slanské vrchy, LUV – Lubovnianska vrchovina, ČG – Čergov. *Východné Karpaty*: BS – Busov, OV – Ondavská vrchovina, LV – Laborecká vrchovina, BP – Beskydské predhorie, BV – Bukovské vrchy, VV – Vihorlatské vrchy, VVCH – Verchovinský rozvodný chrbát, VMV – Volovecko-Mižgirska vrchovina, PR – Polonina Rivna, PB – Polonina Boržava, BLD – Berezne-Lipšanská dolina, MS – masív Makovica-Siniak, VD – masív Velikij Dil, ZP – Zakarpatské predhorie. *Panónska panva*: VP – Východoslovenská pahorkatina, VR – Východoslovenská rovina, ZN – Zakarpatská nížina.

Runa (1 482 m, v pohorí Polonina Rivna), Pikuj (1 405 m, pohorie Verchovinský rozvodný chrbát), Kremenec (1 221 m), Busov (1 002 m, oblasť Nízkych Beskyd) a Minčol (1 157 m, pohorie Čergov). V pásme sopečných pohorí sa maximálne výšky pohybujú v úrovni 900 – 1 000 m n. m. (najvyššie vrcholy Šimonka 1 092 m, Vihorlat 1076 m, Popričný 995 m, Makovica 978 m, Dunavka 1 018 m, Bužora 1 081 m). Najnižšie výšky klesajú pod 100 m v oblasti sútoku Ondavy a Latorice.

Sklon reliéfu ovplyvňuje rýchlosť a odtok tečúcej vody, jej eróznú schopnosť i priebeh ďalších reliéfotvorných procesov. Priemerný sklon Karpatskej časti záujmového územia je 11,4° a Panónskej 1,7°, najstrmšie sklony sa vyskytujú v Polonine Boržava a ďalších vyšších pohoriach (obr. 1.4), pričom strmosť svahov vo všeobecnosti stúpa zo západu na východ (horská časť povodia Ondavy 9,5°, Laborca 10,3°, Uhu a Latorice zhodne 13,1°). Z hľadiska vertikálnej členitosti a amplitúdy reliéfu prevládajú v záujmovom území vrchoviny, roviny a hornatiny (obr. 1.5). Veľhornatiny sa vyskytujú len v pohorí Polonina Boržava.

Najintenzívnejšie erózne a gravitačné procesy prebiehajú na svahoch so sklonom nad 12° a na zrázoch (KOVALCHUK et al. 2012). Plošná vodná erózia sa vyskytuje na plochách zbavených vegetácie, líniová erózia na všetkých vhodných miestach koncentrovaného odtoku (poľné a lesné cesty) a bez protiopatrení vedie k vzniku výmoľov. Hĺbka výmoľov môže v ojedinelých prípadoch

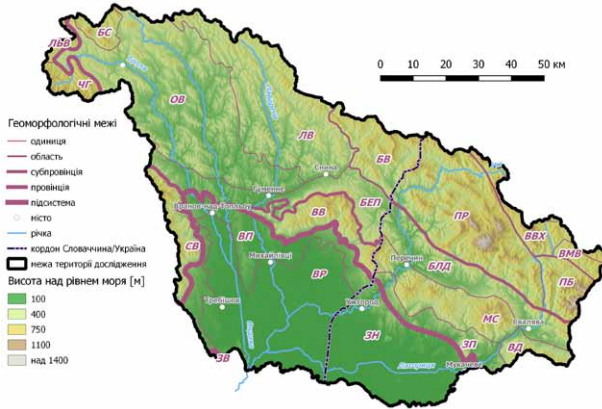
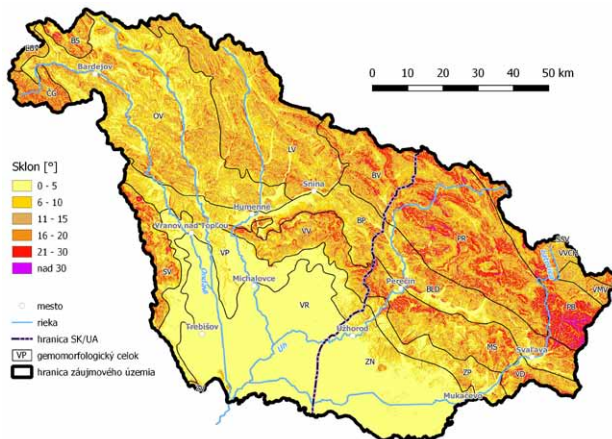


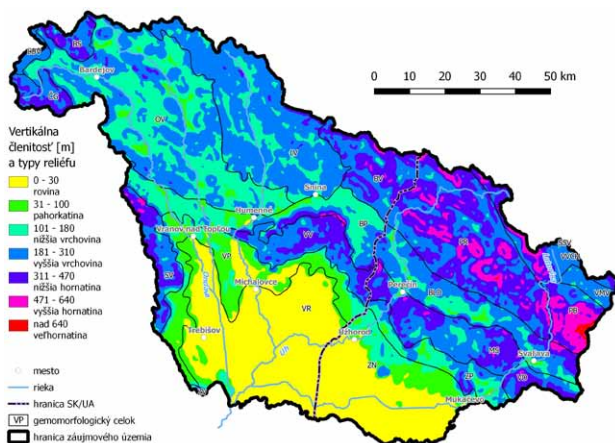
Рис. 1.3 Геоморфологічне членування. *Західні Карпати*: ЗВ – Земплінські гори, СВ – Сланські гори, ЛБВ – Любонянська верховина, ЧГ – Чергов. *Східні Карпати*: БС – Бусов, ОВ – Ондавська верховина, ЛВ – Лаборецька верховина, БЕП – Бескидське передгір'я, БВ – Буковські гори, ВВ – Вигорлатські гори, ВВХ – Верховинський вододільний хребет, ВМВ – Воловецько-Міжгірська верховина, ПП – Полонина Рівна, ПБ – Полонина Боржава, БЛД – Березне-Липчанська долина, МС – масив Маковиця-Синяк, ВД – масив Великий Діа, ЗП – Закарпатське передгір'я. *Панонський басейн*: ВП – Східнославацька височина, ВР – Східнославацька низовина, ЗН – Закарпатська низовина.

Висота над рівнем моря Зовнішніх Східних Карпат зростає з заходу на схід від 500 – 600 м (Ондавська верховина) до понад 1 500 м над рівнем моря (Стій – 1 681 м в Полонині Боржава). Інші визначні вершини – це вершина Полонина Руна (1 482 м, в горах Полонина Рівна), Пікуй (1 405 м, гори Верховинський вододільний хребет), Кременець (1 221 м), Бусов (1 002 м, зона Низьких Бескидів) та Мінчол (1 157 м, гори Чергов). У смузі вулканічних гір рівень максимальної висоти коливається від 900 – 1 000 м над рівнем моря (найвищі вершини Шимонка – 1 092 м, Вигорлат – 1 076 м, Попрічний – 995 м, Маковиця – 978 м, Дунавка – 1 018 м, Бужора – 1 081 м). Найменші висоти – нижче 100 м в районі злиття Ондави і Латориці.

Ухил рельєфу впливає на швидкість і стік води, її ерозійну здатність та перебіг подальших рельєфотвірних процесів. Середній нахил Карпатської частини досліджуваної території – 11,4°, і Панонської – 1,7°, найстрімкіші ухили розташовані в Полонині Боржава та інших високих горах (рис. 1.4), причому стрімкість схилів загалом зростає з заходу на схід (гірська частина басейну Ондави – 9,5°, Лаборця – 10,3°, Ужа і Латориці – відповідно по 13,1°). З точки зору вертикального членування і амплітуди рельєфу на досліджуваній території переважають височини (передгірська місцевість), низини і гориста місцевість (рис. 1.5). Дуже гористі місцевості зустрічаються лише в горах Полонини Боржава.



Obr. 1.4 Sklon reliéfu v povodí Bodrogu. Označenie geomorfologických celkov zodpovedá obr. 1.3.



Obr. 1.5 Vertikálna členitosť a typy reliéfu v povodí Bodrogu. Označenie geomorfologických celkov zodpovedá obr. 1.3.

(hlboko zvetrané podložie) dosiahnuť až 12 metrov. Na členitých svahoch so sklonmi 5 – 25° s nesúvislou vegetáciou dochádza taktiež k pomalým pohybom vodou nasýtenej pôdy s úlomkami hornín. V riečnych údoliach dominuje brehová erózia a akumulácia transportovaného materiálu. Relatívne malá odolnosť geologického podkladu voči erózii a odnosu materiálu sa prejavuje v celkovej miere denudácie, ktorá dosahuje 1,5 – 3,0 mm ročne.

Gravitačné procesy, najmä zosuvy, postihujú tak flyšové ako aj sopečné pásmo. Na flyši prevažujú skôr plytké prúdové i plošné zosuvy, ktoré sa aktivujú

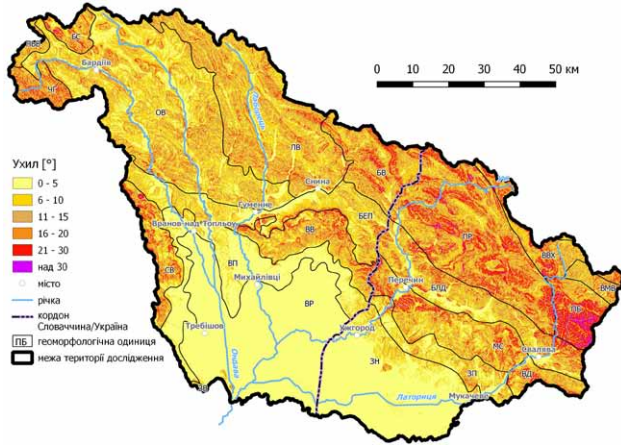


Рис. 1.4 Ухил рельєфу у басейні річки Бодрог. Позначення геоморфологічних одиниць відповідає рис. 1.3.

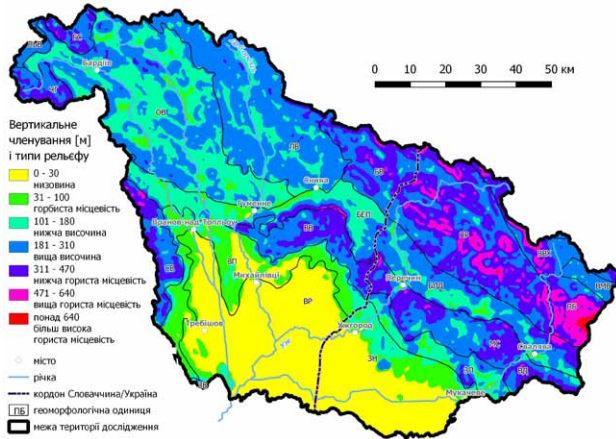


Рис. 1.5 Вертикальне членування і типи рельєфу в басейні річки Бодрог. Позначення геоморфологічних одиниць відповідає рис. 1.3.

Найбільш інтенсивні ерозійні і гравітаційні процеси відбуваються на схилах з ухилом понад 12° і на обривах (Kovalchuk et al. 2012). Площинна водна ерозія з'являється на територіях, позбавлених вегетації, лінійна ерозія – на всіх придатних місцях концентрованого стоку води (польові та лісові дороги), що без контрзаходів призводить до появи вимоїн. Глибина вимоїн в окремих випадках (глибоке вивітрювання підґрунтя) може досягати аж 12 метрів. На рельєфних схилах з ухилом $5 - 25^\circ$ з несутільною вегетацією також відбувається повільний зсув насиченого водою ґрунту з уламками порід.

predovšetkým v období intenzívnych zrážok a povodňových situácií. V sopečnom pásme sa vyskytujú jednak plytké zosuvy (napr. okolie Užhorodu), ako aj rozsiahle blokové zosuvy (oblasť Morského oka vo Vihorlate) staršieho veku (pleistocén, starší holocén). Rozloha zosuvmi postihnutého územia sa pre ukrajinskú časť povodia Uhu udáva 41,44 km² a pre povodie Latorice 30,63 km². V slovenskej časti je to až 149,8 km² pre povodie Ondavy (veľkú rozlohu zaberajú rozsiahle zosuvy zo Slanských vrchoch), 12,95 km² v povodí Laborca a 4,12 km² v povodí Uhu. Celkovo je tak postihnutých zosuvmi 4,4 % povodia Ondavy, 0,28 % povodia Laborca, 1,95 % povodia Uhu a 0,4 % povodia Latorice.

Klíma je v najnižších častiach charakteristická počtom letných dní za rok 50 a viac, s chladnou zimou, s priemernou januárovou teplotou nižšou ako -3 °C. V stredných polohách klesá priemerný ročný počet letných dní pod 50, pričom priemerné júlové teploty presahujú 16 °C. V najvyšších polohách, zhruba nad 700 m n. m. klesajú priemerné júlové teploty do rozpätia 10 – 16 °C. Priemerná ročná teplota vzduchu klesá z 9 °C v nížine na cca 2 °C v najvyšších pohoriach. Dlhodobý priemer ročného úhrnu zrážok sa pohybuje v intervale 550 – 1 600 mm ročne. Klimaticky podmienená horná hranica lesa prebieha vo výškach 1 400 – 1 500 m n. m. Vietor s rýchlosťou 25 – 40 m/s sa vyskytuje takmer každoročne, pričom spôsobuje polomy a vetrové kalamity v lesných porastoch.

Povodne sú spôsobované najmä silnými dažďami s intenzitou presahujúcou 20 mm/deň. V horských oblastiach v priemere tvoria silné dažde až 40 % mesačných úhrnov zrážok.

Povodie Bodrogu je súčasťou povodia Tisy. Hlavnými riekami v záujmovom území sú Ondava, Laborec, Uh a Latorica. Nevyrovnanosť ich prietokov (tab. 1.2) svedčí o malej retenčnej schopnosti povodí, v ktorom sa v dôsledku málo priepustného horninového podložia nevytvárajú významnejšie zásoby podzemných vôd. Hustota riečnej siete v horskej časti dosahuje 1,8 km·km⁻².

Vo výškach nad 700 m n. m. sa gradienty korýt pohybujú v rozmedzí 50 – 100 m·km⁻¹, v podhorí klesajú na cca 10 – 20 m·km⁻¹ a v nížinnej časti až pod 1 m·km⁻¹. Inundačné (záplavové) nivy horských riek majú spravidla šírku od 20 – 60 m (pri malých riečkach) cez 120 – 500 m (stredne veľké rieky) až po 600 – 2 500 m pri veľkých riekach v podhorí. V nížinnej časti môže šírka inundačného územia presiahnuť aj 5 km. Najvýznamnejšie vodné plochy sú umelé vodné nádrže Zemplínska šírava, Veľká Domaša a Starina. Menšie umelé vodné plochy predstavujú rybníky (Senné), štrkoviská a pod. Prirodzené vodné plochy sú zastúpené mŕtvymi ramenami riek v nížinnej časti a jazerami, hradenými zosuvmi (Morské oko vo Vihorlatských vrchoch a iné).

Najvyššie pohoria v povodí (Polonina Rivna, Boržava) majú snehovo-dažďový typ režimu odtoku, s akumuláciou v mesiacoch XI. – III., vysokou vodnos-

У долинах річок домінує берегова ерозія і накопичення транспортованого матеріалу. Відносно низька протиерозійна стійкість геологічного підґрунтя та зсув матеріалу виявляється у загальній мірі денудації, що досягає 1,5 – 3,0 мм у рік.

Гравітаційні процеси, зокрема зсуви, вражають як флішове, так і вулканічне пасмо. На фліші переважають мілкі струменеві і площинні зсуви, які активізуються передусім у період інтенсивних опадів і паводкових ситуацій. У вулканічному пасмі знаходяться як мілкі зсуви, наприклад територія навколо Ужгорода, так і масштабні блокові зсуви (територія Морського ока у Вигорлаті) старшого віку (плейстоцен, старший голоцен). Площа території, враженої зсувами, на українській стороні басейну Ужа – 41,44 км², а в басейні Латориці – 30,63 км². На словацькій стороні вона сягає 149,8 км² у басейні Ондави (велику площу займають масштабні зсуви з Сланських гір), 12,95 км² у басейні Лаборця і 4,12 км² в басейні Ужа. Загалом зсувами вражено 4,4 % басейну Ондави, 0,28 % басейну Лаборця, 1,95 % басейну Ужа і 0,4 % басейну Латориці.

Клімат у найнижчих частинах території характеризується кількістю 50 і більше літніх днів за рік, з холодною зимою і середньою січневою температурою нижче -3 °С. У середніх частинах кількість літніх днів менша ніж 50, причому середня липнева температура перевищує 16 °С. У найвищих зонах, понад 700 м над рівнем моря, середня липнева температура падає до 10 – 16 °С. Середня річна температура повітря зменшується з 9 °С в низовині до 2 °С у найвищих горах. Довгострокова середня кількість опадів коливається в інтервалі 550 – 1 600 мм у рік. Кліматично зумовлена верхня межа лісу проходить на висоті 1 400 – 1 500 м над рівнем моря. Вітер швидкістю 25 – 40 м/с буває щорічно, спричиняючи при цьому буреломи і вітровали в лісових насадженнях.

Паводки виникають внаслідок сильних злив інтенсивністю понад 20 мм/день. У гірських місцевостях сильні дощі у середньому сягають 40 % місячної кількості опадів.

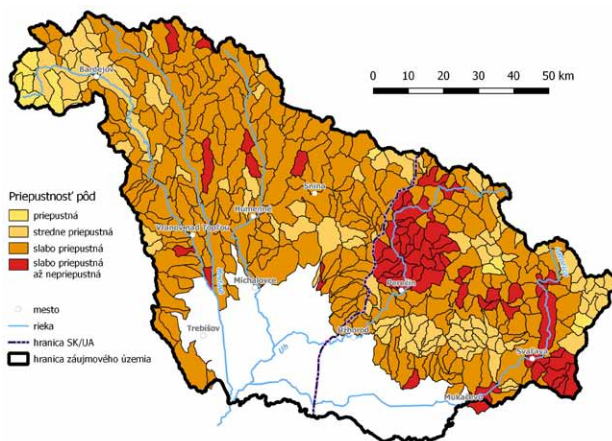
Басейн Бодрогу є складовою частиною басейну річки Тиси. Головні річки досліджуваної території – Ондава, Лаборець, Уж і Латориця. Нерівномірність витрат води в них (табл. 1.2) свідчить про незначну регулюючу здатність водозборів, де в результаті слабо проникливого гірського підґрунтя не утворюються великі запаси підземних вод. Густота річкової мережі в гірській частині сягає 1,8 км·км⁻². На висоті понад 700 м над рівнем моря градієнти русел складають 50 – 100 м·км⁻¹, у передгір'ї зменшуються приблизно до 10 – 20 м·км⁻¹, а в низовині навіть нижче 1 м·км⁻¹. Заплавні луки гірських річок мають, як правило, ширину від 20 – 60 м (малі річки), 120 – 500 м (середні річки), до 600 – 2 500 м (великі річки у підгір'ях). У низовинній частині

Tab. 1.2 Dĺžka, prietok a rozloha povodia hlavných riek v záujmovom území.

Rieka	Dĺžka [km]	Priemerný prietok [m ³ /s]	Maximálny prietok [m ³ /s]	Minimálny prietok [m ³ /s]	Plocha povodia [km ²]
Ondava	146	22,9	772	1,49	3 382
Laborec	135	54,5	457	0,49	4 522
Uh	127	32,9	1 420	1,31	2 791
Latorica	188	86,8	483	2,6	7 700

ťou v mesiacoch III. – V. Minimálne prietoky sa vyskytujú najmä v mesiacoch IX. – X. Čiastočne takýto režim odtoku vykazujú aj horské toky v pohoriach presahujúcich 900 m. Väčšina riek na území vrchovín má dažďovo-snehový typ režimu odtoku, s akumuláciou v mesiacoch XII. – II., vysokou vodnosťou v mesiacoch III. – IV. a najnižšími prietokmi v XI. mesiaci. V nížinách je obdobie akumulácie v mesiacoch XII. – II. a obdobie vysokej vodnosti sa začína už v II. mesiaci. Priemerný ročný špecifický odtok sa pohybuje v rozpätí od 3 l/s/km² v nížine do cca 30 v najvyšších pohoriach.

Hlavným pôdnym typom v pohoriach flyšového pásma sú kambizeme modálne a podzolové, ktoré sú vo vyšších polohách kyslé a v nižších polohách, využívaných na poľnohospodárstvo, nasýtené. Hojne sa vyskytujú aj kambizeme pseudoglejové, na úpätiach pohorí tiež pseudogleje modálne a nasýtené. Nížinnú časť pokrývajú najmä fluvizeme kultizemné a glejové. V okolí Trebišova pokrývajú väčšie plochy černoze hnedozemné a čiernicové (ŠÁLY, ŠURINA 2002). Priepustnosť pôd je stredná až malá, pričom vo flyšovom pásme sú pôdy takmer neustále vlhké a retenčná schopnosť najmä lesných pôd je zväčša napl-



Obr. 1.6 Priepustnosť pôd v malých povodiach.

Табл. 1.2 Довжина, витрати води і площа басейну головних річок на території дослідження.

Річка	Довжина [км]	Середні витрати води [м ³ /с]	Максимальні витрати води [м ³ /с]	Мінімальні витрати води [м ³ /с]	Площа басейну [км ²]
Ондава	146	22,9	772	1,49	3 382
Лаборець	135	54,5	457	0,49	4 522
Уж	127	32,9	1 420	1,31	2 791
Латориця	188	86,8	483	2,6	7 700

ширина заплавної території може сягати понад 5 км. Найважливіші водойми – штучні озера Земпайнська Ширава, Велика Домаша і Старина. Менші штучні водойми – це рибники (Сенне), кар'єри тощо. Природні водойми представлені мертвими руслами річок у низовинній частині та озерами, перегородженими зсувами (Морське око у Вигорлатських горах та інші).

Найвищі гори в басейні (Полонина Рівна, Боржава) мають снігово-дощовий тип режиму стоку води з акумуляцією у листопаді-березні, з високою повноводістю у березні-травні. Мінімальні витрати фіксуються особливо у вересні-жовтні. Частково такий режим витрати води демонструють гірські водотоки в горах висотою понад 900 м. Більшість річок на території верховин має дощово-сніговий тип режиму стоку води з акумуляцією в грудні-лютому, з високою повноводістю у березні-квітні та найнижчими витратами води в листопаді. У низовинах період акумуляції – у грудні-лютому, а період високої повноводості починається вже в лютому. Середній річний специфічний стік води коливається в межах від 3 л/с/км² у низовині до майже 30 л/с/км² у найвищих горах.

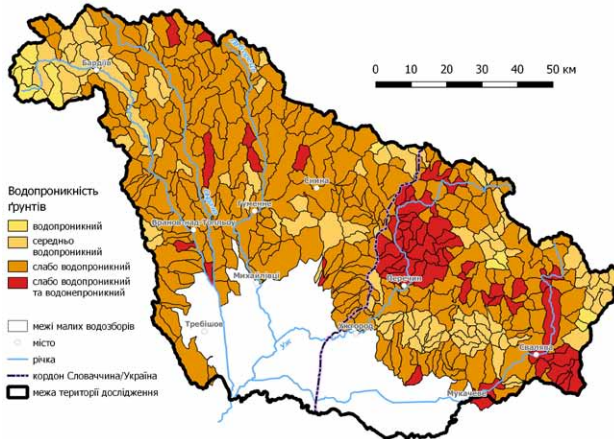


Рис. 1.6 Водопроникність ґрунтів у малих водозборах.

nená aj v období bez výdatných zrážok. Vlhkostný režim pôd je klasifikovaný ako vlhký, v nižších polohách mierne vlhký. Z hľadiska zrnitostných tried prevažujú pôdy hlinité a ílovito-hlinité, vo vyšších polohách na pieskovcovom flyši až hlinito-piesčité (napr. Čergov). Obsah skeletu v pôdach je závislý na geologickom podklade, najvyšší je na pieskovcoch a andezitoch, najmenší na zvetralinách ílovcových súvrství a v nížinnej časti záujmového územia.

Najväčším sídlom v záujmovom území je Užhorod (117 tis. obyvateľov) v Zakarpatskej oblasti na Ukrajine, ďalšími väčšími mestami na ukrajinskej strane sú Mukačevo (82 tis.), Svalava (17 tis.) a Perečín (7 tis.). Na slovenskej strane sú najväčším mestom Michalovce (42,5 tis.), nasleduje Humenné (34 tis.), Bardejov (33 tis.), Trebišov (24 tis.), Vranov nad Topľou (23 tis.), Snina (20 tis.), Svidník (11 tis.), Stropkov (11 tis.), Veľké Kapušany (9 tis.), Sečovce (8 tis.) a Medzilaborce (6 tis.). Celkovo je však osídlenie územia charakteristické veľkým počtom obcí s malým počtom obyvateľstva, najmä v Karpatskej časti územia.

Administratívne prislúcha sever slovenskej časti do Prešovského kraja, juh do Košického kraja. Ukrajinská časť územia je súčasťou Zakarpatskej oblasti s centrom v Užhorode.

Výsledky

Percentuálny podiel lesnej pokrývky v záujmovom území podľa geomorfologického členenia a povodí väčších riek udáva tab. 1.3. Stav v roku 2013, prírastky a úbytky sú znázornené na obr. 1.7.

V hodnotenom období rokov 1990 – 2013 prevažovali pozitívne zmeny lesnej pokrývky nad negatívnymi. V čiastkových povodiach väčších riek sa prírastky pohybovali od 3,1 % do 4,3 %, úbytky v rozmedzí 1,2 – 2,1 % (obr. 1.8). Celková zmena, čiže rozdiel pozitívnej a negatívnej zmeny, má kladné hodnoty v rozmedzí 1,7 – 3,0 %.

Головний тип ґрунту в горах флішової зони – буроземи модальні і підзолісті, які на підвищеннях кислі, а на пониженнях, що використовуються в сільському господарстві, насичені поживними речовинами. Часто зустрічаються буроземи псевдоглейові, у підніжжі гір також псевдоглей модальні та насичені. Низовинну частину покривають, зокрема, алювіальні ґрунти окультурені і глеєві. Навколо Требішова більшість площі покривають чорноземи буроземні (ŠÁLY, ŠURINA 2002). Водопроникність ґрунтів – середня чи мала, причому у флішовій зоні ґрунти майже постійно вологі, а водоутримуюча функція переважно лісових ґрунтів виконується навіть у період без значних опадів. Водний режим ґрунтів класифікується як вологий, на пониженнях – помірно вологий. З точки зору класів зернистості переважають глинисті ґрунти і суглинки, на підвищеннях на пісковиковому фліші – супіщані (напр. Чергов). Вміст скелету в ґрунтах залежить від геологічного підґрунтя, найвищий він на пісковиках і андезитах, найнижчий – на продуктах вивітрювання – верствах алевроліту та в низовинній частині досліджуваної території.

Найбільше місто на території дослідження – Ужгород (117 тис. жителів) у Закарпатській області України, інші крупні населені пункти з української сторони – Мукачево (82 тис.), Свалява (17 тис.) і Перечин (7 тис.). На словацькій стороні найбільшим містом є Михайлівці (42,5 тис.), далі – Гуменне (34 тис.), Бардіїв (33 тис.), Требішов (24 тис.), Вранов-над-Топлею (23 тис.), Снина (20 тис.), Свидник (11 тис.), Стрпков (11 тис.), Великі Капушани (9 тис.), Сечівці (8 тис.) і Меджилабірці (6 тис.). Загалом заселена територія характеризується великим числом населених пунктів з незначною кількістю жителів, особливо в Карпатській частині території.

Адміністративно північ словацької частини входить у Пряшівський край, південь – у Кошицький край. Українська частина території є складовою Закарпатської області з центром в Ужгороді.

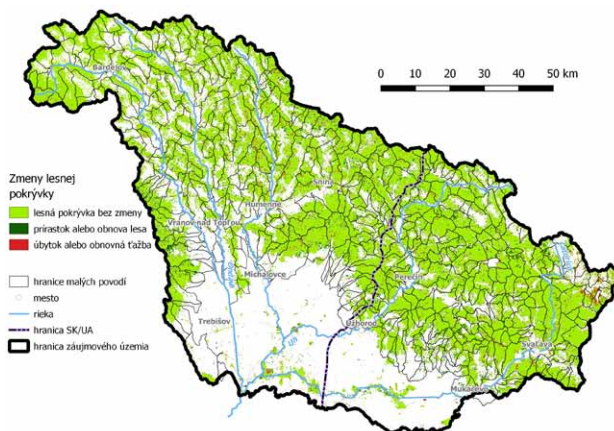
Висновки

Відсоток лісового покриву на досліджуваній території за геоморфологічним членуванням і басейнами великих річок наводиться у табл. 1.3. Стан у 2013 р., приріст і втрати вказані на рис. 1.7.

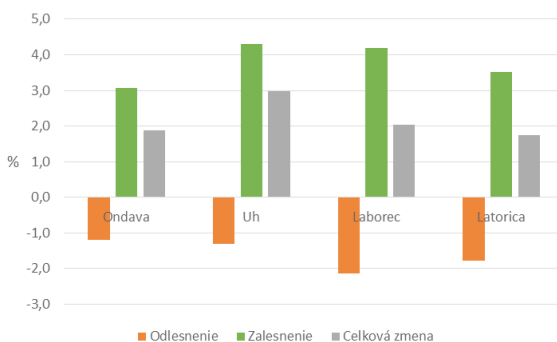
У досліджуваній період 1990 – 2013 років позитивні зміни лісового покриву переважали над негативними. У парціальних басейнах великих річок приріст коливався від 3,1 % до 4,3 %, втрати – у межах 1,2 – 2,1 % (мал. 1.8). Загальна зміна, тобто різниця між позитивною і негативною змінами, характеризується позитивною величиною і становить 1,7 – 3,0 %.

Tab. 1.3 Percentuálny podiel lesa za sledované obdobie celkovo, podľa geomorfologického členenia a podľa povodí väčších riek.

Záujmové územie	1990	2013	Zmena
<i>Podľa geomorfologického členenia</i>			
Karpaty	62,01	64,54	2,53
Panónska panva	10,21	11,51	1,30
<i>Podľa povodí väčších riek</i>			
Ondava	42,96	44,86	1,90
Laborec	51,84	53,87	2,03
Uh	56,19	59,18	2,99
Latorica	41,49	43,22	1,73



Obr. 1.7 Rozšírenie lesnej pokrývky v r. 2013 a jej zmeny za obdobie 1990 – 2013 v povodí Bodrogu



Obr. 1.8 Porovnanie zmien lesnej (stromovej) pokrývky v povodiach Ondavy, Laborca, Uhu a Latorice

Табл. 1.3 Відсоток лісу за досліджуваний період загалом, за геоморфологічним членуванням та за басейнами великих річок.

Територія дослідження	1990	2013	Зміна
<i>За геоморфологічним членуванням</i>			
Карпати	62,01	64,54	2,53
Панонський басейн	10,21	11,51	1,30
<i>За басейнами великих річок</i>			
Ондава	42,96	44,86	1,90
Лаборець	51,84	53,87	2,03
Уж	56,19	59,18	2,99
Латориця	41,49	43,22	1,73

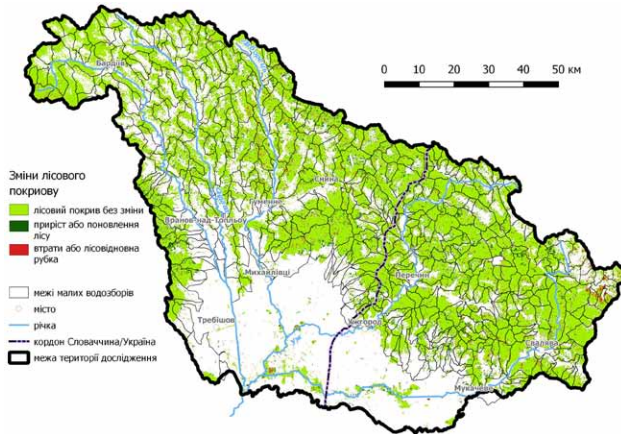


Рис. 1.7 Поширення лісового покриття в 2013 р. і його зміни у період 1990–2013 років у басейні р. Бодрог.

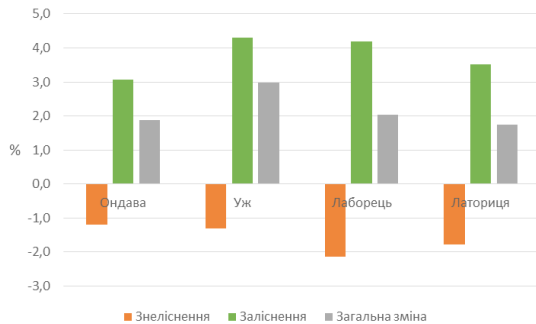


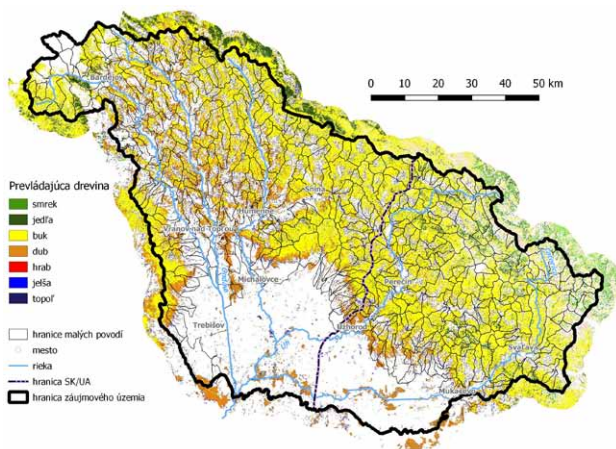
Рис. 1.8 Порівняння змін лісового (деревного) покриття у басейнах Ондави, Лабірця, Ужа та Латориці.

Počty malých povodí podľa kategórie lesnatosti a podiel rozlohy jednotlivých kategórií z rozlohy všetkých malých povodí uvádza tab. 1.4. Z údajov je zrejmý nárast tak počtu ako aj podielu rozlohy kategórií s vyššou lesnatosťou. Spolu povodia s lesnatosťou nad 50 % zaberali v r. 2013 podiel 71,94 %, čo je nárast proti r. 1990 o 5,9 %.

Tab. 1.4 Malé povodia podľa kategórií lesnej pokrývky a ich zastúpenie v povodí Bodrogu v r. 1990 a 2013.

Zastúpenie lesnej pokrývky [%]	1990		2013	
	Počet povodí	Podiel rozlohy [%]	Počet povodí	Podiel rozlohy [%]
0,0 – 34,9	59	15,64	51	12,83
35,0 – 50,0	68	18,32	54	15,23
50,1 – 69,9	143	38,98	144	39,52
70,0 – 100,0	133	27,06	154	32,42
Celkom	403	100,00	403	100,0

Výsledky klasifikácie drevinového zloženia sú zobrazené v mape na obr. 1.9 a v grafe na obr. 1.10. Výsledky sú v súlade s analýzou drevinového zloženia na základe zásob jednotlivých drevín (kapitoly 2 a 3), keďže sú však založené na ploche porastenej drevinou, v detailoch poskytujú odlišný obraz. Najmä dreviny vyskytujúce sa spravidla v nižších etážach (hrab) alebo rastúce ako prímies, majú na mape drevinového zloženia nižšie zastúpenie. Pomerne vysoké zastúpenie vykazuje jelša rastúca v brehových porastoch podhorských a horských tokov.



Obr. 1.9 Rozšírenie hlavných drevín v povodí Bodrogu na základe údajov DPZ.

Кількість малих водозборів за категорією лісистості та частка площі окремих категорій від площі всіх малих водозборів наводиться у табл. 1.4. Дані демонструють явний приріст як кількості, так відсотку території з вищою лісистістю. Загалом водозбори з лісистістю понад 50 % у 2013 р. займали 71,94 %, що у порівнянні з 1990 р. означає приріст на 5,9 %.

Табл. 1.4 Малі водозбори за категоріями лісового покриву та їх представлення в басейні річки Бодрог у 1990 та 2013 роках.

Відсоток лісового покриву [%]	1990		2013	
	Кількість водозборів	Частка площі [%]	Кількість водозборів	Частка площі [%]
0,0 – 34,9	59	15,64	51	12,83
35,0 – 50,0	68	18,32	54	15,23
50,1 – 69,9	143	38,98	144	39,52
70,0 – 100,0	133	27,06	154	32,42
Загалом	403	100,00	403	100,0

Результати класифікації складу порід дерев зображені на карті рис. 1.9 і в графі на рис. 1.10. Результати узгоджуються з аналізом породного складу на основі запасів окремих порід (розділ 2 і 3); а оскільки вони базуються на території, зайнятій деревами, то в деталях дають іншу картину. Зокрема породи, що знаходяться, як правило, у нижчих ярусах (граб) або зростаючі як домішка, мають меншу представленість на карті складу порід. Досить високу представленість демонструє вільха, що росте в прибережних насадженнях передгірських і гірських водотоків.

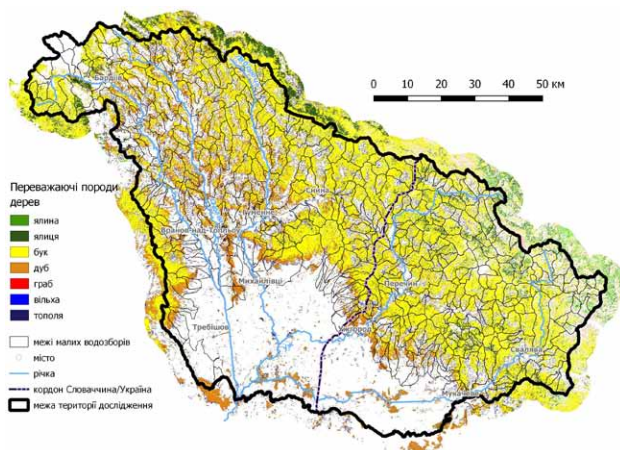
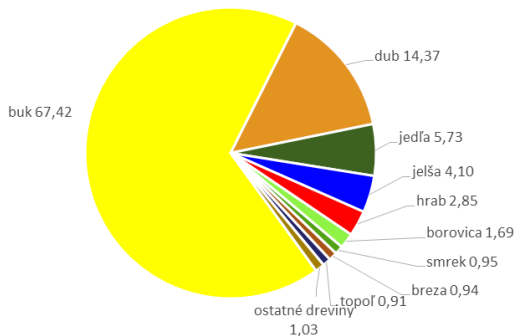


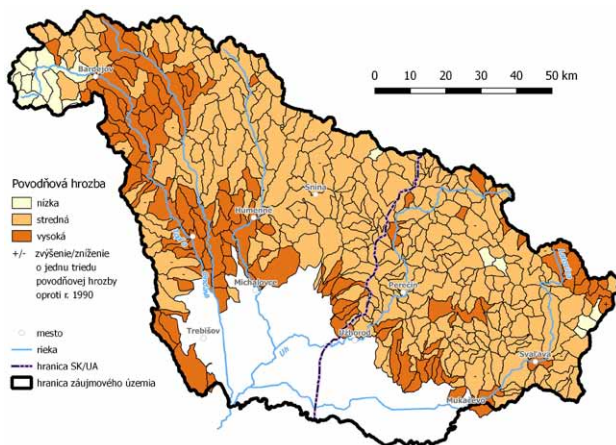
Рис. 1.9 Поширення головних порід дерев у басейні р. Бодрог на основі даних Д33.



Obr. 1.10 Zastúpenie drevín [%] v povodí Bodrogu na základe údajov DPZ

Výsledná mapa (obr. 1.11) povodňovej hrozby v malých povodiach podáva, vzhľadom na použitú metodiku, v slovenskej časti obraz veľmi podobný mape publikovanej v práci SOLÍN (2011). Len 3,7 % plochy malých povodí (15 povodí) bolo zaradených do kategórie „nízka povodňová hrozba“. Väčšina územia – 68,7 % (284 povodí) bolo klasifikovaných do triedy „stredná“ a až 27,5 % (104 povodí) do triedy „vysoká povodňová hrozba“. Povodia s nízkou hrozbou sa nachádzajú najmä v pohorí Čergov, kde sa pôdy vyvinuli na mohutnej čergovskej formácii pieskovcového flyšu magurskej skupiny príkrovov, budovanej hrubozrnnými pieskovecami a piesčitými ílovcami.

Vzhľadom na použitú metodiku, zmeny podielu lesnej pokrývky znamenali pri 23 malých povodiach zníženie triedy povodňovej hrozby z vysokej na strednú (lesnatosť malého povodia do r. 2013 stúpila nad 50 %), len pri jednom malom



Obr. 1.11 Povodňová hrozba v povodí Bodrogu v r. 2013 a jej zmeny oproti roku 1990.

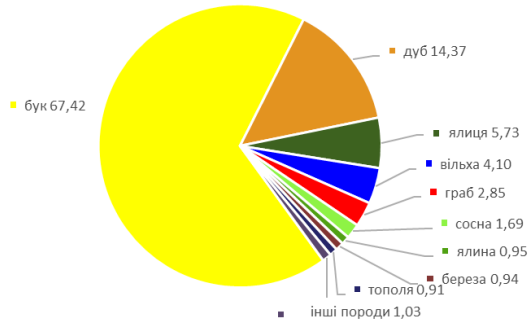


Рис. 1.10. Породинний склад лісів [%] у басейні р. Бодрог на основі даних ДЗЗ.

Отримана на основі використаної методики мапа (рис. 1.11) паводкової загрози в малих водозборах подає у словацькій частині картину дуже схожу на карту, опубліковану в праці SOLÍN (2011). Лише 3,7 % площі малих водозборів (15 водозборів) було віднесено до категорії «низька паводкова загроза». Більшість території – 68,7 % (284 водозбори) було класифіковано як категорія «середня» і 27,5 % (104 водозбори) було віднесено до категорії «висока паводкова загроза». Басейни з низькою загрозою розташовані передусім у горах Чергов, де ґрунти розвинулися в могутню черговську формацію пісковикового флішу магурської групи покривів, утворену крупнозернистими пісковиками і піщаними аргілітами.

Виходячи з використаної методики, зміни частки лісового покриву означали в 23 малих водозборах перехід категорії паводкової загрози з високої

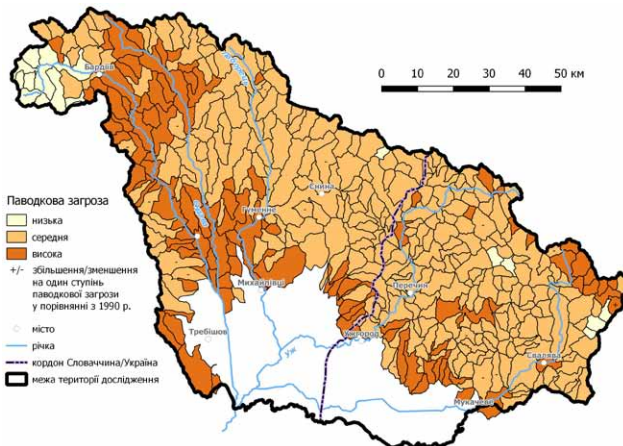


Рис. 1.11 Паводкова загроза у басейні р. Бодрог у 2013 р. і її зміни в порівнянні з 1990 р.

povodí bol zaznamenaný pokles pod 50 %, čím povodňová hrozba stúpila zo strednej na vysokú. Maximálny pokles lesnatosti v malom povodí bol 12,3 %, maximálne zvýšenie lesnatosti 13,8 %.

Diskusia

Na základe historických údajov a publikovaných prác bola v minulosti dynamika zmien lesnej pokrývky v záujmovom území vyššia ako počas hodnotenej periódy. V priebehu posledných 200 rokov došlo k zníženiu podielu lesnej pokrývky v ukrajinskej časti Karpát v priemere z 75 – 90 % až na 40,2 % (KOVALCHUK 2012), najmä vplyvom poľnohospodárstva a ťažby dreva pre priemyselné účely. Neskôr, najmä v druhej polovici 20. storočia, došlo k jej opätovnému nárastu na dnešnú úroveň, pričom však ešte aj v 60-tych a 70-tych rokoch 20. stor. došlo vo viacerých oblastiach Zakarpatskej oblasti k poklesu lesnatosti pod 35 %, čo je hranica všeobecne považovaná za kritickú z geomorfologického aspektu (najmä erózných procesov, ktoré úzko súvisia s intenzívnou vodnou eróziou a vznikom povodňových situácií). Takéto zníženie lesnatosti nastalo najmä v oblastiach pahorkatín a vrchovín s ľahšou dostupnosťou.

V sledovanom období 1990 – 2013 ako negatívne zmeny však boli klasifikované takmer výlučne plochy s plánovanou, prípadne náhodnou ťažbou dreva na lesných pozemkoch (poškodené porasty), čiže plochy ktoré budú neskôr opätovne umelo alebo prirodzene zalesnené. Preto za celkovú zmenu lesnej pokrývky v území je treba považovať skôr hodnoty pozitívnej zmeny, ktoré svedčia o postupnom zvyšovaní rozlohy lesa v povodí Bodrogu, najmä z dôvodu zarastania opustených poľnohospodárskych plôch. Podľa údajov štatistických ročeniek o pôdnom fonde v SR sa v rokoch 1996 – 2013 rozloha lesných pozemkov v Prešovskom kraji zvýšila z 439 150 ha na 442 241 ha (zvýšenie o 0,78 %) a v Košickom kraji z 264 748 ha na 268 193 ha (zvýšenie o 1,33 %). Tieto údaje však zachytávajú len oficiálne prevody iných druhov pozemkov na lesné pozemky, a nepokrývajú šírenie lesných drevín mimo lesného pôdneho fondu, na tzv. bielych plochách, čiže nelesných pozemkoch pokrytých lesom. Týchto je celkovo len na Slovensku podľa práce SVIČEK 2009 až 424 000 ha a podľa ZAUŠKOVÁ – MIDRIAK (2009) 452 000 ha, pričom v Prešovskom kraji zaberajú až 18 % plochy lesa (ŠMELKO, ŠEBEŇ 2009).

Zmeny stavu lesa a hodnotenie nelegálnej ťažby v ukrajinských Karpatoch za roky 1988 – 2007 vyhodnotil KUEMMERLE et al. (2009). Ním odvodená mapa zmien sa značne odlišovala od údajov zverejnených ukrajinskými lesnic-

на середню (лісистість малого водозбору до 2013 р. перевищила показник 50 %), лише в одному невеликому водозборі було зазначено спад показника нижче 50 %, і таким чином паводкова загроза зростає з середньої на високу. Максимальний спад лісистості у невеликому водозборі досяг 12,3 %, максимальне зростання лісистості – 13,8 %.

Дискусія

На базі історичних даних і опублікованих праць можна констатувати, що в минулому динаміка змін лісового покриву на вказаній території була вища, ніж під час досліджуваного періоду. Упродовж останніх 200 років відбулося зменшення лісового покриву в українській частині Карпат в середньому з 75 – 90 % до 40,2 % (Kovalchuk 2012), зокрема, під впливом сільськогосподарства і заготівлі деревини для промисловості. Пізніше, особливо в другій половині ХХ століття, відбувалося зворотнє зростання до нинішнього рівня, однак при цьому ще в 60–70 роках ХХ ст. у багатьох регіонах Закарпатської області відбулося скорочення лісистості нижче 35 %, що з геоморфологічної точки зору вважається критичною межею (особливо ерозійних процесів, які тісно пов'язані з інтенсивною водною ерозією і виникненням паводкових ситуацій). Таке зменшення лісистості відбулося особливо в легко доступних горбистих і передгірських місцевостях.

У досліджуваний період 1990 – 2013 рр. як негативні зміни були класифіковані майже виключно площі із запланованою або нагальною (пошкоджені насадження) рубкою на лісових угіддях, тобто території, які пізніше будуть повторно штучно або природно поновлені. Тому загальною зміною лісового покриву на досліджуваній території слід вважати скоріше показники позитивної зміни, які свідчать про поступове збільшення площі лісів у басейні річки Бодрог, зокрема внаслідок заростання не використовуваних сільськогосподарських угідь. За даними статистичних щорічників про земельний фонд Словачкої Республіки в 1996 – 2013 рр. площа лісових угідь у Пряшівському краї зростає з 439 150 га до 442 241 га (збільшення на 0,78 %), а в Кошицькому краї – з 264 748 га до 268 193 га (збільшення на 1,33 %). Проте ці дані відображають лише офіційне переведення інших видів земель на лісові угіддя і не охоплюють поширення лісових дерев поза лісовим земельним фондом, на так званих білих місцях, тобто нелісових угіддях, вкритих лісом. Таких місцевостей загалом по Словаччині згідно з працею Sviček (2009) – 424 000 га, за дослідженням Zaušková – Mirdriak (2009) – 452 000 га, причому в Пряшівському краї вони займають 18 % площі лісів (Šmelko, Švevč 2009).

kyimi inštitúciami. Pred rokom 2000 sa len malá časť vyťažených plôch identifikovaných na satelitných snímkach objavovala v inventarizačných mapách. Úroveň medziročných zmien bola vysoká do r. 1994, následne klesla a od r. 2000 sa opätovne zvýšila. V Zakarpatskej oblasti Ukrajiny však miera medziročných zmien po celé sledované obdobie klesala. Obnova lesa sa tu taktiež zrýchlila najmä po r. 2000 a celkovo v Zakarpatskej oblasti sa za sledované obdobie obnovilo 151 km² porastov. Napriek problém s odlišením legálnej a nelegálnej ťažby predpokladá, že v rokoch bezprostredne po rozpade Sovietskeho zväzu objem nelegálnej ťažby prudko vzrástol.

Pri hodnotení povodňovej hrozby bola vzhľadom na dostupnosť údajov použitá pomerne jednoduchá metóda, ktorá však prináša relevantné výsledky. Povodia s menej priepustným geologickým podkladom, a tým aj pôdami, mohli byť aj v prípade veľkej lesnatosti zaradené len do triedy stredne veľkej hrozby. Povodia s najvyššou povodňovou hrozbou sa nachádzajú najmä v nižšie položených častiach vrchovín a neogénnych pahorkatín s prevahou ílovcového podložia, ktoré sú odlesnené a poľnohospodársky využívané. Tu sa kombinuje najnepriaznivejšia kombinácia nízkej lesnatosti a nízkej priepustnosti pôd. Na geologickom podklade s prevahou ílovcov a ich zvetralín sa povodňová situácia ďalej zhoršuje nízkou odolnosťou pôd a podložia voči vodnej erózii, pri ktorej sa vyvíjajú strže a výmole (najmä na neutržiavaných poľných a lesných cestách, zväzniciah), ktoré koncentrujú a urýchľujú povrchový odtok.

Záver

Povodňovú hrozbu v povodí Bodrogu ovplyvňuje viacero faktorov. V podmienkach záujmového územia patrí medzi najvýznamnejšie priepustnosť pôd a horninového prostredia, ako aj lesnatosť čiastkových povodí. Kým priepustnosť pôd a podložia vyplýva z prírodných procesov, lesnatosť je ovplyvňovaná aj zmenami v spoločenskom zriadení a hospodárstve. V hodnotenom období rokov 1990 – 2013 prevažovali pozitívne zmeny lesnej pokrývky nad negatívnymi. Len 3,7 % plochy malých povodí (15 povodí) bolo zaradených do kategórie „nízka povodňová hrozba“. Väčšina územia – 68,7 % (284 povodí) bolo klasifikovaných do triedy „stredná“ a až 27,5 % (104 povodí) do triedy „vysoká

Зміни стану лісів і оцінку нелегальної заготівлі в Українських Карпатах за 1988 – 2007 рр. подав у своїй праці КUEMMERLE et al. (2009). Зроблена ним карта змін суттєво відрізнялася від даних, оприлюднених українськими лісівничими установами. До 2000 р. лише незначна частина вирубаних площ, ідентифікованих на сателітних знімках, появлялася на інвентаризаційних картах. Рівень міжрічних змін був високий до 1994 р., потім він знизився, а з 2000 р. знову зріс. Проте в Закарпатській області України рівень міжрічних змін за весь досліджуваний період падав. Поновлення лісів тут також прискорилося особливо після 2000 р. і загалом по Закарпатській області упродовж досліджуваного періоду було поновлено 151 км² насаджень. Всупереч проблемам з розрізненням легальної та нелегальної заготівлі припускається, що в роки безпосередньо після розпаду Радянського Союзу обсяги нелегальної заготівлі дещо зросли.

В оцінці паводкової загрози з урахуванням доступності даних використаний відносно простий метод, який приносить релевантні результати. Басейни з менш водопроникним геологічним підґрунтям, а таким чином і ґрунтами, могли бути і в разі значної лісистості віднесені лише до категорії середньо високої загрози. Басейни з найвищою паводковою загрозою знаходяться, зокрема, на нижче розташованих знеліснених височинах (передгір'ях) та неогенних горбистих територіях з перевагою глинистого підґрунтя, що використовуються у сільському господарстві. Тут виникає найнесприятливіша комбінація низької лісистості та водопроникності ґрунтів. На геологічному підґрунті з перевагою глинистих порід і їх продуктів вивітрювання паводкова ситуація далі погіршується через низьку стійкість ґрунтів і підґрунтя до водної ерозії, при якій розвиваються яри та виміїни (особливо на недоглянутих польових і лісових дорогах, трельовальних волоках), які концентрують і прискорюють поверхневий стік.

Висновок

На паводкову загрозу в басейні річки Бодрог впливає багато факторів. В умовах досліджуваної території до найважливіших відноситься водопроникність ґрунтів і гірських порід, а також лісистість парціальних водозборів. Якщо водопроникність ґрунтів і підґрунтя впливає з природних процесів, то на лісистість впливають зміни у суспільному порядку і господарстві. За оцінюваний період 1990–2013 років переважали позитивні зміни лісового покриття над негативними. Лише 3,7 % площі малих водозборів (15 водозборів) віднесено до категорії «низька паводкова загроза». Більшість території – 68,7 % (284 водозбори) класифіковано як категорія «середня» і 27,5 %

povodňová hrozba“. Vplyvom zvýšenia podielu lesnej pokrývky došlo v 23 malých povodiach k zníženiu povodňovej hrozby, len v 1 prípade k jej zvýšeniu.

Podakovanie

Vytvorené s využitím dát programu Copernicus a informácií financovaných Európskou Úniou – vrstvy EU-DEM. Táto práca vznikla s finančnou podporou projektov: Hydrofor (HUSKROUA/1101/262) v rámci programu cezhraničnej spolupráce spolufinancovaného z prostriedkov EU (70 %); ISSOP – Integrovaný systém pre simuláciu odtokových procesov (ITMS 26220220066), v rámci OPVaV spolufinancovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja (20 %) a projektu APVV-0111-10 (10 %).

(104 водозбори) до категорії «висока паводкова загроза». Під впливом збільшення частки лісового покриття у 23 малих водозборах відбулося зменшення паводкової загрози і лише в одному випадку – її підвищення.

Подяка

Створено з використанням даних програми Copernicus та інформацій, фінансованих Євросоюзом – верстви EU-DEM. Ця праця появилася за фінансової підтримки проектів: HYDROFOR (HUSKROUA/1101/262) в рамках програми Транскордонного співробітництва, яка співфінансується з коштів ЄС (70 %); ISSOP – Інтегрована система для моделювання процесів стоку (ITMS 26220220066), в рамках OPViV, яка співфінансується з Європейського фонду регіонального розвитку (20 %) та проекту APVV-0111-10 (10 %).

2. MANAŽMENT LESA V SLOVENSKEJ ČASTI POVODIA BODROGU

Slovenská časť povodia Bodrogu sa rozprestiera v najvýchodnejšom území Slovenskej republiky. Z východnej strany hraničí s Ukrajinou, zo severnej s Poľskom po hrebeni Nízkych Beskýd a zo západnej strany hrebeňmi pohoria Čergov a Slanských vrchov až po hranicu s Maďarskom, ktorá ohraničuje povodie Bodrogu z južnej strany. Severnú časť povodia zaberá Ondavská vrchovina a v centre východnej časti sú Vihorlatské vrchy.

Územie povodia je pomerne rozľahlé (tab. 2.1). Celé povodie Bodrogu má približne 667 204 ha a tvoria ho povodia štyroch prítokov. Najväčší podiel, približne 52 % má povodie Ondavy, za ktorým nasleduje povodie Laborca s podielom 25 %, povodie Uhu 19 % a povodie Latorice zaberá len 4 %. Podľa lesnatosti je poradie iné. Najvyššiu 47 % má Laborec, nasleduje Uh a Ondava s 40 % a 38 % lesnatosťou a najnižšiu lesnatosť, len 10 % má Latorica. Celé povodie Bodrogu na území Slovenska má lesnatosť 40 %.

Tab. 2.1 Lesnatosť celého povodia Bodrogu v SR

Povodie	Povodie		Lesy		Lesnatosť %
	ha	%	ha	%	
Ondava	344 629	52	131 726	50	38
Laborec	168 319	25	79 638	30	47
Uh	126 603	19	50 150	19	40
Latorica	27 653	4	2 699	1	10
Spolu	667 204	100	264 213	100	40

Približne jednu štvrtinu celého povodia Bodrogu tvorí Východoslovenská nížina, ktorá má veľmi nízku lesnatosť. Keď odpočítame toto územie a budeme zvažovať len lesy v horných častiach prítokov Bodrogu, tak sa lesnatosť výraznejšie zvýši (tab. 2.2). Pri Uhu až na 68 % a v Laborci a Ondave na 58 % a 46 %. Pre celý Bodrog sa zvýši lesnatosť z 40 na 53 %.

Vzhľadom na vysokú lesnatosť povodia a význam hydrických funkcií lesov najmä pri ich retenčnej schopnosti v krajine je nutné podrobnejšie analyzovať ich aktuálnu štruktúru pre ich manažment. Využila sa k tomu databáza porasťových údajov z platných lesných hospodárskych plánov pre lesné hospodárske celky v povodí Bodrogu.

2. МЕНЕДЖМЕНТ ЛІСУ В СЛОВАЦЬКІЙ ЧАСТИНІ БАСЕЙНУ РІЧКИ БОДРОГ

Словацька частина басейну річки Бодрог знаходиться на крайньому сході Словацької Республіки. Зі сходу межує з Україною, з півночі – з Польщею вздовж гребенів Низьких Бескидів і з заходу вздовж гребенів Черговських та Сланських верхів аж до кордону з Угорщиною, який обмежує басейн річки Бодрог з півдня. Північну частину басейну покриває Ондавська верховина, а в центрі східної частини – гори Вигорлат.

Територія басейну досить обширна (табл. 2.1). Загальна площа басейну Бодрогу має близько 667 204 га і складається з чотирьох басейнів приток. Найбільша частка, приблизно 52 %, припадає на басейн Ондави, за яким іде басейн Лаборця з часткою 25 %, басейн Ужа 19 %, і басейн Латориці займає тільки 4 %. Залежно від лісистості розподіл частки басейнів інший. Найбільшу лісистість – 47 % – має басейн Лаборця, за ним ідуть басейни Ужа і Ондави з лісистістю 40 % і 38 %, і найнижчу лісистість, тільки 10 %, має басейн Латориці. Лісистість басейну Бодрогу на території Словаччини становить 40 %.

Табл. 2.1 Лісистість басейну Бодрогу в Словаччині

Басейн	Басейн		Ліси		Лісистість %
	га	%	га	%	
Ондава	344 629	52	131 726	50	38
Лаборець	168 319	25	79 638	30	47
Уж	126 603	19	50 150	19	40
Латориця	27 653	4	2 699	1	10
Разом	667 204	100	264 213	100	40

Майже одну чверть всього басейну річки Бодрог утворює Східнославацька низовина, яка характеризується дуже низькою лісистістю. Якщо не враховувати цю територію і розглядати тільки ліси у верхніх частинах приток Бодрогу, то лісистість значно збільшиться (табл. 2.2). Для басейну Ужа до 68 %, Лаборця та Ондави до 58 % і 46 %. Лісистість усього басейну Бодрогу збільшиться з 40 до 53 %.

Зважаючи на високу лісистість басейну та важливість гідрологічних функцій лісів, головним чином, їх утримуючу здатність в ландшафті, необхідно детальніше аналізувати існуючу структуру лісів для управління ними. Для цього використано базу даних з таксаційними характеристиками насаджень існуючих лісгосподарських планів лісових господарств у басейні річки Бодрог.

Tab. 2.2 Lesnatosť povodia Bodrogu v SR bez Východoslovenskej nížiny

Povodie	Povodie		Lesy		Lesnatosť %
	ha	%	ha	%	
Ondava	279 236	57	129 243	49	46
Laborec	136 580	28	79 095	30	58
Uh	73 831	15	50 459	19	68
Latorica	0	0	0	0	0
Spolu	489 647	100	258 797	98	53

2.1 Kategórie lesov

Členenie lesov podľa účelu ich využívania stanovuje zákon o lesoch. Podľa neho sa rozlišujú 3 základné kategórie lesov:

- hospodárske,
- ochranné,
- osobitného určenia.

Hospodárske lesy sú určené na trvalú produkciu dreva a ostatných lesných produktov pri súčasnom zabezpečovaní mimoprodukčných funkcií lesov.

Lesy ochranné sú podrobnejšie špecifikované ako:

- a) lesy na mimoriadne nepriaznivých stanovištiach, ako sú najmä sutiny, strže, strmé svahy so súvislo vystupujúcou materskou horninou, nespevnené štrkové nánosy, rašeliniská, mokrade a inundačné územia vodných tokov,
- b) vysokohorské lesy pod hornou hranicou stromovej vegetácie, ktoré plnia funkciu ochrany nižšie položených lesov a pozemkov, lesy na exponovaných horských svahoch pod silným nepriaznivým klimatickým vplyvom a lesy znižujúce nebezpečenstvo lavín,
- c) lesy nad hornou hranicou stromovej vegetácie s prevládajúcim zastúpením kosodreviny,
- d) ostatné lesy s prevažujúcou funkciou ochrany pôdy.

Osobitného určenia (účelové) ako lesy:

- a) v ochranných pásmach vodárenských zdrojov I. stupňa, II. stupňa a III. stupňa, ak pri odberoch vody z povrchového zdroja alebo podzemného zdroja možno zabezpečiť výdatnosť a kvalitu vodného zdroja len prostredníctvom osobitného režimu hospodárenia,

Табл. 2.2 Лісистість басейну Бодрогу в Словаччині без Східнославацької низовини

Басейн	Басейн		Ліси		Лісистість %
	га	%	га	%	
Ондава	279 236	57	129 243	49	46
Лаборець	136 580	28	79 095	30	58
Уж	73 831	15	50 459	19	68
Латориця	0	0	0	0	0
Разом	489 647	100	258 797	98	53

2.1 Категорії лісів

Розподіл лісів відповідно до мети їх використання встановлює закон про ліси. Згідно з законом виділено три основні категорії лісів:

- господарські (експлуатаційні),
- захисні,
- спеціального призначення.

Господарські (експлуатаційні) ліси призначені для безперервного продукування деревини та інших лісових продуктів і водночас забезпечення невикористаних функцій лісів.

Захисні ліси більш детально визначені як:

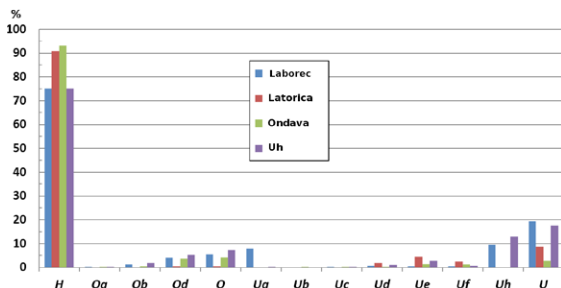
- ліси в екстремальних умовах місцезростання, наприклад кам'янисті розсипи, яри, стрімкі схили з безперервно виступаючою материнською породою, незакріплені щербеністі відкладення, торфовища, заболочені і заплавні ділянки річок,
- високогірні ліси під верхньою межею лісу, які виконують функцію захисту нижче розташованих лісів та угідь, ліси на відкритих гірських схилах під сильним несприятливим впливом клімату і ліси, що знижують небезпеку сходження лавин,
- ліси вище верхньої межі лісу з переважанням у своєму складі карликової сосни гірської,
- інші ліси з домінуванням функції захисту ґрунту.

Ліси спеціального призначення (цільові):

- в смугах охорони водних джерел I ступеня, II ступеня і III ступеня, якщо при заборі води з поверхневого джерела або підземного джерела можна забезпечити дебіт і якість водного ресурсу тільки через особливий режим господарювання,

- b) v ochranných pásmach prírodných liečivých zdrojov, zdrojov prírodných minerálnych vôd a vo vnútornom kúpeľnom území kúpeľného miesta,
- c) prímestské a ďalšie lesy s významnou zdravotnou, kultúrnou alebo rekreačnou funkciou,
- d) v uznaných zverníkoch a samostatných bažantniciach,
- e) v chránených územiach a na lesných pozemkoch s výskytom biotopov európskeho významu alebo chránených druhov,
- f) v zriadených génových základniach lesných drevín,
- g) určené na lesnícky výskum a lesnícku výučbu,
- h) ktoré sú nevyhnutné pre potreby obrany štátu (vojenské lesy) podľa osobitných predpisov.

Z obr. 2.1 je zrejmé, že na lesných pozemkoch je rozhodujúca kategória hospodárskych lesov so zastúpením 75 % v povodí Laborca a Uhu a približne 90 % v povodí Latorice a Ondavy. Zvyšné podiely, približne 5 % sú pre ochranné lesy s prevažujúcou ochranou pôdy a účelové lesy, približne 10 – 20 % tvoria najmä vojenské lesy a chránené biotopy európskeho významu.



Obr. 2.1 Zastúpenie lesov podľa povodí a kategórií. H – hospodárske, O – ochranné, U – účelové, Oa, Ob, Od – ochranné špecifikované podľa odsekov a, b, d. Ua – Uh – účelové špecifikované podľa odsekov a – h.

V povodí Bodrogu sa nachádzajú 3 pomerne veľké vodné nádrže. Starina ako zdroj pitnej vody a Domaša a Zemplínska širava sú zdrojom vody pre priemyselnú výrobu. Samozrejme, že ich účelom je aj zadržiavanie väčších prívalových vĺn v povodí prítokov Bodrogu. Lesy v ich bližšom okolí sú zaradené obyčajne do kategórie účelových lesov a ochranných pásiem vodných zdrojov I. – III. stupňa podľa odseku a). Do tej istej kategórie, ale podľa odseku b) sa zaradujú aj lesy v ochranných pásmach prírodných liečivých zdrojov, zdrojov prírodných minerálnych vôd a vo vnútornom kúpeľnom území kúpeľného miesta. Najvyš-

- b) в смугах охорони природних лікувальних джерел, джерел природних мінеральних вод та на внутрішніх лікувально-оздоровчих територіях курортів,
- c) приміські та інші ліси з важливою санітарно-оздоровчою, культурною чи рекреаційною функцією,
- d) у визнаних звіринцях та окремих фазанаріях,
- e) у заповідниках і лісових угіддях з існуванням біотопів європейського значення або охоронюваних видів,
- f) у створених генетичних заповідниках лісових порід,
- g) призначені для лісових досліджень і лісового навчання,
- h) які необхідні для потреб національної оборони (військові ліси) згідно зі спеціальними директивами.

На рис. 2.1 видно, що в лісових угіддях переважає категорія господарських лісів, які становлять 75 % у басейні Лаборця і Ужа та приблизно 90 % у басейні Латориці і Ондави. Решту, приблизно 5 %, становлять захисні ліси з переважанням захисту ґрунту та спеціального призначення, приблизно 10 – 20 % становлять, зокрема, військові ліси та охоронні біотопи європейського значення.

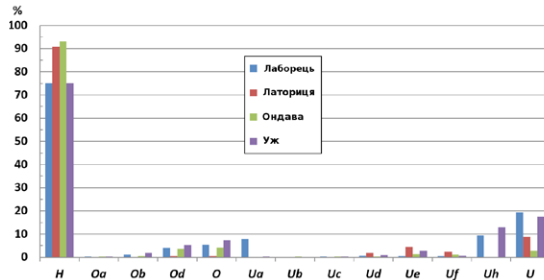
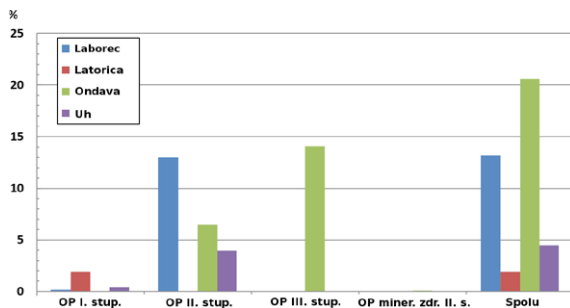


Рис. 2.1 Частка лісів за басейнами та категоріями. *H* – господарські, *O* – захисні, *U* – спеціального призначення, *Oa*, *Ob*, *Od* – захисні, вказані відповідно до пунктів a, b, d. *Ua* – *U* – спеціального призначення, вказані відповідно до пунктів a – h.

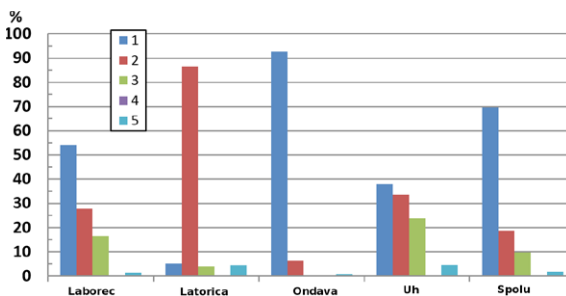
У басейні Бодрогу знаходяться три відносно великі водосховища. Старина в якості джерела питної води, Домаша і Земпайнска Ширава, які є джерелом технічної води. Природно, що їх метою є затримання великих зливових хвиль у басейні приток Бодрогу. Ліси в ближчих околицях, як правило, включені в категорію лісів спеціального призначення та охоронних смуг водних джерел I – III ступенів відповідно до пункту a). До тої же категорії, але відповідно до пункту b) відносяться також ліси в охоронних смугах природних лікувальних джерел, джерел природних мінеральних вод та внутрішніх лі-

šie zastúpenie (obr. 2.2) majú lesy v ochranných pásmach vodných zdrojov II. a III. stupňa v povodí Laborca a Ondavy.



Obr. 2.2 Podiel lesov v ochranných pásmach (OP) I – III. stupňa vodných zdrojov a minerálnych vôd v povodiach.

Lesy v povodí Bodrogu sa nachádzajú v najvýchodnejšej časti Slovenska a pokrývajú pomerne vzácnejšie a menej narušené prírodné oblasti. Sú to chránené územia s výskytom biotopov európskeho významu a chránených rastlinných a živočíšnych druhov. Lesy na tomto území sú začlenené do kategórie účelových lesov so súhrnným zastúpením približne 1 – 5 % (obr. 2.1). Z týchto dôvodov sa v lesoch chránených území realizuje osobitný režim hospodárenia. Intenzita ochrany sa zvyšuje od prvého po piaty stupeň, kde sú už zakázané akékoľvek, aj ochranné opatrenia. Výskyt jednotlivých stupňov ochrany prírody je podľa povodí veľmi rozdielny, ale spolu za všetky povodia sa ich podiel znižuje od prvého stupňa s približne 70 % zastúpením po štvrtý a piaty stupeň s podielmi 0,2 a 1,7 %.



Obr. 2.3 Podiel lesov v povodiach podľa stupňov ochrany prírody 1 – 5.

кувально-оздоровчих курортних територій. Найбільшою часткою (рис. 2.2) представлені ліси в охоронних смугах водних джерел II і III ступенів у басейні Латорця і Ондави.

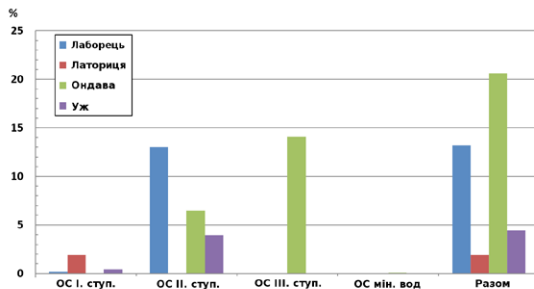


Рис. 2.2 Частка лісів в охоронних смугах (OP) I – III ступенів водних джерел та мінеральних вод у басейнах річок.

Ліси в басейні Бодрог розташовані на крайньому сході Словаччини і вкривають відносно цінні і менш порушені природні території. Це заповідні території з наявністю біотопів європейського значення та охоронюваних видів рослин і тварин. Ліси в цій місцевості включені до категорії лісів спеціального призначення із загальним представництвом приблизно 1 – 5 % (рис. 2.1). З цих причин у лісах заповідних територій реалізується особливий режим господарювання. Інтенсивність охорони збільшується від першого до п'ятого рівня, де заборонені будь-які, зокрема і захисні заходи. Наявність окремих рівнів охорони природи залежно від басейну дуже різна, але разом для всіх басейнів їх частка знижується від першого рівня з приблизно 70 % до четвертого і п'ятого рівня з частками 0,2 і 1,7 %.

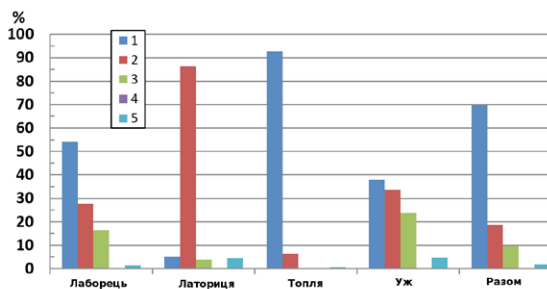
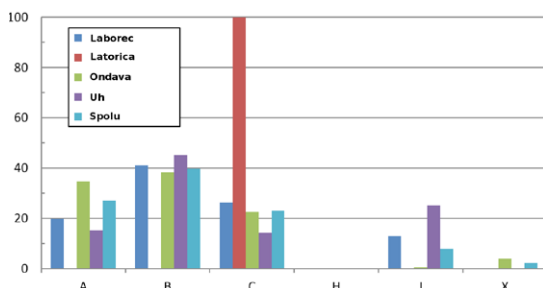


Рис. 2.3 Частка лісів у басейнах залежно від рівнів охорони природи 1 – 5.

Podkladom pre zaradenie porastov do kategórií lesov je funkčná typizácia porastov. Pri nej sa z širšej zostavy funkcií určí pre každý porast prvoradý a druhoradý význam tej konkrétnej funkcie, ktorú by mal lesný porast plniť. Pre kategóriu hospodárskych lesov s podielom približne 75 – 90 % (obr. 2.1) je prvoradá produkčná funkcia. Vzhľadom na prevažujúce zastúpenie tejto kategórie a jej rozhodujúci hospodársky význam sa vypočítal podiel jej druhoradých funkcií (obr. 2.4). Približne 15 – 35 % lesných porastov má aj v druhom rade len produkčný význam. Pri povodiach okrem Latorice je v hospodárskych lesoch významný 38 – 45 % podiel s protieróznou a 14 – 26 % podiel s vodohospodárskou funkciou. Ich spoločný podiel v rozsahu 52 – 71 % len deklaruje a zvýrazňuje dôležitosť lesov na plnenie ich hydrických funkcií.



Obr. 2.4 Podiel lesov s druhoradými funkciami typu A – X v kategórii hospodárskych lesov s prvoradou produkčnou funkciou podľa povodí. Príčom je druhoradý funkčný typ A – produkčný, B – protierózný, C – vodohospodársky, H – rekreačný, J – ochrana prírody, X – protiimisiý.

2.2 Technologické podmienky obhospodarovania lesov

Terénne typy

V lesných porastoch sú technologické podmienky determinované hlavne konkrétnym terénom a približovacou vzdialenosťou. Terény sú klasifikované do 10 terénnych typov podľa sklonu svahov a priechodnosti terénu traktormi takto:

Terénny typ	Popis
1	Priechodný terén v rozsahu sklonov 0 – 20 %,
2	Priechodný terén za určitých klimatických podmienok v rozsahu sklonov 0 – 20 %,
3	Nepriechodný terén v rozsahu sklonov 0 – 20 %,
4	Priechodný terén v rozsahu sklonov 21 – 40 %,

Основою віднесення деревостанів до категорії лісів є функціональна типологія насаджень. Для цього, з більш широкого складу функцій визначається для кожного деревостану першочергове та другорядне значення конкретної функції, яку має виконувати деревостан. Для категорії господарських лісів, що становить приблизно 75 – 90 % (рис. 2.1) є першочерговою виробнича функція. З огляду на перевагу цієї категорії і її вирішальне економічне значення визначається частка її другорядних функцій (рис. 2.4). Близько 15 – 35 % лісових деревостанів мають і в другому ряді лише виробниче значення. Для басейнів, крім Латориці, в господарських лісах важливою є частка 38 – 45 % з протиерозійною і 14 – 26 % з водогосподарською функцією. Їх спільна частка в межах 52 – 71 % лише декларує й підкреслює важливість лісів для виконання гідрологічних функцій.

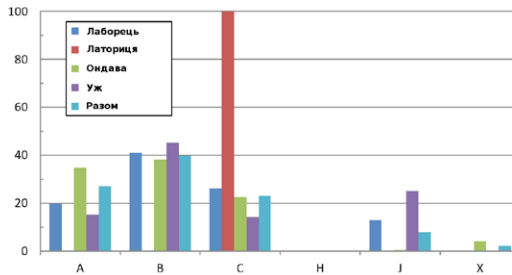


Рис. 2.4 Частка лісів з другорядними функціями типу А – Х в категорії господарських лісів з першочерговою виробничою функцією залежно від басейну. В той же час є другорядним функціональний тип А – виробничий, В – протиерозійний, С – водогосподарський, Н – рекреаційний, J – охорона природи, Х – протиємісійний.

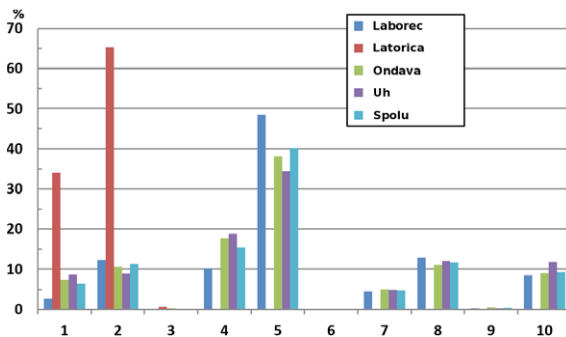
2.2 Технологічні умови лісогосподарювання

Типи місцевості

У лісонасадженнях технологічні умови визначаються в основному конкретною місцевістю та відстанями трелювання. Місцевості класифікуються на 10 типів залежно від стрімкості схилів та прохідності місцевості для тракторів наступним чином:

Тип місцевості	Опис
1	Прохідна місцевість у діапазоні нахилів 0 – 20 %
2	Прохідна місцевість за певних кліматичних умов у діапазоні нахилів 0 – 20 %
3	Непрохідна місцевість у діапазоні нахилів 0 – 20 %
4	Прохідна місцевість у діапазоні нахилів 21 – 40 %

Terénny typ	Popis
5	Priechnodný terén za určitých klimatických podmienok v rozsahu sklonov 21 – 40 %,
6	Nepriechnodný terén v rozsahu sklonov 21 – 40 %,
7	Priechnodný terén v rozsahu sklonov 41 – 50 %,
8	Priechnodný terén za určitých klimatických podmienok v rozsahu sklonov 41 – 50 %,
9	Nepriechnodný terén v rozsahu sklonov 41 – 50 %,
10	Nepriechnodný terén v rozsahu sklonov 51 – 100 %.



Obr. 2.5 Podiel lesov podľa terénnych typov 1 – 10 v povodiach.

Pri sklonoch do 50 % je podiel nepriechnodných terénov vo všetkých povodiach takmer nulový (obr. 2.5). Významný podiel 9 – 12 % majú nepriechnodné terény so sklonom svahov nad 50 %. Najväčšie zastúpenie majú terény so sklonmi 21 – 40 % a v nich terény, ktoré sú priechnodné len za určitých klimatických podmienok. Je to najmä z dôvodu existencie flyšového podložia na väčšine územia okrem Slanských a Vihorlatských vrchov. Pre názornejšiu interpretáciu terénnych pomerov sa zlúčili jednotlivé typy do skupín:

1, 4, 7	Priechnodný terén v rozsahu sklonov 0 – 50 %
2, 5, 8	Priechnodný terén za určitých klimatických podmienok, sklonov 0 – 50 %
3, 6, 9, 10	Nepriechnodný terén v rozsahu sklonov 0 – 100 %

Skupina priechnodných terénov so sklonom svahov do 50 % má u väčšiny povodií približne 30 – 35 % zastúpenie (obr. 2.6). Nadpolovičné zastúpenie približne 55 – 75 % tvoria porasty so sklonom tiež len do 50 %, avšak s priechnodnosťou terénu len za určitých klimatických podmienok. Z rôznych príčin úplne nepriechnodné terény zaberajú približne 9 – 12 %. Výnimkou je len povodie Latorice s 1 % podielom nepriechnodných terénov.

Тип місцевості	Опис
5	Прохідна місцевість за певних кліматичних умов у діапазоні нахилів 21 – 40 %
6	Непрохідна місцевість у діапазоні нахилів 21 – 40 %
7	Прохідна місцевість у діапазоні нахилів 41 – 50 %
8	Прохідна місцевість за певних кліматичних умов у діапазоні нахилів 41 – 50 %
9	Непрохідна місцевість у діапазоні нахилів 41 – 50 %
10	Непрохідна місцевість у діапазоні нахилів 51 – 100 %

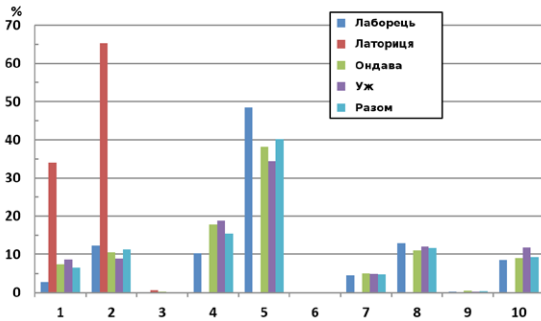
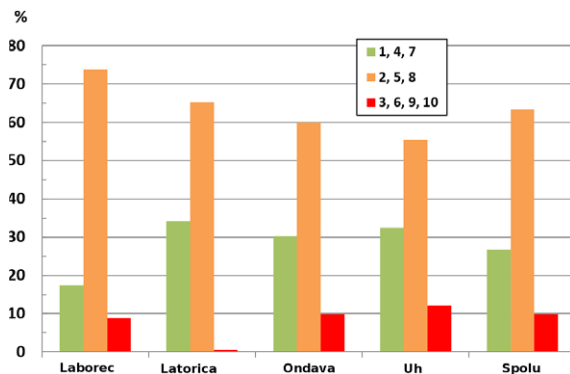


Рис. 2.5 Частка лісів залежно від типів місцевості 1 – 10 у басейнах.

При стрімкості схилів до 50 % частка непрохідних місцевостей у всіх басейнах майже нульова (рис. 2.5). Значну частку 9 – 12 % становлять непрохідні місцевості зі стрімкістю схилів понад 50 %. Найбільшу частку становлять місцевості з нахилом 21 – 40 % і в них місцевості, які є прохідними за певних кліматичних умов. В основному це пов'язано з існуванням флішової материнської породи на більшості територій, крім Сланських верхів та Вигорлату. Для яснішої інтерпретації умов місцевості окремі типи були об'єднані в групи:

1, 4, 7	Прохідна місцевість в діапазоні нахилів 0 – 50 %
2, 5, 8	Прохідна місцевість за певних кліматичних умов, нахили 0 – 50 %
3, 6, 9, 10	Непрохідна місцевість в діапазоні нахилів 0 – 100 %

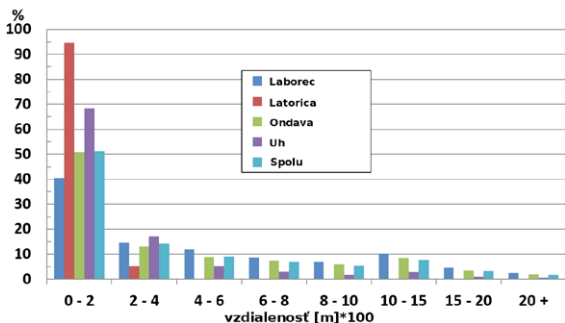
Група прохідних місцевостей з нахилом схилів до 50 % становить у більшості басейнів приблизно частку 30 – 35 % (рис. 2.6). Більше половини – приблизно 55 – 75 % – становлять деревостани з нахилом також до 50 %, проте з прохідністю місцевості тільки за певних кліматичних умов. З різних причин повністю непрохідні місцевості займають близько 9 – 12 %. Єдиним винятком є басейн Латориці з 1 % часткою непрохідних місцевостей.



Obr. 2.6 Podiel lesov v povodiach podľa skupín terénnych typov 1, 4, 7 – prístupný, 2, 5, 8 – prístupný obmedzený a 3, 6, 9, 10 – neprístupný terén.

Približovacie vzdialenosti

Pre manažment lesov, hlavne ťažbovo-dopravné činnosti sú dôležité približovacie vzdialenosti na dopravu dreva z porastov na odvozné miesta. Vyrúbané stromy alebo kmene sa väčšinou vlečú v závесе alebo polozávесе po približovacích cestách na odvozné miesta. Intenzita deštrukcie a vodnej erózie s následným splavovaním povrchu ciest súvisí s dĺžkou trasy po ktorej sa drevo vlečie. Z tohto dôvodu je logické, aby trasy boli čo najkratšie. Najkratšie približovacie vzdialenosti do 200 m má 40 – 68 % porastov (obr. 2.7). Výnimkou je povodie Latorice, kde je takýchto porastov až 95 %. Podiely väčších približovacích vzdialenosti sa postupne znižujú. Najvýraznejšie na približne 15 % už pri vzdialenosti 200 – 400 m. Približovacie vzdialenosti nad 1 000 m alebo až 2 000 m sú zastúpené približne 5 – 2 %.



Obr. 2.7 Podiel lesov v povodiach podľa približovacej vzdialenosti.

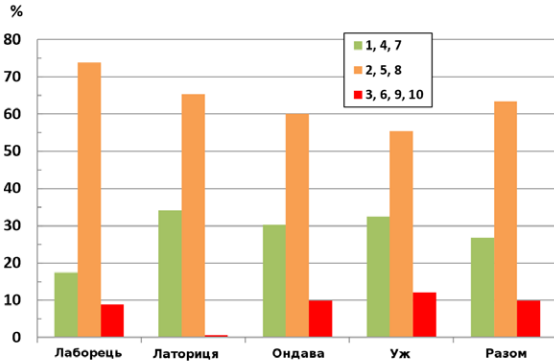


Рис. 2.6 Частка лісів у басейнах залежно від груп типів місцевостей 1, 4, 7 – прохідні, 2, 5, 8 – прохідність обмежена та 3, 6, 9, 10 – непрохідна місцевість.

Відстані трелювання

Для ведення лісового господарства, особливо заготівельно-транспортної діяльності мають важливе значення відстані трелювання деревини з деревостанів на верхні склади. Зрубані дерева або стовбури, як правило, трелюються в підвісному або напівпідвісному положенні трелювальними волоками на верхні склади. Інтенсивність руйнування та водної ерозії з наступним розмивом дорожньої поверхні пов'язана з довжиною волоку, по якому деревина трелюється. З цієї причини логічно, щоб довжина волоків була якомога коротшою. Умови для найкоротшої відстані трелювання до 200 м мають від 40 до 68 % деревостанів (рис. 2.7). Винятком є басейн Латориці, де таких деревостанів майже 95 %. Частка деревостанів з більшими відстанями трелювання поступово знижується. Найбільш істотно, приблизно 15 % насаджень, – з умовами трелювання на відстані 200 – 400 м. Приблизно 2 – 5 % деревостанів з відстанями трелювання понад 1 000 м або до 2 000 м.

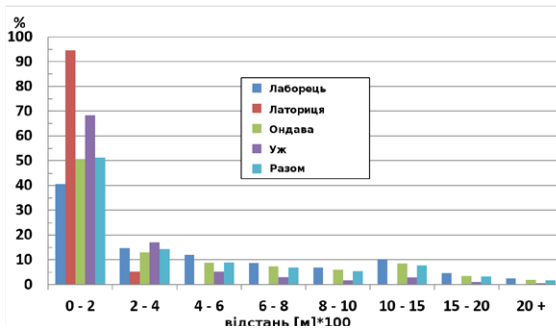


Рис. 2.7 Частка лісів у басейнах залежно від відстані трелювання.

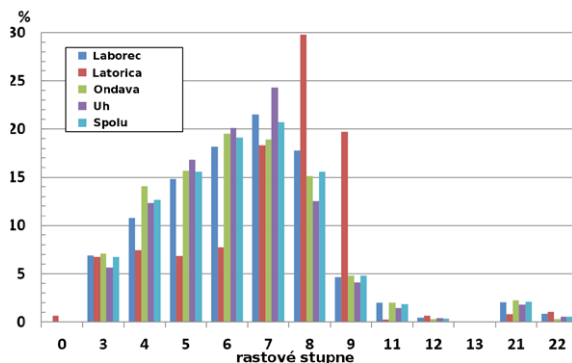
2.3 Štruktúra porastov a hospodárskych opatrení

Rastové stupne

Súhrnne vyjadrujú nielen rastovú vyspelosť, ale aj približnú štruktúru lesných porastov. Sú výsledkom dlhodobého manažmentu lesov v povodí. Sú označené takto:

Stupeň	Popis
0	Holina,
3	Mladina do 5 cm hrúbky stredného kmeňa,
4	Žrďovina hrúbky stredného kmeňa 6 – 12 cm,
5	Žrďovina hrúbky stredného kmeňa 13 – 19 cm,
6	Tenká kmeňovina hrúbky stredného kmeňa 20 – 27 cm,
7	Stredná kmeňovina hrúbky stredného kmeňa 28 – 35 cm,
8	Hrubá kmeňovina hrúbky stredného kmeňa 36 – 43 cm,
9	Veľmi hrubá kmeňovina hrúbky stredného kmeňa od 44 cm,
11	Zmladenie do výšky 0,50 m,
12	Kultúra do výšky 0,50 m,
13	Podsadba do výšky 0,50 m,
21	Nárust vo výške 0,51 – 1,0 m,
22	Odrastená kultúra vo výške 0,51 – 1,0 m.

Ich podiely (obr. 2.8) majú pomerne vyrovnané rozdelenie vo všetkých povodiach okrem Latorice. Stúpajú od najnižších stupňov až po stredne hrubú kmeňovinu s podielom približne 20 %. Najmladšie stupne sa delia aj podľa vzniku. Porast s výškou do 0,50 m má pre prirodzené zmladenie stupeň 11 a pre umeľú obnovu stupeň 12 a 13. Podobne je to aj v ďalšom stupni s výškou porastu 0,51 – 1,0 m. Stupeň 21 je pre odrastený porast z prirodzeného zmladenia a stupeň 22 pre porast z umelej obnovy. V každej skupine rastových stupňov je približne po 2,5 % porastov. Pri hydrických funkciách lesov je veľmi dôležitý



Obr. 2.8 Podiel lesných porastov podľa rastových stupňov v povodiach.

2.3 Структура деревостанів та господарських заходів

Класи розвитку (вегетації)

У сукупності вони відображають не тільки вегетаційну зрілість, але й орієнтовну структуру деревостанів. Вони є результатом довготривалого лісогосподарювання в басейні. Позначаються таким чином:

Клас	Опис
0	Зруб (галявина)
3	Молодняк, товщина середнього стовбура до 5 см
4	Жердняк, товщина середнього стовбура 6 – 12 см
5	Жердняк, товщина середнього стовбура 13–19 см
6	Тонкостовбурне насадження, товщина середнього стовбура 20 – 27 см
7	Середньостовбурне насадження, товщина середнього стовбура 28 – 35 см
8	Грубостовбурне насадження, товщина середнього стовбура 36 – 43 см
9	Дуже грубостовбурне насадження, товщина середнього стовбура від 44 см
11	Підріст висотою до 0,5 м
12	Культури висотою до 0,5 м
13	Доповнення (під наметом) висотою до 0,5 м
21	Підлісок висотою 0,51–1,0 м
22	Зростаючі культури висотою 0,51–1,0 м

Їх частки (рис. 2.8) мають достатньо вирівняний розподіл в усіх басейнах, крім Латориці. Зростають від найнижчих класів до середньостовбурних насаджень з часткою близько 20 %. Наймолодші класи розподілені залежно від походження. Насадження висотою до 0,50 м з природного поновлення віднесено до 11 класу, а з штучного поновлення – 12 і 13 класів. Так само є і в наступному класі насадження висотою від 0,51 до 1,0 м. До класу 21 віднесено зростаюче насадження природного походження, а до класу 22 зі штучного походження. У кожній групі вегетаційних класів є близько 2,5 % насаджень.

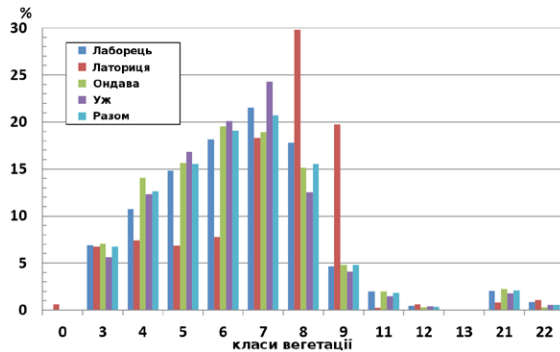
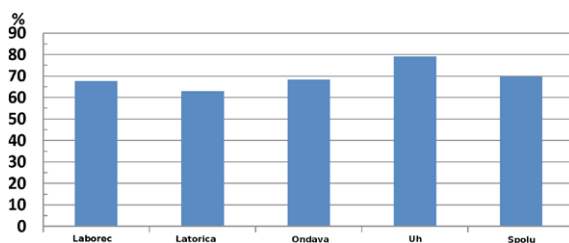


Рис. 2.8 Частка лісових насаджень залежно від класів вегетації в басейнах.

podiel holín. Okrem povodia Latorice, kde majú holiny podiel približne 0,6 % majú holiny v ostatných povodiach len nepatrné zastúpenie do 0,1 %.

Prirodzená obnova

V povodí Bodrogu sa obnoví ročne približne 3 tis. ha lesných porastov. V tom je započítaná umelá obnova z prvého a opakovaného zalesnenia, ale aj z prirodzenej obnovy. Tá je veľmi pozitívna v plnení hydrických funkcií lesov a má v porovnaní s celoslovenským priemerom za posledné roky približne 40 % relatívne vysoké zastúpenie. V jednotlivých povodiach sa pohybuje v rozpätí od 63 % v povodí Latorice do 79 % v povodí Uhu (obr. 2.9). Tento podiel je takmer dvojnásobný v porovnaní s celým Slovenskom. Je výsledkom nielen priaznivých prírodných podmienok (klíma, stanovište, prevaha buka), ale určite aj s prioritným záujmom pre prirodzenú obnovu, ktorá je ekologická a efektívna.



Obr. 2.9 Podiel prirodzenej obnovy lesných porastov v povodiach.

Výchova porastov

Realizuje sa prostredníctvom hospodárskych opatrení od zalesňovania cez prečistky po prebierky. Ich podiel závisí najmä od štruktúry lesov v jednotlivých povodiach. Zastúpenia húštin, žrdkovín a žrdovín, ale aj zastúpením holín pre obnovu. Umelé zalesňovanie (prvé) sa v jednotlivých povodiach realizuje s podielom približne len 0,5 – 1,0 % z celkovej plochy porastov (obr. 2.10). Prečistky sa vykonávajú na ploche približne 10 – 15 % a prebierky, ktorých je najviac sa realizujú na ploche približne 32 – 44 % z celkovej porastovej plochy jednotlivých povodí. Vzhľadom nato, že v niektorých porastoch sa prečistky a prebierky vykonávajú v plánovanom decenálnom období opakovane, ich podiel sa potom zvýši o 5 – 6 %.

Для гідрологічних функцій лісів є дуже важливою частка зрубів (галявин). Частка зрубів, крім басейну Латориці, де вона становить приблизно 0,6 %, в інших басейнах незначна – до 0,1 %.

Природне поновлення

У басейні Бодрогу відновлюється щорічно близько 3 тис. га лісових насаджень. Це відновлення складається з первинного та повторного заліснення, а також з природного поновлення. Останнє дуже позитивне для виконання гідрологічних функцій лісів і загалом по Словаччині становить в останні роки відносно високу частку – майже 40 %. У кожному річковому басейні вона коливається від 63 % у басейні Латориці до 79 % у басейні Ужа (рис. 2.9). Ця частка майже в два рази більша в порівнянні із загальною по Словаччині. Це результат не тільки сприятливих природних умов (клімат, місцезростання, переважання бука), але, звичайно, також пріоритетною цікавленістю у природному поновленні, яке є екологічним та ефективним.

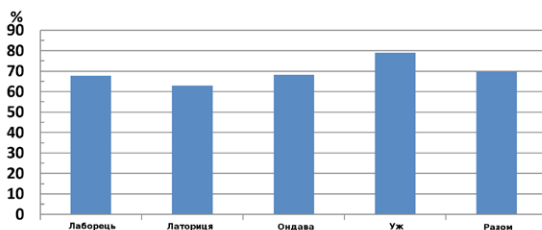
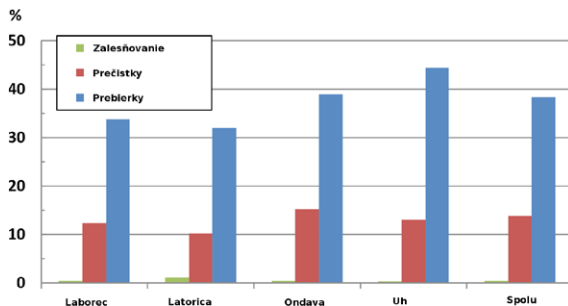


Рис. 2.9 Частка природного поновлення лісових насаджень у басейнах.

Догляд за насадженнями

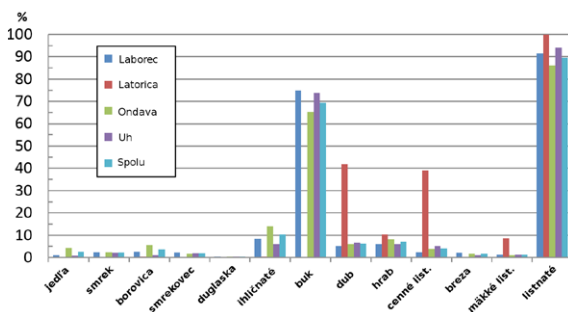
Реалізовується за допомогою лісогосподарських заходів – починаючи з лісо-відновлення, прочищення і завершуючи прорідженням. Їх частка в основному залежить від структури лісів в окремих басейнах річок, складу молодняків, жердняків, а також стану зрубів під лісовідновлення. Штучне заліснення (перше) в окремих басейнах річок здійснюється тільки на площі близько 0,5 – 1,0 % від загальної площі насаджень (рис. 2.10). Прочищення проводяться на площі приблизно 10 – 15 %, а прорідження, яких є більшість, здійснюються на площі майже 32 – 44 % від загальної площі окремих басейнів. Враховуючи, що в деяких насадженнях прочищення та прорідження проводяться упродовж планового десятирічного періоду повторно, їх частка потім збільшується на 5 – 6 %.



Obr. 2.10 Podiel pestovateľských opatrení z plochy lesa v povodiach.

Zásoba a ťažba dreva

Ťažba dreva je rozhodujúce hospodárske opatrenie, ktoré môže priamo aj nepriamo, ale hlavne negatívne ovplyvňovať plnenie hydrických funkcií lesov. Začína to v porastoch, hlavne pri obnovných ťažbách, keď sa zrúbe dospelý porast a po ňom zostane holá plocha alebo v lepšom prípade nezapojený nárast. Plocha takého porastu má menšiu retenčnú schopnosť priamych dažďových zrážok, ale najmä vody z jarného topenia snehu. Pri vytahovaní zrúbaných stromov z porastov sa odкрýva minerálny pôdny povrch s potenciálnou možnosťou jej erózie a tieto procesy potom pokračujú pri vlečení kmeňov po približovacích linkách a približovacích cestách až na odvozné miesto. Umiestnenie a plochu odvozných miest určujú približovacie vzdialenosti, množstvo ťaženého dreva, ktoré gravituje na odvozné miesto a logistika celého ťažbovo dopravného procesu. Pre ťažbu dreva sú rozhodujúce jeho porastové zásoby. V povodí Bodrogu sú porastové zásoby dreva približne 61 mil. m³. U väčšiny povodí okrem Latorice tvorí približne 5 – 15 % zásoba ihličnatých a približne 85 – 95 % listnatých



Obr. 2.11 Podiel zásob dreva podľa drevín v povodiach.

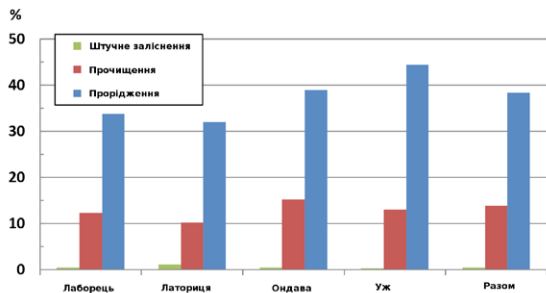


Рис. 2.10 Частка заходів догляду від площі лісів у басейнах.

Запас та заготівля деревини

Заготівля деревини – вирішальний економічний (господарський) захід, який може прямо або побічно, але передусім негативно впливати на виконання лісом гідрологічних функцій. Заготівля починається в насадженнях, особливо при кінцевій заготівлі, коли вирубується стигле насадження, і після цього залишається оголена площа (зруб), або, в кращому випадку, не зімкнутий підріст. Оголена площа такого насадження має нижчу здатність утримувати дощові опади, і особливо воду від весняного танення снігу. При витягуванні заготовлених стовбурів з насадження оголюється мінералізований шар ґрунту з потенційною загрозою його ерозії, і ці процеси потім продовжуються під час трельовання стовбурів технологічними коридорами та трельовальними волоками аж на верхні склади. Розташування та площа верхніх складів визначається відстанню трельовання, кількістю деревини для заготівлі, яка тягнеться до верхнього складу та логістикою всього заготівельно-транспортного процесу. Для заготівлі деревини вирішальне значення мають

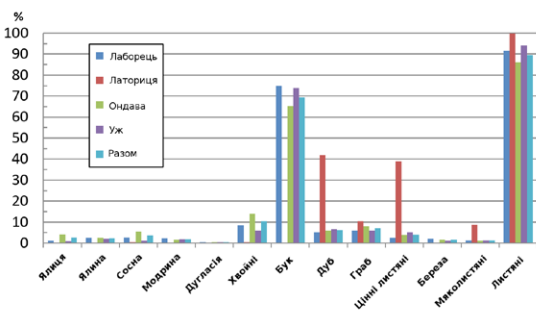
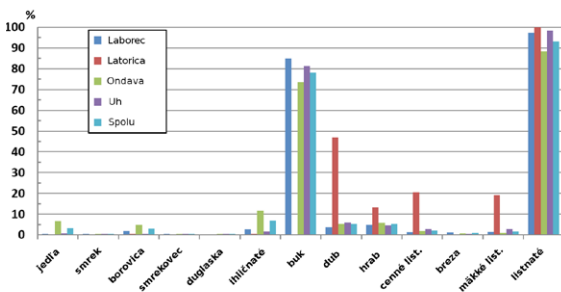


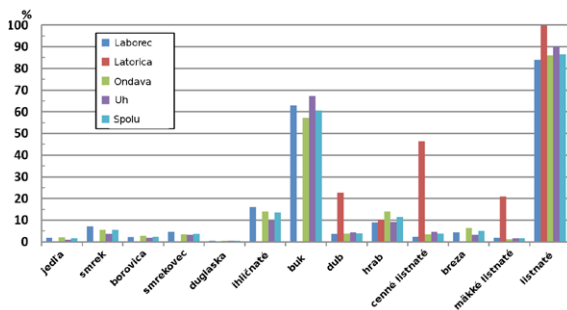
Рис. 2.11 Частка запасів деревини відповідних порід у басейнах.

drevín (obr. 2.11). Z listnatých drevín má rozhodujúce zastúpenie, približne 65 – 75 % buk.

Od zásob dreva v lesných porastoch sa odvíja aj ťažba dreva. Etát ročnej ťažby dreva je v povodí Bodrogu približne 1,34 mil. m³. Z toho je 1,07 mil. m³ rubná a 0,27 mil. m³ predrubná ťažba. Ťažbové percento z celkovej ťažby je 2,2 % a charakterizuje priemernú ťažbovú intenzitu. Podobne ako pri zásobách dreva, tak aj v prípade ťažby obnovnej alebo aj výchovnej je rozhodujúci objem listnatých drevín. Pri obnovnej ťažbe (obr. 2.12) je v rozsahu približne 90 – 100 % a pri výchovnej (obr. 2.13) v rozsahu 85 – 90 %, okrem povodia Latorice. Z listnatých drevín je rozhodujúci buk. V obnovnej ťažbe má podiel približne 75 – 85 % a vo výchovnej 55 – 65 %.



Obr. 2.12 Podiel drevín na obnovnej ťažbe dreva v povodiach.



Obr. 2.13 Podiel drevín na výchovnej ťažbe dreva v povodiach.

запаси деревини в насадженні. У басейні Бодрогу запаси деревини в насадженнях становлять близько 61 млн. м³. У більшості басейнів річок, крім Латориці, 5 – 15 % становить запас хвойних та приблизно 85 – 95 % листяних порід (рис. 2.11). З листяних порід має вирішальне значення бук, приблизно 65 – 75 %.

Від запасів деревини в деревостанах залежать і обсяги її заготівлі. Розрахункова лісосіка в басейні Бодрогу становить близько 1,34 млн. м³. З цього 1,07 млн. м³ становить кінцева заготівля (головна рубка) та 0,27 млн. м³ – рубка в пристигаючих лісах. Інтенсивність рубок від загального обсягу заготівлі становить 2,2 % і характеризується як середня. Як у випадку із запасами деревини, так і при кінцевій заготівлі або рубці догляду вирішальне значення мають обсяги заготівлі деревини листяних порід. При кінцевій заготівлі (рис. 2.12) ці обсяги знаходяться в діапазоні приблизно 90 – 100 %, а при рубках догляду (рис. 2.13) в діапазоні 85 – 90 %, крім басейну Латориці. З листяних порід вирішальне значення має бук. При кінцевій заготівлі деревини частка бука становить близько 75 – 85 %, а в рубках догляду 55 – 65 %.

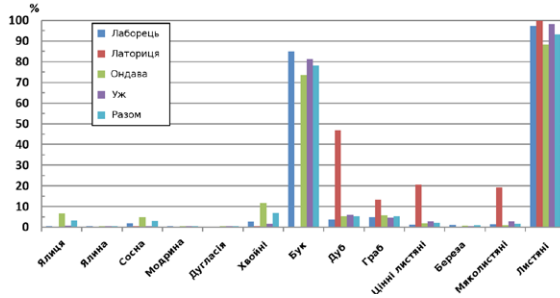


Рис. 2.12 Частка порід при кінцевій заготівлі в басейнах.

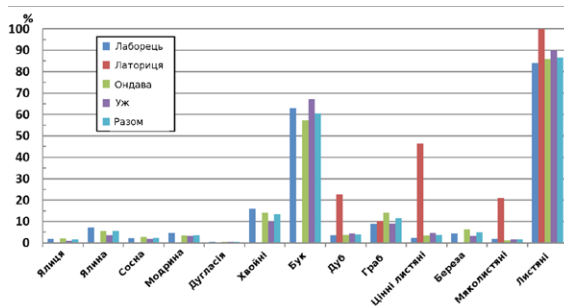


Рис. 2.13 Частка порід при рубках догляду в басейнах.

2.4 Záver

Povodie slovenskej časti Bodrogu má rozlohu približne 667 tis. ha z čoho sú 264 tis. ha lesné pozemky. Tvoria ho povodia štyroch prítokov s podielmi pre Ondavu 52 %, Laborec 25 %, Uh 19 % a Latoricu 4 %. Ich lesnatosť je od 10 % pri Latorici po 47 % pri Laborci. Súhrnne za povodie Bodrogu je lesnatosť 40 %. Po odpočítaní výmery Východoslovenskej nížiny sa lesnatosť zvyšnej hornej časti povodia Bodrogu zvýši na 53 % a v povodí jeho prítokov na 46 – 68 %.

V štruktúre lesov má rozhodujúce zastúpenie 75 – 90 % kategória hospodárskych lesov, ktorú nasledujú lesy účelové v rozpätí 10 – 20 % a ochranné približne 5 %, najmä s protieróznou a vodohospodárskou funkciou. V povodí sú vyčlenené aj 3 stupne ochranných pásiem vodných zdrojov a 5 stupňov ochrany prírody. Svojou rozlohou nemajú pre celé povodie Bodrogu zásadný význam. Zásoba dreva v lesných porastoch povodia Bodrogu je približne 61 mil. m³ z čoho tvorí 65 – 75 % buk. Ročná ťažba dreva 1,34 mil. m³ z čoho je približne 80 % v obnovných porastoch. Pri obnove lesných porastov sa dosahuje podiel prirodzenej obnovy približne v rozsahu 65 – 80 %.

Celoročné obhospodarovanie lesov determinujú pomerne zložité terénne podmienky. Sklony svahov do 50 % s celoročnou priechodnosťou terénom zaberajú 30 – 35 %. Porasty s rovnakými sklonmi svahov, ale s obmedzenou priechodnosťou terénu len za určitých klimatických podmienok zaberajú približne 55 – 75 % a úplne technologicky nepriechodné a neprístupné terény zaberajú 9 – 12 %. Výnimkou v tomto rozsahu sú lesy v povodí Latorice, kde je len 1 % nepriechodných lesných terénov. Najviac, približne 40 – 70 % porastov má približovaciu vzdialenosť do 200 m. Podiely väčších približovacích vzdialeností sa postupne znižujú, ale sú aj vzdialenosti nad 1 000 alebo aj 2 000 m so zastúpením približne 2 – 5 %.

2.4 Висновки

Басейн словацької частини Бодрогу має площу приблизно 667 тис. га, з якої 264 тис. га становлять лісові угіддя. Створюють його басейни чотирьох приток з часткою Ондави 52 %, Лаборця 25 %, Ужа 19 % і Латориці 4 %. Їх лісистість становить від 10 % у Латориці до 47 % у Лаборця. Загальна лісистість басейну Бодрогу становить 40 %. Якщо не враховувати територію Східно-словацької низовини, то лісистість гірської частини басейну Бодрогу збільшиться до 53 %, а в басейнах його приток до 46 – 68 %.

У структурі лісів вирішальне значення має категорія господарських (експлуатаційних) лісів, що становлять від 75 до 90 %, за якими йдуть ліси спеціального призначення в діапазоні 10 – 20 % та захисні, що становлять близько 5 %, особливо з протиерозійною та водогосподарською функціями. У басейні також виділено 3 ступені охоронних смуг водних ресурсів та 5 ступенів охорони природи. Їхня площа не має суттєвого значення загалом для басейну річки Бодрог. Запаси деревини в лісових насадженнях Бодрогу становлять приблизно 61 млн. м³, з яких бук представляє 65 – 75 %. Річний обсяг заготівлі деревини – 1,34 млн. м³, з яких приблизно 80 % у стиглих деревостанах. При відновленні деревостанів частка природного поновлення становить приблизно 65 – 80 %.

Цілорічне лісогосподарювання визначається відносно складними умовами місцевості. Деревостани на схилах з нахилами до 50 % з цілорічною прохідністю місцевості займають 30 – 35 %. Деревостани з тим же нахилом, але з обмеженою прохідністю місцевості за певних кліматичних умов займають приблизно 55 – 75 %, а технологічно повністю непрохідні і недоступні території займають 9 – 12 %. Винятком з цього діапазону є деревостани в басейні Латориці, де тільки 1 % непрохідних лісових угідь. Більшість, приблизно 40 – 70 % насаджень, мають умови, що забезпечують відстань трельювання до 200 м. Частка деревостанів з більшими відстанями трельювання поступово зменшується, проте існують відстані трельювання понад 1 000 або навіть 2 000 м, вони становлять приблизно 2 – 5 %.

3. MANAŽMENT LESA V UKRAJINSKEJ ČASTI POVODIA BODROGU

Ukrajinská časť povodia Bodrogu je tvorená povodiami riek Uh a Latorica. Veľkosť povodia Uhu na ukrajinskej strane je takmer 165 252 ha, z čoho na Karpaty pripadá 158 037 ha. Údaje o povodí Latorice sú sporné. Podľa evidenčných materiálov Zakarpatskej správy povodia jeho ukrajinská časť zaberá celkovo 331 368 ha, z toho krajinné ekosystémy horskej časti (Karpát) – 178 050 ha (54 % celkovej plochy riečného povodia). Plocha 153 318 ha (t.j. 46 %) patrí prevažne do horsko-predhorského územia Zakarpatskej nížiny (tab. 3.1).

Tab. 3.1 Lesnatosť povodia Bodrogu na Ukrajine

Povodie	Plocha povodia [ha]	Lesy [ha]	Lesnatosť [%]
Uh	165 252	117 491	71
Latorica	331 368	141 705	43
Latorica bez Zakarpatskej nížiny	178 050	99 773	56

Lesnatosť povodia Uhu je 71 %, Latorice 43 % a jej horskej časti 56 %, čo je o 14 % menej ako je hydrologické optimum. Kategória lesov, ich typologická štruktúra a taxačná charakteristika v jestvujúcich programoch starostlivosti o les v lesných závodoch, produktivnosť a využitie lesa v povodí rieky Bodrog na ukrajinskej strane sú uvedené nižšie.

3.1 Kategórie lesov

Rozdelenie lesov podľa ich cieľového využitia stanovuje lesný kódex. Ak vychádzame z multifunkčnej úlohy lesov, prírodných a ekonomických osobitostí, môžeme ich na základe ekologického a sociálno-ekonomického významu začleniť do štyroch kategórií:

- hospodárske;
- ochranné;
- zdravotno-rekreačné;
- prírodoochranné.

Zvlášť sú vo formulári 6-zem uvedené lesy na rezervnej pôde a krovinové formácie. Rezervnou pôdou sú plochy rôzneho určenia, v súčasnosti nevyužívané.

3. МЕНЕДЖМЕНТ ЛІСУ В УКРАЇНСЬКІЙ ЧАСТИНІ БАСЕЙНУ РІЧКИ БОДРОГ

Українська частина басейну річки Бодрог представлена басейнами річок Уж і Латориця. Площа басейну річки Ужа з українського боку має близько 165 252 га, а за сумою ландшафтних екосистем – 158 037 га. Стосовно басейну річки Латориці, дані суперечливі. За обліковими матеріалами Закарпатського басейнового управління українська частина басейну займає площу 331 368 га, а за сумою ландшафтних екосистем, які відносяться до гірської частини – 178 050 га (54 % від усієї площі річкового басейну). Площа 153 318 га (або 46 %) – відноситься переважно до гірсько-передгірської території Закарпатської низовини (табл. 3.1).

Табл. 3.1 Лісистість басейну Бодрог в Україні

Басейн	Басейн [га]	Ліси [га]	Лісистість [%]
Уж	165 252	117 491	71
Латориця	331 368	141 705	43
Латориця без Закарпатської низовини	178 050	99 773	56

Лісистість басейну річки Ужа становить 71 %, Латориці – 43 %, а її гірської частини – 56 %, що на 14 % нижча від гідрологічно оптимальної. Категорія лісів, їх типологічна структура і таксаційна характеристика в межах існуючих лісогосподарських планів лісових господарств, продуктивність та лісокористування в басейні ріки Бодрог з української сторони, наведені нижче.

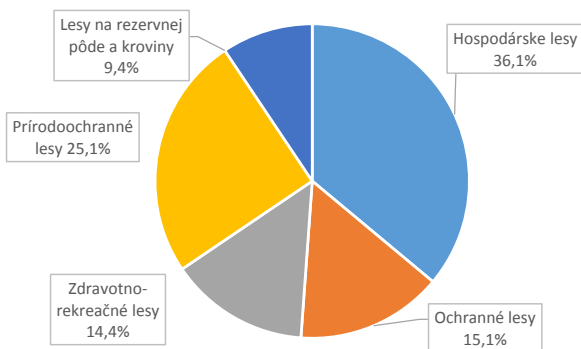
3.1 Категорії лісів

Розподіл лісів відповідно до мети їх використання встановлює лісовий кодекс. Виходячи з багатоцільового призначення лісів, природних і економічних їх особливостей, вони за екологічним і соціально-економічним значенням поділені на чотири категорії:

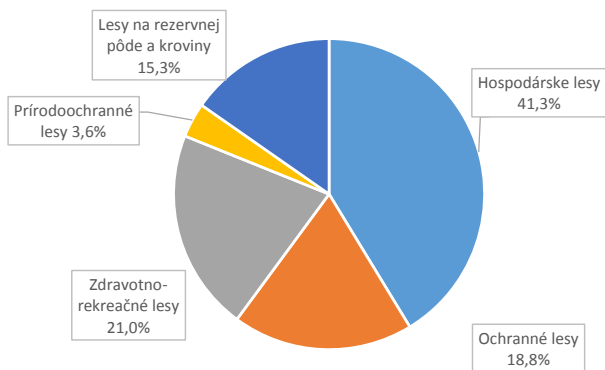
- експлуатаційні (господарські);
- захисні;
- рекреаційно-оздоровчі;
- природоохоронні.

Окремо у формі б-Зем виділено ліси на землях запасу та чагарникові угруповання.

Funkčné a cieľové rozdelenie lesov podľa ich kategórií v povodiach Uhu a Latorice je uvedené na obrázkoch 3.1, 3.2 a v tabuľke 3.2.



Obr. 3.1 Rozdelenie lesnej plochy podľa kategórie lesov v povodí rieky Uh (rozloha 112 902 ha)



Obr. 3.2 Rozdelenie lesnej plochy podľa kategórie lesov v povodí rieky Latorica (rozloha 134 138 ha)

Na obrázkoch 3.1, 3.2 a v tabuľke 3.2 vidno, že v povodí Uhu a Latorice prevažujú hospodárske lesy – 36,1 % a 41,3 %. Značnú plochu v povodí rieky Uh zaberajú lesy prírodoochranného významu – 25,1 %, z čoho 12,5 % pripadá na lesy Užanského národného parku a 11,4 % na prírodoochranné objekty Štátnej agentúry lesných zdrojov Ukrajiny (ŠALZU). V povodí Latorice zaberajú lesy prírodoochranného určenia iba 3,6 %. Tieto lesné ekosystémy plnia dôležitú hydrickú funkciu. Ochranné lesy, ktoré tiež majú významnú hydrickú a protieróznú funkciu, v povodí Uhu zaberajú 15,0 % a v povodí Latorice 18,8 % úze-

Функціонально-цільовий розподіл лісів за категоріями у басейнах річки Ужа і Латориці наведено на рисунку 3.1 і 3.2 і в таблиці 3.2.

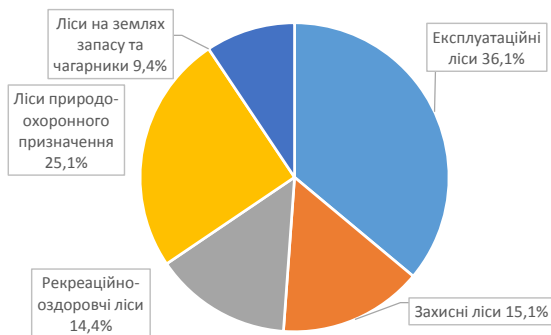


Рис. 3.1 Розподіл площ лісових ділянок за категоріями лісів у басейні річки Уж (площа 112 902 га)

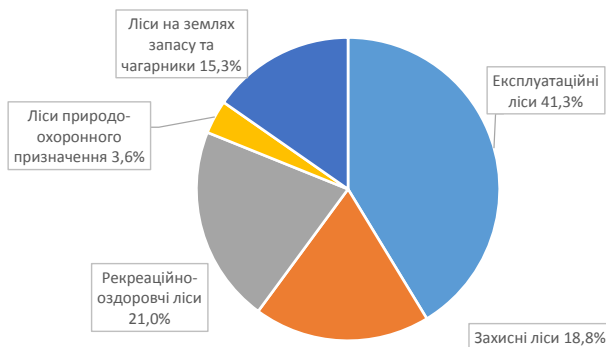


Рис. 3.2 Розподіл площ лісових ділянок за категоріями лісів у басейні річки Латориця (площа 134 138 га)

На рисунку 3.1 і 3.2 і таблиці 3.2 видно, що у басейні річок Уж і Латориця переважають експлуатаційні ліси – відповідно 36,1 % і 41,3 %. Значну площу в басейні річки Ужа займають ліси природоохоронного значення – 25,1 %, де на ліси Ужанського національного парку Мінприроди припадає – 12,5 %, а на природоохоронні об'єкти Держлісагентства – 11,4 %. У басейні річки Латориці ліси природоохоронного призначення займають всього 3,6 %. Ці лісові екосистеми виконують важливу гідрологічну функцію. Захисні ліси, які також мають важливу

Tab. 3.2 Rozdelenie lesnej plochy podľa kategórie lesov v povodí riek Uh a Latorica

Kategória lesov; lesy na rezervnej pôde	Plocha pokrytá lesným rastlinstvom podľa rezortnej príslušnosti											
	Štátna agentúra lesov		Ministerstvo poľnohospodárstva		Ministerstvo obraný		Ministerstvo životného prostredia		Ministerstvo		Spolu	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Povodie Uhu												
Hospodárske lesy	29 659,1	46,1	5 689,5	39,2	5 390,3	57,1	—	—	40 738,9	36,1	—	—
Ochranné lesy	8 488,1	13,2	5 851,1	40,3	2 671,5	28,3	—	—	17 010,7	15,0	—	—
Zdravotno-rekreačné lesy	13 333,8	20,7	1 541,7	10,6	1 378,3	14,6	—	—	16 253,8	14,4	—	—
Lesy prírodoochrán. určenia	12 829,5	20,0	1 432,3	9,9	—	—	14 063,9	100,0	28 325,7	25,1	—	—
Lesy na rezervnej pôde a kroviny	—	—	—	—	—	—	—	—	10 572,6	9,4	—	—
Celkom lesy podľa kategórií a na rezervnej pôde	64 310,5	100,0	14 514,6	100,0	9 440,1	100,0	14 063,9	100,0	112 901,7	100,0	—	—
Povodie Latorice												
Hospodárske lesy	47 871,1	49,7	7 507,4	43,4	—	—	—	—	55 378,5	41,3	—	—
Ochranné lesy	19 212,6	19,9	6 078,9	35,2	—	—	—	—	25 291,5	18,8	—	—
Zdravotno-rekreačné lesy	24 520,8	25,4	3 689,5	21,4	—	—	—	—	28 210,3	21,0	—	—
Lesy prírodoochrán. určenia	4 777,9	5,0	—	—	—	—	—	—	4 777,9	3,6	—	—
Lesy na rezervnej pôde a kroviny	—	—	—	—	—	—	—	—	20 479,7	15,3	—	—
Celkom lesy podľa kategórií a na rezervnej pôde	96 382,4	100,0	17 275,8	100,0	—	—	—	—	134 137,9	100,0	—	—

Табл. 3.2. Розподіл площ лісових ділянок за категоріями лісів у басейнах річок Уж та Латориці

Категорії лісів; ліси на землях запасу	Вкриття лісовою рослинністю площа за відомчим підпорядкуванням:									
	Держлісагентство		Мінагрополітики		Міноборони		Мінприроди		Разом	
	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
Басейн річки Уж										
Експлуатаційні ліси	29 659,1	46,1	5 689,5	39,2	5 390,3	57,1	—	—	40 738,9	36,1
Захисні ліси	8 488,1	13,2	5 851,1	40,3	2 671,5	28,3	—	—	17 010,7	15,0
Рекреаційно-оздоровчі ліси	13 333,8	20,7	1 541,7	10,6	1 378,3	14,6	—	—	16 253,8	14,4
Ліси природо-охоронного призначення	12 829,5	20,0	1 432,3	9,9	—	—	14 063,9	100,0	28 325,7	25,1
Ліси на землях запасу та чагарники	—	—	—	—	—	—	—	—	10 572,6	9,4
Усього лісів за категоріями та на землях запасу	64 310,5	100,0	14 514,6	100,0	9 440,1	100,0	14 063,9	100,0	112 901,7	100,0
Басейн річки Латориця										
Експлуатаційні ліси	47 871,1	49,7	7 507,4	43,4	—	—	—	—	55 378,5	41,3
Захисні ліси	19 212,6	19,9	6 078,9	35,2	—	—	—	—	25 291,5	18,8
Рекреаційно-оздоровчі ліси	24 520,8	25,4	3 689,5	21,4	—	—	—	—	28 210,3	21,0
Ліси природо-охоронного призначення	4 777,9	5,0	—	—	—	—	—	—	4 777,9	3,6
Ліси на землях запасу та чагарники	—	—	—	—	—	—	—	—	20 479,7	15,3
Усього лісів за категоріями та на землях запасу	96 382,4	100,0	17 275,8	100,0	—	—	—	—	134 137,9	100,0

mia. Zdravotno-rekreačné lesy, ktoré chránia kúpeľné komplexy na Zakarpatsku, majú v povodí Uhu 14,4 % a v povodí Latorice 21,0 % zastúpenie. Osobitné miesto v povodiach oboch riek patrí lesom na rezervnej pôde a krovinovým formáciám, ktorých hydrická funkcia je oslabená. V povodí Uhu sa rozprestierajú na 9,4 % a v povodí Latorice na 15,3 % lesného územia. Plocha pokrytá lesným rastlinstvom je pod správou štyroch rezortov (tab. 3.2). Najviac lesov (72 %) patrí Štátnej agentúre lesov (ŠALZU). Celkovo v povodiach oboch riek má 60 – 70 % lesných ekosystémov ekologicko-stabilizačný, vodoochranný, vodoregulačný a protierózný význam.

3.2 Typológia lesov

Plnenie strategických úloh v manažmente lesa predpokladá jeho organizáciu na typologickom základe. V Ukrajinských Karpatoch sa používa lesnícko-ekologická typológia P. S. Pohredňaka a O. V. Vorobjova s doplnením a upresnením M. A. Holubca (ГОЛУБЕЦЬ, 2007). Podľa tejto typológie v povodiach Uhu a Latorice vyčleňujeme deväť základných súborov lesných typov (tab. 3.3) patriacich do troch hlavných formácií dubových, bukových a jedľových lesov. V oboch povodiach dominuje formácia bukových lesov (81,4 %) zastúpená takýmito súbormi lesných typov: čisté bukové lesy – 35 %, hrabovo-bukové lesy – 27,3 % a ihličnato-bukové lesy – 17,7 %. Vo formácii jedľových lesov prevažujúcim sú-

Tab. 3.3 Typologická štruktúra povodí riek Uh a Latorica

Formácie a súbory lesných typov	Povodie Uhu		Povodie Latorice		Užhorodský LZ (povodie Uhu a Latorice)		Spolu	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Formácia dubových lesov – 2,4 %								
Hrabovo-dubové	31,5	0,0	57,6	0,0	5 450,4	32,4	5 539,5	1,9
Bukovo-dubové	17,7	0,0	35,5	0,0	1 351,0	8,0	1 404,1	0,5
Formácia bukových lesov – 81,4 %								
Čisto bukové	36 204,4	35,1	64 948,5	36,6	2 709,0	16,1	103 861,9	35,0
Hrabovo-bukové	26 449,4	25,7	47 747,5	26,9	6 913,8	41,2	81 110,7	27,3
Jedľovo-bukové	2 734,4	2,7	4 349,8	2,5	0,0	0,0	7 084,2	2,4
Smrekovo-jedľovo- bukové	17 014,8	16,5	28 396,8	16,0	0,0	0,0	45 411,7	15,3
Javorovo-bukové	1 684,1	1,6	2 614,0	1,5	0,0	0,0	4 298,1	1,4
Formácia jedľových a smrekových lesov – 16,2 %								
Bukovo-jedľové	18 723,8	18,2	28 937,7	16,3	0,0	0,0	47 661,5	16,0
Bukovo-smrekové	24,5	0,0	49,1	0,0	0,0	0,0	73,6	0,0
Iné typy	123,8	0,1	188,6	0,1	373,9	2,2	686,3	0,2
Spolu	103 008,4	100,0	177 325,0	100,0	16 798,1	100,0	297 131,6	100,0

гідрологічну та протиерозійну функцію в басейні річки Ужа займають 15,0 % площі, а Латориці 18,8 %. Рекреаційно-оздоровчі ліси, які охороняють курортні комплекси Закарпаття в басейні ріки Ужа займають 14,4 %, а Латориці 21,0 %. Особливе місце в басейнах рік займають ліси на землях запасу та чагарникові угруповання, гідрологічна функція яких є послаблена. У басейні ріки Ужа це 9,4 %, Латориці – 15,3 % від площі лісових ділянок. Вкрита ліською рослинністю площа за категоріями підпорядкована чотирьом відомствам (табл. 3.2). Найбільше лісів належить (72 %) Держлісагентству. В цілому по басейнах рік – 60 – 70 % лісових екосистем мають екологічностабільне, водоохоронне, водорегулююче, протиерозійне значення.

3.2 Типологія лісів

Виконання стратегічних завдань з ведення лісового господарства передбачає його організацію на типологічній основі. В Українських Карпатах використовується лісівничо-екологічна типологія П. С. Погребняка – О. В. Воробйова з доповненнями і уточненнями М. А. Голубця (Голубець, 2007). За цією типологією у басейнах річок Ужа і Латориці виділено дев'ять основних груп лісу (табл. 3.3), які відносяться до трьох основних формацій: дубової, букової та формації ялицевих і ялинових лісів. У двох басейнах домінують формація букових лісів (81,4 %), в яку входять такі групи типів лісу: чисті букові ліси – 35 %, грабово-букові ліси – 27,3 % та хвойно-букові – 17,7 %.

Табл. 3.3 Типологічна структура басейнів річок Ужа і Латориці

Формації і групи типів лісу	Басейн р. Ужа		Басейн р. Латориця		Ужгородський ЛГ (Басейни р. Ужа і Латориці)		Разом	
	га	%	га	%	га	%	га	%
Формація дубових лісів – 2,4 %								
Грабово-дубові	31,5	0,0	57,6	0,0	5 450,4	32,4	5 539,5	1,9
Буково-дубові	17,7	0,0	35,5	0,0	1 351,0	8,0	1 404,1	0,5
Формація букових лісів – 81,4 %								
Чисті букові	36 204,4	35,1	64 948,5	36,6	2 709,0	16,1	103 861,9	35,0
Грабово-букові	26 449,4	25,7	47 747,5	26,9	6 913,8	41,2	81 110,7	27,3
Ялицево-букові	2 734,4	2,7	4 349,8	2,5	0,0	0,0	7 084,2	2,4
Ялиново-ялицево-букові	17 014,8	16,5	28 396,8	16,0	0,0	0,0	45 411,7	15,3
Яворово-букові	1 684,1	1,6	2 614,0	1,5	0,0	0,0	4 298,1	1,4
Формація ялицевих і ялинових лісів – 16,2 %								
Буково-ялицеві	18 723,8	18,2	28 937,7	16,3	0,0	0,0	47 661,5	16,0
Буково-ялинові	24,5	0,0	49,1	0,0	0,0	0,0	73,6	0,0
Інші типи	123,8	0,1	188,6	0,1	373,9	2,2	686,3	0,2
Всього	103 008,4	100,0	177 325,0	100,0	16 798,1	100,0	297 131,6	100,0

borom sú bukovo-jedľové lesy – 16,0 %. Čo sa týka formácie smrekových lesov, tie sú rozšírené na nepatrnom území (74 ha). Súbor typov javorovo-bukových lesov je zriedkavý a tvorí súčasť Užanského národného parku. Typologická štruktúra oboch povodí je podobná. Preto plánovanie hospodárskych opatrení – budova a prebudova porastov, plánovaná ťažba aj spôsoby obnovy lesa budú rovnaké, s prihliadnutím na kategóriu ochrany (ПАРПАН 1996; ПАРПАН, ЧЕРНЯВСЬКИЙ, ЛЬЧУК, 1997).

3.3 Technologické podmienky lesného manažmentu

3.3.1 Technologický proces ťažby dreva na rúbani a jeho doprava na odvozné miesta podstatným spôsobom vplyvajú na základné zložky lesného prostredia – porast, jestvujúce prirodzené zmladenie a pôdny povrch, čo zapríčiňuje zníženie plnenia hydrických funkcií lesov. Sú to prvotné a druhotné činitele, ktoré priamo či sprostredkované pôsobia na technologický proces a vedú k negatívnym zmenám v lesných biocenózach. K stálym prvotným činiteľom patrí reliéf, prírodno-rastlinné a klimatické podmienky, teda prírodné aspekty. K premenným prvotným činiteľom zaraďujeme štruktúru a zloženie porastov, početnosť prirodzeného zmladenia, spôsob ťažby a lesnícke požiadavky na jej realizáciu. Druhotné činitele zahŕňajú technologické procesy, strojové systémy používané pri ťažbe dreva a lesnú dopravnú infraštruktúru (КОРЖОВ, 2015).

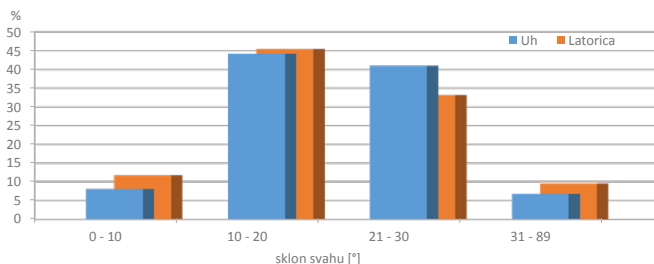
Prírodným činiteľom, ktorý určuje výber technológie ťažby, je reliéf a sklon svahu. Na Ukrajine sa pre horský terén používa delenie reliéfu na rovinatý, pahorkatinný a horský, podľa sklonu sa svahy delia na mierne – do 10°; stredne strmé – 11 – 20°; strmé – 21 – 30° (pri južnej expozícii 21 – 35°) a veľmi strmé – nad 30° (pri južnej expozícii nad 35°). Zvyšovanie sklonu svahu do 15° znižuje produktivnosť približovacieho traktora 1,5 až 2-krát, pri sklone nad 18° sa približovanie traktorom odporúča nahradit' lanovkou. V horských podmienkach sú typické tri formy svahov s rôznymi možnosťami zabezpečenia vlahy: priame, konvexné a konkávne. Pre konvexné svahy je charakteristická znížená vlhkosť, preto sa na nich vytvárajú suchšie stanovištné podmienky. Konkávne svahy sú spravidla vlhkejšie. Vlhkosť na týchto svahoch sa často zvyšuje vďaka vyvieraniu spodnej vody na povrch. Delenie svahov podľa sklonu na ukrajinskom území povodí riek Uh a Latorica je znázornené na obr. 3.3.

У формації ялицевих лісів переважаючою групою типів є буково-ялицеві ліси – 16,0 %. Формація ялинових лісів поширена на незначній площі (74 га). Група типів яворово-букових лісів є рідкісною і приурочена до Ужанського національного парку. Типологічна структура обох басейнів подібна. Тому планування господарських заходів – формування і переформування деревостанів, рубки головного користування, способи лісовідновлення будуть однотипними з врахуванням категорій захисності (ПАРПАН 1996; ПАРПАН, ЧЕРНЯВСЬКИЙ, ІЛЬЧУК, 1997).

3.3 Технологічні умови лісогосподарювання

3.3.1 Технологічний процес заготівлі деревини на лісосіці та її наступне первинне транспортування здійснюють суттєвий вплив на основні компоненти лісового середовища – деревостан, наявне природне поновлення і ґрунтову поверхню, що спричинює зниження гідрологічних функцій лісових територій. Це первинні і вторинні чинники, які прямо чи опосередковано впливають на технологічний процес та спричиняють негативні зміни в лісових біоценозах. До первинних постійних чинників відносяться рельєф, природно-рослинні і кліматичні умови. До первинних змінних чинників належать структура та склад насадження, наявність природного поновлення, способи рубок та лісівничі вимоги до їх проведення. Вторинні чинники включають технологічні процеси і системи машин, які застосовуються на лісозаготівлі, та лісову транспортну інфраструктуру (Коржов, 2015).

Природними чинниками, які визначають вибір технології лісозаготівлі, є рельєф та стрімкість схилу. В Україні для лісових територій передбачено поділ рельєфу на рівнинний, горбистий та гірський, а за стрімкістю схили діляться на пологі – до 10°; спадисті – 11 – 20°; стрімкі – 21 – 30° на південних і 21 – 35° на північних схилах; дуже стрімкі – понад 30° на південних і 35° на північних схилах. Зростання стрімкості схилу до 15° знижує продуктивність трелювального трактора в 1,5 – 2 рази, а при стрімкості понад 18° тракторне трелювання рекомендується замінювати канатним. Для гірських умов характерні три форми схилів, які мають різні умови зволоження: рівні, випуклі та увігнуті. Випуклим схилам притаманне мінімальне зволоження, тому на них формуються сухі типи лісорослинних умов. Увігнуті схили зазвичай більш зволожені. Часто зволоженість на таких схилах збільшується за рахунок виходу ґрунтових вод на поверхню. Розподіл схилів за стрімкістю в розрізі басейнів рік Уж і Латориця на території України представлено на рис. 3.3.



Obr. 3.3 Delenie svahov lesných plôch podľa sklonu

3.3.2 Výrobné podmienky na lesnom dieľci charakterizujú v prvom rade také činitele ako dĺžka svahu, spôsob jeho rozdelenia vodnými tokmi, nosná schopnosť pôdy, spôsob a rozsah ťažby, mikrorelief a sklon svahu. Zatiaľ čo reliéf výrazne nevlýva na proces dopravy dreva z horských svahov pomocou lanových systémov, približovanie traktormi, zvlášť kolesovými, si vyžaduje predchádzajúcu prípravu hlavných a vedľajších zväznic na rúbani, v celom rade prípadov aj mimo nej. Tie sú neoddeliteľnou súčasťou organizačnej štruktúry približovania dreva a ich rozmiestnenie na ploche vyznačuje ekologickú efektívnosť technológie spracovania rúbane. Zložitý reliéf lokality, prítomnosť skalnatých úsekov, potokov a riek predraňuje výstavbu zväznic i lesných ciest. Na svahoch so sklonom do 25° sa zväznicie robia spravidla spoločne s cestou v koeficiente 1,5 – 2, na veľmi strmých svahoch sa tento koeficient zvyšuje na 3,5 – 4. V dôsledku toho sa lesnícka a ekonomická efektívnosť približovania dreva traktorom podstatne zhoršuje.

Horské svahy so sklonom nad 30° sú charakteristické prevahou pôd s kamenitým komponentom, preto sú z erózneho hľadiska najnebezpečnejšie. V týchto podmienkach približovanie traktorom podstatne vplýva na lesné prostredie, čo sa premieňa do transformácie pôdy na svahoch a straty ich úrodnosti. Podmienky obnovy lesa a ďalšieho rastu mladého pokolenia drevín sa značne zhoršujú, posilňuje sa vývoj erózných procesov, silne narastá povrchový a vnútoropôdny odtok, čo vedie k zníženiu vodoregulačnej a ochrannej úlohy horských lesov.

S charakterom reliéfu je tesne spojená približovacia vzdialenosť, dĺžka ktorej vplýva na efektívnosť technologického procesu ťažby. Tento ukazovateľ charakterizuje stupeň vzdialenosti lesného ťažobného fondu od dopravných ciest. Z lesníckeho, ekologického a ekonomického hľadiska je žiaduce realizovať ťažbu s využitím minimálnych približovacích vzdialeností, čo zabezpečuje podstatné zmenšenie negatívneho vplyvu na všetky zložky lesného prostredia. Roz-

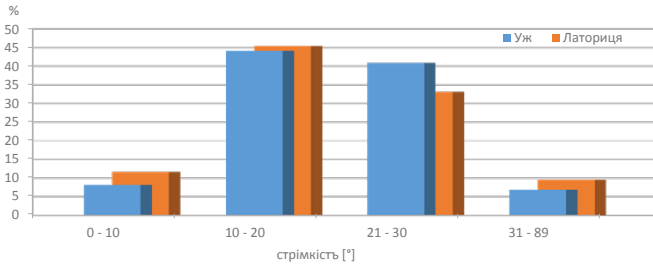


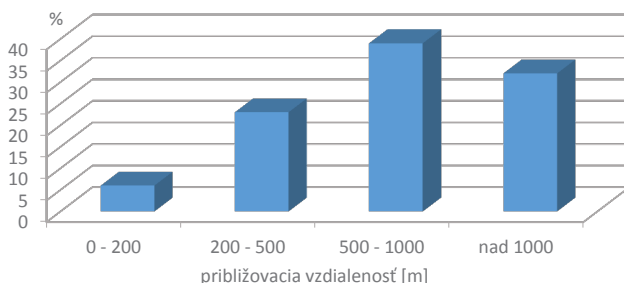
Рис. 3.3 Розподіл схилів лісових територій за стрімкістю

3.3.2 Виробничі умови лісової ділянки, характеризують такі чинники: тяжкість схилу, характер розчленування його водотоками, несуча здатність ґрунту на ділянці, форма і розмір лісосіки, мікрорельєф та стрімкість схилу. Якщо рельєф не особливо впливає на процес транспортування деревини з гірських схилів канатними системами, то трелювання тракторами, особливо колісними, вимагає попереднього влаштування магістральних і пасічних трелювальних волоків на лісосіці, а в ряді випадків і поза її межами. Вони є невід'ємною частиною організаційної структури трелювання лісу, а їх розміщення на площі визначає екологічну ефективність технології розробки лісосіки. Складний рельєф місцевості, наявність скальних ділянок, потоків, річок здорожують будівництво як волоків, так і лісових автодоріг. Зазвичай, на схилах стрімкістю до 25° волокни прокладаються з розвитком траси до 1,5 – 2, а на дуже стрімких схилах цей коефіцієнт зростає до 3,5 – 4. Унаслідок цього, лісівнича та економічна ефективність тракторного трелювання суттєво погіршується.

Гірські схили стрімкістю понад 30° характеризуються переважанням ґрунтів з кам'янистими включеннями, тому є найбільш небезпечними в ерозійному відношенні. За цих умов тракторне трелювання суттєво впливає на лісове середовище, що виражається у трансформації ґрунту на схилах та втратою ним родючості. Умови лісовідновлення та подальшого росту молодого покоління лісу значно погіршуються, посилюється розвиток ерозійних процесів, сильно зростає поверхневий та скорочується внутрішньо-ґрунтовий стік, що приводить до зниження водорегулюючої і захисної ролі гірських лісів.

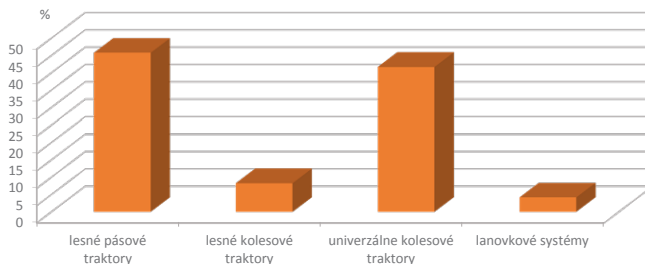
Із характером рельєфу тісно пов'язана віддаль трелювання, величина якої впливає на ефективність технологічного процесу лісозаготівлі. Цей показник характеризує ступінь віддаленості лісосічного фонду від шляхів транспортування деревини. З лісівничої, екологічної і економічної точки

delenie objemu vyťaženej hmoty podľa približovacej vzdialenosti je uvedené na obr. 3.4. V ukrajinskej časti povodia Bodrogu sa na minimálne vzdialenosti (do 200 m) dopravuje len okolo 6 % z celkového množstva vyťaženého dreva. Najviac dreva (39 %) sa približuje na 500 až 1 000 metrov. Takmer tretina vyťaženej hmoty sa približuje z viac ako kilometrovej vzdialenosti.



Obr. 3.4 Rozdelenie objemu vyťaženej hmoty podľa približovacej vzdialenosti

3.3.3 Rozsah vplyvu na lesné prostredie v podstatnej miere závisí od spôsobu približovania dreva, naň používaných strojov a mechanizmov (BYBLUK, STYRANIVSKY, KORZHOV, KUDRA, 2010). Spôsob približovania z horských svahov (po zemi, v polozávесе, v závесе) je jedným z určujúcich činiteľov pôsobiacich na stupeň zachovania vodoochrannej a obnovnej funkcie lesa. Najväčšiu škodu povrchu rúbaní spôsobuje približovanie traktorom kvôli nevyhnutnosti



Obr. 3.5 Druhy techniky používanej na približovanie v povodiach Uhu a Latorice

зору бажано здійснювати лісозаготівлі із використанням оптимальних віддалей трелювання, що забезпечує суттєве зменшення вантажної роботи на трелюванні деревини і відповідно зменшення негативного впливу на всі компоненти лісового середовища. Розподіл обсягів заготовленої деревини за відстанями трелювання наведено на рис. 3.4. На українській частині басейну ріки Бодрог з мінімальними віддальми трелювання (до 200 м) транспортується лише близько 6 % від усієї заготовленої деревини. Оптимальні віддалі трелювання (200 – 500 м) застосовуються при транспортуванні менше чвертини заготовленої деревини. Найбільше деревини (39 %) трелюється від 500 до 1 000 м. Майже третина заготовленої деревини трелюється на віддаль понад 1 км.

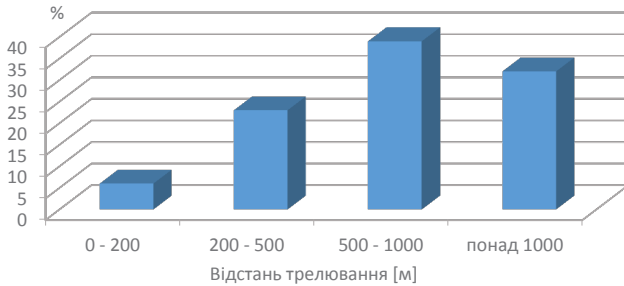


Рис. 3.4 Розподіл обсягів заготовленої деревини за відстанями трелювання

3.3.3 Величина впливу на лісове середовище суттєво залежить від способу трелювання деревини та застосовуваних при цьому машин і механізмів (ВУВЛУК, СТУРАНИВСЬКИЙ, КОРЗНОВ, КУДРА, 2010). Спосіб трелювання деревини з гірських схилів (наземний, напівпідвісний, повітряний) є одним із визначальних чинників, що впливають на ступінь збереження лісом водоохоронно-захисних та відновлювальних функцій. Найбільшу шкоду по-

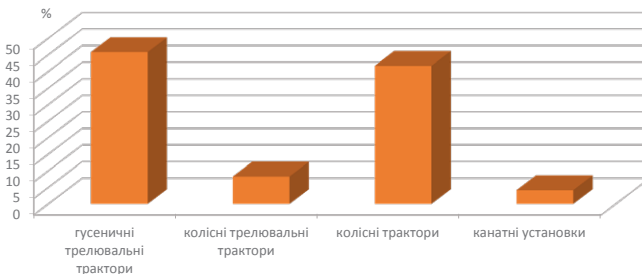
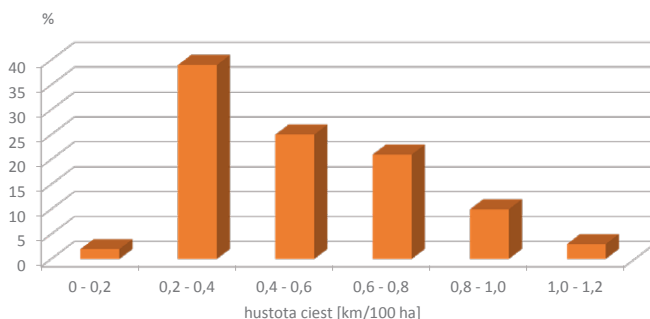


Рис. 3.5 Види застосовуваної техніки на трелюванні в басейнах рік Уж і Латориця

výstavby zväžnic. Intenzívnu eróziu pôd vyvoláva v Ukrajinských Karpatoch najrozšírenejšia technológia ťažby na báze pozemného približovania pásovými či kolesovými traktormi (obr. 3.5).

Ako vidno z obr. 3.5, nepatrná časť (menej než 5 %) pripadá na lanovkové dopravné zariadenia a výrazný podiel (viac ako 40 %) má využitie traktorov nešpecializovaných na približovanie dreva.

3.3.4 Efektívnosť ťažby do značnej miery závisí od existencie a stavu lesnej dopravnej siete, ktorej základom sú lesné automobilové cesty. Ich parametre a stav majú vplyv na vykonávanie lesohospodárskych a ťažbových prác, termíny odvozu vyprodukovaného dreva, prívoz sadbového materiálu, mechanizmov a pracovníkov pre pestovanie a ochranu lesa na ich pracovné miesta, na zabezpečenie a včasné dodanie prostriedkov a ľudí nasadených do boja s lesnými požiarimi, škodcami a chorobami drevín. Malá hustota automobilových ciest podmieňuje nízku kultúru lesohospodárskej výroby, nevysoký stupeň využitia lesných zdrojov, neuspokojivé sociálne a hygienické podmienky práce robotníkov atď. (ПАРИАН, КОРЖОВ, 2003; КОРЖОВ, 2004). Takýto stav dopravnej siete okrem toho vedie k širokému budovaniu zväžnic v lesných masívoch. Rozdelenie lesných masívov podľa hustoty automobilových ciest je znázornené na obrázku 3.6.



Obr. 3.6 Rozdelenie plochy lesných masívov podľa hustoty automobilových ciest

Hustota cestnej siete v lesných masívoch ukrajinskej časti povodia Bodrogu je podstatne nižšia ako v susedných európskych krajinách. Väčšia časť lesných masívov (64 %) má hustotu ciest v medziach 0,2 – 0,6 km/100 ha. Lesných masívov, ktorých hustota ciest dosahuje 1 km/100 ha, je menej než 3 %. Nie veľmi vhodný je technický stav jestvujúcich lesných automobilových ciest, z ktorých takmer tretina je v neuspokojivej podobe. Len okolo 6 % ciest je v dobrom stave (obr. 3.7).

верхні зрубів завдає тракторне трелювання через необхідність влаштування волоків. Інтенсивну ерозію ґрунтів на зрубках викликає найбільш поширена в Українських Карпатах технологія лісозаготівель на базі наземного трелювання – гусеничних чи колісних тракторів (рис. 3.5).

Як видно із рис. 3.5 незначна частка (менше 5 %) припадає на канатні лісотransпортні установки, крім того використовується вагома кількість (більше 40 %) неспеціалізованих тракторів для трелювання деревини.

3.3.4 Ефективність лісозаготівлі в значній мірі залежить від наявності і стану лісотransпортної мережі, яка базується на лісових автодорогах. Їх параметри і стан впливають на виконання лісгосподарських і лісозаготівельних робіт, строки вивезення лісової продукції та підвезення посадкового матеріалу, механізмів і працівників до місця робіт з охорони і захисту лісу, забезпечення своєчасної доставки засобів і людей для боротьби з лісовими пожежами та шкідниками і хворобами лісу. Мала густота автомобільних доріг зумовляє низьку культуру лісгосподарського виробництва, невисокий ступінь використання лісових ресурсів, незадовільні соціально-гігієнічні умови праці робітників тощо (ПАРПАН, КОРЖОВ, 2003; КОРЖОВ, 2004). Окрім цього, такий стан транспортної мережі призводить до широкого поширення в лісових масивах трелювальних волоків. Розподіл лісових масивів за густотою автодоріг подано на рис. 3.6.

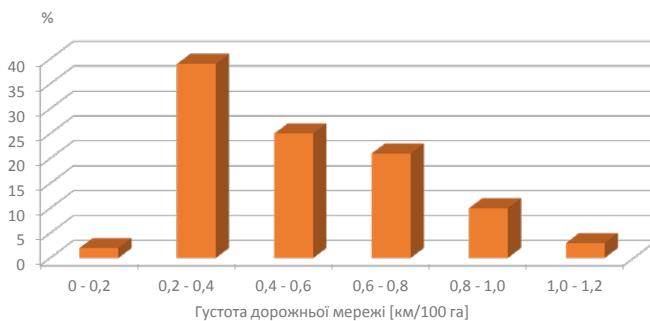
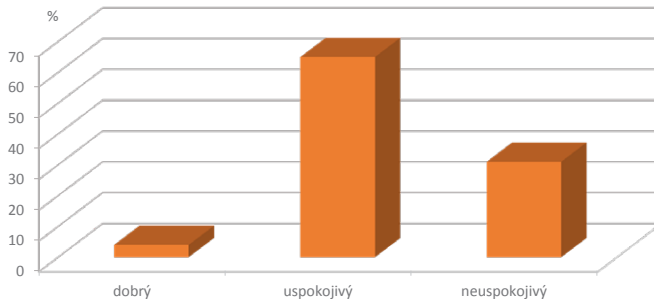


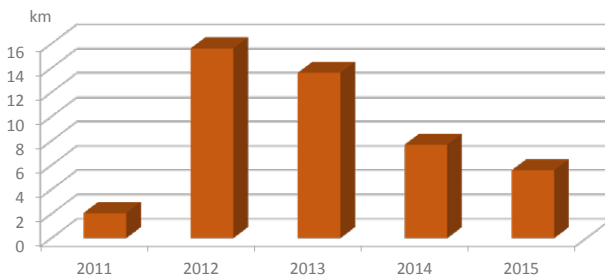
Рис. 3.6 Розподіл площ лісових масивів за густотою автодоріг

Густота дорожньої мережі в лісових масивах української частини басейну річки Бодрог є значно нижчою ніж в сусідніх європейських країнах. Більша частина лісових масивів (64 %) має густоту доріг в межах 0,2 – 0,6 км/100 га. Лісові масиви, в яких густота доріг становить більше 1 км/100га, складають менше 3 %. Невисоким є і технічний стан наявних лісових автодоріг, з яких майже третину складають дороги з незадовільним технічним станом. Лише близько 6 % доріг мають добрий стан (рис. 3.7).



Obr. 3.7 Technický stav lesných automobilových ciest

Racionálna štruktúra a stav cestnej siete lesných území je základným faktorom zvýšenia celkovej kultúry vedenia lesného hospodárstva. Preto súčasné požiadavky na intenzifikáciu manažmentu lesa podľa princípov trvalo udržateľného rozvoja predpokladajú zdokonaľovanie dopravnej siete v lesných masívoch vrátane optimalizácie ciest prvej dopravy dreva. Začínajúc rokom 2007 v riešenom území na Ukrajine prebieha intenzívna výstavba lesných ciest. Tendencie zdokonaľovania cestnej siete ukazuje obr. 3.8.



Obr. 3.8 Objem výstavby lesných automobilových ciest

3.3.5 Analýza štruktúry sortimentov dreva (obr. 3.9) ukazuje na mimoriadne nízke percento (asi 2 %) najcennejších sortimentov. Takmer polovica (44 %) všetkej vyťaženej hmoty pripadá na palivové drevo. Takáto štruktúra sortimentov výrazne znižuje finančné možnosti lesných podnikov čo sa týka zdokonaľovania dopravnej infraštruktúry a využívania moderných systémov prírodu chrániacich lesných strojov.

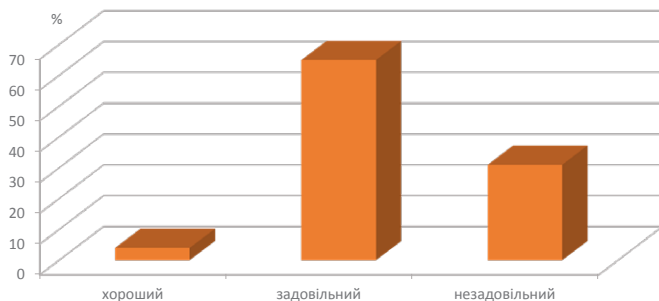


Рис. 3.7 Технічний стан лісових автодоріг

Раціональна структура і стан дорожньої мережі лісових територій є головним фактором покращення загальної культури ведення лісового господарства. Тому сучасні вимоги до інтенсифікації лісового господарства на принципах сталого розвитку передбачають удосконалення транспортної мережі в лісових масивах, включаючи оптимізацію шляхів первинного транспортування деревини. На території проекту в Україні починаючи з 2007 року здійснюється інтенсивне будівництво лісових автодоріг. Тенденції вдосконалення дорожньої мережі показані на рис. 3.8.

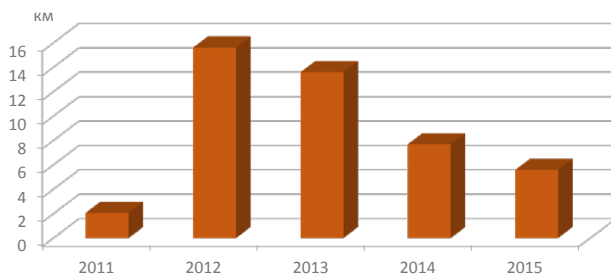
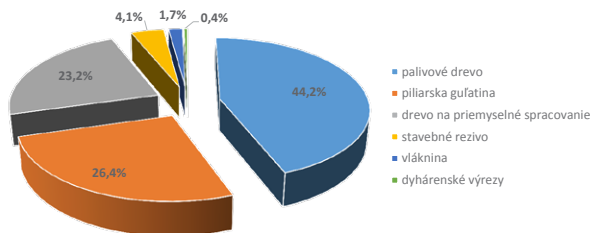


Рис. 3.8 Обсяги будівництва лісових автодоріг

3.3.5 Аналіз сортиментної структури лісоматеріалів (рис. 3.9), показує надзвичайно низький відсоток (близько 2 %) таких цінних сортиментів як баланси і фанерний кряж. Майже половина (44 %) від усієї заготовлюваної деревини припадає на дрова паливні. Така сортиментна структура значно знижує фінансові можливості лісових підприємств щодо вдосконалення лісотransпортної інфраструктури та застосування сучасних систем природозберігаючих лісових машин.

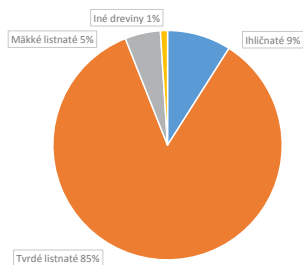


Obr. 3.9 Štruktúra sortimentu dreva

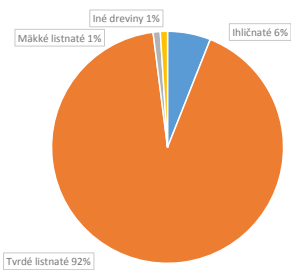
3.4 Štruktúra porastov a lesohospodárske opatrenia

3.4.1 Druhovú štruktúru porastov

Podľa druhového zloženia sú porasty v oboch povodiach i v hraniciach stálych užívateľov pôdy lesného fondu dominantne zastúpené tvrdolistými drevinami: bukom, dubom, hrabom, jaseňom a klenom (ПАРПАН В, ГУДИМА, ПАРПАН Т., ТОКАР, 2015; ПАРПАН, КІЧУРА, 2015; ПАРПАН, ГУДИМА, 2015). Najviac je porastov s prevahou buka lesného. U jednotlivých užívateľov lesa sa jeho zastúpenie môže pohybovať od 60 do 90 % pôdy pokrytej lesnými porastmi. Ihličnaté porasty zaberajú nepatrnú časť územia (1 až 15 %, prevažne do 10 %). Hlavné hospodárske ihličnaté dreviny sú: borovica, smrek, jedľa a smrekovec. Najviac je porastov s prevahou smreka, ktorý v ostatných rokoch vysychá. 1 – 2 % zaberajú porasty mäkkolistých drevín s prevahou brezy, jelše a osiky. Zastúpené sú aj porasty vrb a topoľov. Skutočné rozdelenie plochy a zásoby porastov v lesnom pokryve povodia



Obr. 3.10 Rozdelenie plochy pokrytej lesným rastlinstvom v povodí Uhu podľa porastotvorných drevín



Obr. 3.11 Rozdelenie plochy pokrytej lesným rastlinstvom v povodí Latorice podľa porastotvorných drevín

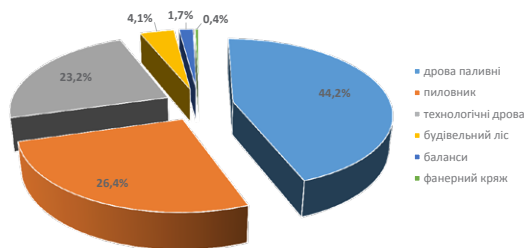


Рис. 3.9 Сортиментна структура лісоматеріалів

3.4 Структура деревостанів та лісогосподарські заходи

3.4.1 Видова структура деревостанів

За видовим складом деревостани в обидвох басейнах рік і в межах постійного користувача земель лісового фонду здебільшого представлені твердолистяними породами: буком, дубом, грабом, ясенем, кленом (ПАРПАН В, Гудима, ПАРПАН Т, Токар, 2015; ПАРПАН, Кічура, 2015; ПАРПАН, Гудима, 2015). Найбільше насаджень з переважанням у складі бука лісового. Для окремих лісокористувачів частка вкритих лісом земель може коливатись від 60 % до 90 %. Хвойне господарство займає незначну долю (від 1 до 10 – 15 %). Основними лісотвірними породами хвойного господарства є сосна, ялина, ялиця, модрина. Найбільше насаджень з переважанням у складі ялини європейської, яка за останнє десятиріччя має тенденцію до всихання. 1 – 2 % займають деревостани м'яколистяних порід. Серед порід м'яколистяного господарства

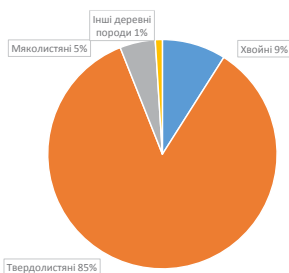


Рис. 3.10 Розподіл площ вкритих лісовою рослинністю в басейні річки Уж за лісотвірними породами

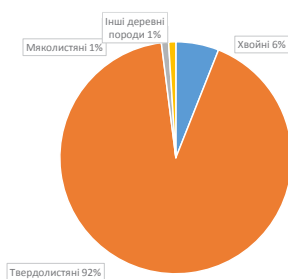
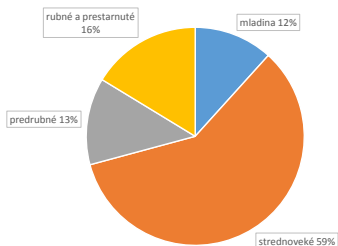


Рис. 3.11 Розподіл площ вкритих лісовою рослинністю в басейні річки Латориця за лісотвірними породами

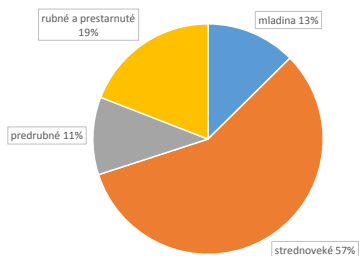
Uhu a Latorice podľa základných porastotvorných drevín (obr. 3.10 a 3.11) svedčí o ich zhode s lesnými typmi a slabej transformovanosti.

3.4.2 Veková (podľa vekových tried) štruktúra porastov

Veková štruktúra porastov lesného pokryvu povodia Uhu a Latorice je podobná (obr. 3.12 a 3.13). V povodí Uhu z celkovej plochy pôdy pokrytej lesným rastlinstvom na mladinu pripadá 11,7 %, stredneveké 59,1 %, predrubné 12,9 %, rubné a prezrelé porasty 16,3 % (obr. 3.12). V povodí Latorice tieto ukazovatele v rovnakom poradí dosahujú 12,6 %, 57,4 %, 10,9 % a 19,1 % (obr. 3.13). Podľa zásoby dreva v povodí Uhu na mladinu pripadá 4,7 %, stredneveké 61,7 %, predrubné 14,5 %, rubné a prezrelé porasty 19,1 %. V povodí Latorice je percentuálne zastúpenie nasledovné: 3,7 %, 60,5 %, 12,9 %, 22,9 %. Rozdelenie plochy a zásoby lesného pokryvu podľa vekových skupín ukazuje, že v minulosti sa na danom území vykonávala ťažba holorubným spôsobom alebo clonným rubom. V prípade zachovania súčasného tempa intenzity využívania lesa prejdú porasty strednevekej skupiny o 10 – 15 rokov do predrubnej skupiny a doplnia ju. Súčasne s tým doplnenie strednevekej skupiny mladými porastmi bude kvôli ich obmedzenej ploche menej výrazné. V konečnom dôsledku to privedie k rovnomernému rozdeleniu lesného pokryvu podľa vekových tried a k zlepšeniu plnenia hydrických funkcií lesných ekosystémov.



Obr. 3.12 Rozdelenie plochy lesa v povodí Uhu podľa vekových skupín



Obr. 3.13 Rozdelenie plochy lesa v povodí Latorice podľa vekových skupín

у складі деревостанів переважають береза, вільха, осика. Зустрічаються деревовидні верби та тополі. Фактичний розподіл площ і запасів деревостанів в лісовому покриві басейнів р. Ужа та Латориці за основними лісотвірними породами (рис. 3.10, 3.11) свідчить за їх відповідність типам лісу, і за їх слабку трансформованість.

3.4.2 Вікова (за класами віку) структура деревостанів

Вікова структура деревостанів лісового покриву басейнів річок Ужа і Латориці є схожою (рис. 3.12, 3.13). В басейні річки Уж, з площі вкритих лісовою рослинністю земель, на молодняки припадає – 11,7 %; середньовікові – 59,1 %; пристигаючі – 12,9 %; на стиглі й перестійні деревостани – 16,3 % (рис. 3.12). В басейні річки Латориці такі показники, відповідно, становлять 12,6 %; 57,4 %; 10,9 %; 19,1 % (рис. 3.13). За запасом деревини в басейні річки Ужа на молодняки припадає – 4,7 %; середньовікові – 61,7 %; пристигаючі – 14,5 %; стиглі й перестійні деревостани – 19,1 %. Для басейну річки Латориці вони, відповідно, становлять 3,7 %; 60,5 %; 12,9 %; 22,9 %. Розподіл площ і запасів лісового покриву за віковими групами вказує на проведення в минулому суцільних або поступових рубок. За умови збереження теперішніх темпів інтенсивності лісокористування через 10 – 15 років деревостани середньовікової групи перейдуть і поповнять пристигаючу групу. В той же час, поповнення середньовікової групи за рахунок молодняків буде менш об'ємним у зв'язку з малою площею останніх. Як наслідок, це призведе до рівномірності розподілу лісового покриву за класами віку і покращення виконання лісовими екосистемами гідрологічних функцій.

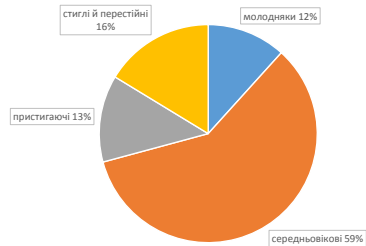


Рис. 3.12 Розподіл площ лісової рослинності в басейні річки Уж за групами віку

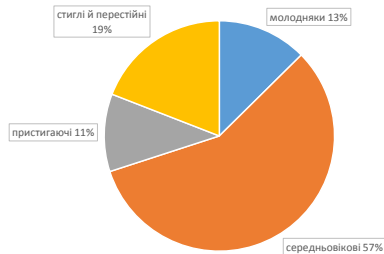


Рис. 3.13 Розподіл площ лісової рослинності в басейні річки Латориця за групами віку

3.4.3 Produktivnosť porastov

Produktivnosť porastov lesov povodia rieky Uhu a Latorica charakterizujú rôzne ukazovatele (tab. 3.4).

Tab. 3.4 Porovnanie produktivnosti porastov v povodí Uhu a Latorice podľa priemernej zásoby na 1 ha plochy lesa

Stáli užívatelia podľa rezortnej príslušnosti, lesy a kroviny na rezervnej pôde	Priemerná zásoba na 1 ha plochy lesa [m ³]			Index
	povodie Uhu	povodie Latorice	priemer	
Podniky Štátnej lesnej agentúry	355,1	345,6	350	1,0
Podniky Ministerstva poľnohospodárstva	191,6	223,2	207	0,6
Inštitúcie Ministerstva životného prostredia	313,2	—	313	0,9
Lesy a kroviny na rezervnej pôde	112,4	124,7	118	0,3

V lesoch Štátnej lesnej agentúry Ukrajiny zásoba dreva dosahuje 355 – 345 m³ na 1 ha, v podnikoch Ministerstva poľnohospodárstva 192 – 223 m³ na 1 ha, zatiaľ čo lesy a kroviny na rezervnej pôde charakterizujú nízke ukazovatele – 112 – 125 m³ na 1 ha. Ak urobíme indexáciu produktivnosti porastov podľa veľkosti zásoby na 1 ha plochy pokrytej lesom, pričom za hodnotu 1 prijmem najväčšiu zásobu v lesoch podnikov Štátnej lesnej agentúry Ukrajiny, za takýchto podmienok je produktivnosť lesov Ministerstva poľnohospodárstva dvakrát a lesov a krovín na rezervnej pôde trikrát nižšia ako produktivnosť lesov Štátnej lesnej agentúry. Preto sa hydrická schopnosť lesných ekosystémov v povodiach Uhu a Latorice môže zvýšiť v prípade zväčšenia lesnatosti a produktivnosti porastov v lesoch Ministerstva poľnohospodárstva a lesných ekosystémov na rezervnej pôde.

3.4.4 Ťažba dreva

Zásoby dreva v povodiach Uhu a Latorice dosahujú približne 67,2 mil. m³. Priemerný ročný objem ťažby hmoty je 461,1 tis. m³, z čoho 48 % sa vyťaží holorubným spôsobom. Ťažba v povodiach Uhu a Latorice je podmienená kategóriou lesov, súbormi lesných typov a vekovou štruktúrou. Od kategórie lesa bezprostredne závisí rozsah ťažby hmoty. Určujúci význam tu majú hospodárske lesy. V ochranných, zdravotno-rekreačných a prírodoochranných kategóriách lesov je plánovaná ťažba na základe prírodoochranných požiadaviek obmedzená alebo úplne zakázaná. Lesy a kroviny na rezervnej pôde, ktoré zaberajú 10 – 15 % plochy lesného pokryvu týchto povodí, vôbec nie sú dané do užívania a ťažba dreva sa tu nevykonáva.

3.4.3 Продуктивність деревостанів

Продуктивність деревостанів, що входять до складу лісового покриву басейнів річок Уж та Латориця характеризується різними показниками (табл. 3.4).

Табл. 3.4 Порівняння продуктивності деревостанів в басейнах річок Уж і Латориця за величиною середнього запасу на 1 га вкритої лісом площі

Постійні користувачі за відомчою належністю та ліси і чагарники на землях запасу	Середній запас на 1 га вкритої лісом площі [м ³]			Індекс
	для басейну ріки Ужа	для басейну річки Латориці	середній прийнятий	
Підприємства Держлісагентства	355,1	345,6	350	1,0
Підприємства Мінагрополітики	191,6	223,2	207	0,6
Установи Мінприроди	313,2	—	313	0,9
Ліси і чагарники на землях запасу	112,4	124,7	118	0,3

У лісах підпорядкованих Держлісагентству України запас становить 355 – 345 м³ на 1 га., підприємствах Мінагрополітики – 192 – 223 м³ на 1 га, а ліси і чагарники на землях запасу характеризуються низькими показниками – 112 – 125 м³ на 1 га. Якщо проіндексувати продуктивність деревостанів за величиною запасу на 1 га вкритої лісом площі, прийнявши за найбільший запас для лісів підприємств Держлісагентства України, то за таких умов продуктивність лісів підприємств Мінагрополітики майже у 2, а лісів і чагарників на землях запасу – в 3 рази нижча, ніж у лісах підприємств Держлісагентства. Тому гідрологічна спроможність лісових екосистем в басейнах річок Ужа і Латориці може бути підвищеною за умови збільшення лісистості та продуктивності деревостанів в лісах Мінагрополітики та лісових екосистем на землях запасу.

3.4.4 Заготівля деревини

Запаси деревини в басейнах Ужа і Латориці становлять приблизно 67,2 млн. м³. Середньорічний обсяг заготівлі деревини становить 461,1 тис. м³, з яких 48 % заготовлено суцільними рубками. Заготівля деревини в басейнах річок Уж і Латориця обумовлена категорією лісів, групами типів лісу та віковою структурою. Від категорії лісів безпосередньо залежать обсяги заготівлі деревини. Тут визначальне значення мають експлуатаційні ліси. В захисних, рекреаційно-оздоровчих та природоохоронних категоріях лісів заготівля деревини в порядку рубок головного користування за природоохоронними вимогами обмежена, або повністю заборонена. Ліси і чагарники на землях запасу, які займають 10 – 15 % площі лісового покриву басейнів взагалі не надані в користування і заготівля деревини тут зовсім не здійснюється.

Tab. 3.5 Objem ročnej ťažby dreva na lesnom фонде povodia Uhu a Latorice

Plánovaná ťažba	Plocha v ha *		Všetky druhy ťažby	Plánovaná ťažba	Vyťaženie z celkovej zásoby v m ³		Všetky druhy ťažby	v prepočte na 1 ha plochy lesa	Výužitie priemerného ročného prírastku zásoby na 1 ha plochy lesa [%]
	Ťažba s cieľom výchovy, ozdravenia a i.	Ťažba s cieľom výchovy, ozdravenia a i.			Ťažba s cieľom výchovy, ozdravenia a i.	Ťažba s cieľom výchovy, ozdravenia a i.			
POVODIE UHU									
Podniky štátnej lesnej agentúry									
170,9	1 784,3	1 955,2	1 955,2	44 754	61 866	106 620	1,7		
5,0	112,1	117,1	117,1	1 353	31 102	32 455	0,5		38,6
Podniky Ministerstva poľnohospodárstva									
5,5	213,5	219,0	219,0	1 170	13 331	14 500	1,0		30,2
3,2	40,9	44,1	44,1	904	8 277	9 181	0,6		
Spolu za povodie									
176,4	1 997,8	2 174,2	2 174,2	45 924	7 5197	121 120	1,5		
8,1	153,0	161,1	161,1	2 256	39 379	41 635	0,5		37,3
POVODIE LATORICE									
Podniky štátnej lesnej agentúry									
221,0	3 793,0	4 014,0	4 014,0	73 222	223 425	296 647	3,1		
84,9	270,4	355,3	355,3	34 430	120 665	155 095	1,6		76,8
Podniky Ministerstva poľnohospodárstva									
22,0	635,7	657,7	657,7	6 450	36 908	43 358	2,5		
14,9	96,3	111,2	111,2	4 189	21 030	25 219	1,5		66,1
Spolu za povodie									
243,0	4 428,7	4 671,7	4 671,7	79 672	260 333	340 005	3,0		
99,8	366,7	466,7	466,7	38 619	141 695	180 314	1,6		75,4

* Vrchný riadok – spolu, spodný riadok – podiel holorubu

Табл. 3.5 Обсяги річної заготовки деревини в лісовому фонді басейнів рік Ужа і Латориці

РГК	Площа, га*		Вирубано загального запасу, м ³				Використання середньої річної зміни запасу на 1 га вкритої лісом площі, %
	РФ і ОЛ та інші рубки	Усіх рубок	РГК	РФ і ОЛ та інші рубки	Усіма рубками	Із розрахунку на 1 га вкритої лісом площі	
БАСЕЙН річки УЖА							
	Підприємства Держлісгоспства						
170,9	1 784,3	1 955,2	44 754	61 866	106 620	1,7	38,6
5,0	112,1	117,1	1353	31 102	32 455	0,5	
	Підприємства Міннагрополітики						
5,5	213,5	219,0	1 170	13 331	14 500	1,0	30,2
3,2	40,9	44,1	904	8277	9 181	0,6	
	Разом по басейну						
176,4	1 997,8	2 174,2	45 924	75 197	121 120	1,5	37,3
8,1	153,0	161,1	2 256	39 379	41 635	0,5	
БАСЕЙН річки ЛАТОРИЦІ							
	Підприємства Держлісгоспства						
221,0	3 793,0	4 014,0	73 222	223 425	296 647	3,1	76,8
84,9	270,4	355,3	34 430	120 665	155 095	1,6	
	Підприємства Міннагрополітики						
22,0	635,7	657,7	6 450	36 908	43 358	2,5	66,1
14,9	96,3	111,2	4 189	21 030	25 219	1,5	
	Разом по басейну						
243,0	4 428,7	4 671,7	79 672	260 333	340 005	3,0	75,4
99,8	366,7	466,7	38 619	141 695	180 314	1,6	

* Чисельник – всього, знаменник – в т. ч. суцільні

Dodržiavanie princípu udržateľného využívania lesa predpokladá v priemere na 1 ha plochy pokrytej lesom výrub zásoby v množstve, ktoré neprevyšuje priemerný ročný prírastok celkovej zásoby na 1 ha. Skutočný objem drevnej hmoty v rámci plánovanej ťažby, ťažby zameranej na výchovu a ozdravenie lesov (prevažne výchovná a sanitárna ťažba), iné opatrenia spojené i nespojené s vedením lesného hospodárstva (prebudova, ozdravenie a i.) v povodiach Uhu a Latorice zo strany hlavných užívateľov (tab. 3.5) svedčia o neúplnom využití priemerného ročného prírastku zásoby, ktoré v povodí Uhu predstavuje len 37,3 % a v povodí Latorice 75,4 %. Ťažobná plocha plánovanej ťažby v ročnom priemere dosahuje v povodí Uhu 177 ha a v povodí Latorice 243 ha, z čoho holoruby tvoria 8 a 100 ha. Ťažba s cieľom výchovy a ozdravenia lesov, príp. iné spôsoby ťažby sa vykonávajú v povodí Uhu na 1998 ha a Latorice 4 429 ha výmery, z čoho na holoruby pripadá 153 a 367 ha. Ak prenesieme uvedenú ťažobnú plochu na celkovú plochu lesa v povodí rieky Uh, potom sa každoročne holorubným spôsobom vyrúbe 0,14 % a v povodí rieky Latorica 0,33 % územia pokrytého lesom. Čo sa týka ťažby zameranej na výchovu a ozdravenie lesa, príp. iných spôsobov ťažby, ročne sa vykonávajú v povodí Uhu na 1,7 % a v povodí Latorice na 3,1 % plochy. Objem hmoty vyťaženej všetkými spôsobmi za rok dosahuje v povodí Uhu 121 tis. m³ a v povodí Latorice 340 tis. m³, z čoho na plánovanú holorubnú ťažbu v povodí Uhu pripadá 34,3 % a Latorice 53,0 %.

Zaujímavý je ukazovateľ intenzity využívania lesa, teda objem skutočne vyrúbanej celkovej zásoby všetkých drevín v priemere za rok k vybranej zásobe v prepočte na 1 ha plochy pokrytej lesom. Podľa tohto ukazovateľa do roku 1960 dosahovala intenzita využitia lesa 6,5 m³ na 1 ha (tab. 3.6).

Tab. 3.6 Ťažba dreva v Zakarpatskej oblasti, povodiach Uhu a Latorice

Roky	Priemerný ročný vyťažný objem [tis. m ³]	Priemerný ročný vyťažný objem na 1 ha lesa [m ³]
Zakarpatská oblasť		
1956 – 1960	3 215	6,5
1961 – 1965	1 759	3,5
1966 – 1967	1 664	3,3
1989 – 1996	1 091	2,1
Povodie Uhu		
2009 – 2013	121	1,5
Povodie Latorice		
2009 – 2013	340	3,0

Дотримання принципу безперервного і невиснажливого лісокористування в середньому на 1 га вкритої лісом площі передбачає вирубку загального запасу в такій кількості, яка не перевищує середній річний запас на 1 га. Фактичні обсяги заготівлі деревини (табл. 3.5) від рубок головного користування (РГК) та рубок формування і оздоровлення лісів (переважно рубок догляду і санітарних рубок), інших заходів пов'язаних і не пов'язаних з веденням лісового господарства (РФ і ОЛ та інших рубок) в басейнах річок Ужа і Латориці за основними користувачами свідчать за неповне використання середньої річної зміни запасу. По басейну річки Уж становить 37,3 %, а басейну річки Латориці 75,4 %. Площа рубок головного користування в басейні річки Уж в середньому за рік складає 177 га, а в басейні річки Латориці 243 га, в тому числі суцільні рубки складають відповідно 8 і 100 га. Рубки формування і оздоровлення лісів та інші рубки за площею в басейні річки Уж займають 1 998 га, Латориці – 4 429 га, в тому числі на суцільні рубки припадає відповідно 153 і 367 га. Якщо перевести згадані площі рубок на лісову площу в басейні річки Уж, то щорічними суцільними рубками рубається 0,14 %, а в басейні річки Латориці – 0,33 % вкритої лісом площі. На щорічні рубки формування і оздоровлення лісів в басейні річки Уж припадає 1,7 %, а в басейні річки Латориці – 3,1 %. Обсяг щорічної заготівлі деревини всіма видами рубок в басейні річки Уж складає 121 тис. м³, а в басейні річки Латориці – 340 тис. м³, з яких на суцільні рубки головного користування в басейні річки Уж припадає 34,3 %, а в басейні річки Латориці – 53,0 %.

Цікавим є показник інтенсивності лісокористування, тобто обсяг фактично вирубаного загального запасу по всіх видах в середньому за рік, до вибраного запасу в розрахунку на 1 га вкритої лісом площі. За цим показником до 1960 року інтенсивність лісокористування становила 6,5 м³ на 1 га (табл. 3.6).

Табл. 3.6 Заготівля деревини від усіх видів рубок по області та басейнах Ужа і Латориці

Роки	Вирубано загального запасу в середньому за рік, тис. м ³	Вирубано загального запасу із розрахунку на 1 га вкритої лісом площі, м ³
По області		
1956 – 1960	3 215	6,5
1961 – 1965	1 759	3,5
1966 – 1967	1 664	3,3
1989 – 1996	1 091	2,1
По басейну Ужа		
2009 – 2013	121	1,5
По басейну Латориці		
2009 – 2013	340	3,0

3.5 Obnova lesa

V povodí Uhu sa vykonáva každoročná obnova na ploche 346 ha, v povodí Latorice okolo 400 ha. Na 87 % plochy rúbaní v povodí Uhu zmladenie prebieha v bukových a na 13 % v jedľových lesoch, v povodí Latorice na 97 % plochy v bukových a 3 % v jedľových lesoch. Podľa spôsobu obnovy lesa v oboch povodiach prevažuje prirodzené zmladenie – Uh 91 % a Latorica 72 %. Vcelku je to výsledok priaznivých prírodných podmienok, ako aj bioekologických osobitostí buka a jedle, preto je ekologicky efektívny z hľadiska plnenia príslušných hydrických funkcií rúbaní.

3.6 Záver

Na ukrajinskú časť povodia rieky Bodrog pripadá okolo 497 tis. ha plochy, z čoho 259 tis. ha (52 %) predstavujú lesné územia. Do povodia Bodrogu patrí povodie Uhu s rozlohou 165 tis. ha a lesnatosťou 71 %, ako aj povodie Latorice s výmerou 331 tis. ha a lesnatosťou 43 %. Horská časť častí Latorice zaberá 178 tis. ha s lesnatosťou 56 %. V štruktúre lesov v povodí oboch riek stanovujú hospodárske lesy 36 % a 41 %. Na lesy prírodoochranného, zdravotno-rekreačného a ochranného určenia pripadá v povodí Uhu 54 % a Latorice 43 %. Unikátne v oboch povodiach sú lesy na rezervnej pôde a krovinové formácie, ktoré zaberajú v povodí Uhu 10 % a Latorice 15 % z kategórie zemí, hydrická funkcia ktorých je menšia než na plochách pokrytých lesom.

Na území ukrajinskej časti Bodrogu sa lesné porasty nachádzajú prevažne na stredne strmých a strmých svahoch (45 % a 37 %). Na veľmi strmé svahy pripadá menej než 9 % lesnej výmery. Pri ťažbe dreva sa prevažne uplatňujú pozemné metódy približovania, ktoré na povrchu rúbaní spôsobujú najväčšie škody. Okolo 40 % dreva sa približuje na vzdialenosť 500 – 1 000 m, na 1 000 a viac metrov 30 % hmoty. Príznačné je, že väčšia časť lesných masívov (64 %) má hustotu ciest v rozmedzí 0,2 – 0,6 km/100 ha, pričom ich technický stav (okolo 30 %) je neuspokojivý. Súčasný technologický stav lesného hospodárstva narúša hydrický režim územia a zvyšuje možnosti vzniku povodňovej situácie v povodiach Uhu a Latorice.

V povodiach oboch riek prevažuje formácia bukových lesov (82 % plochy pokrytej lesom). Na súbor čistých bučín pripadá 35 %, hrabovo-bukových 27 % a smrekovo-jedľovo-bukových 15 % lesov. Rozšírené sú bukovo-jedľové (16 %), zriedkavé v povodí Uhu sú javorovo-bukové súbor lesných typov (1,4 %).

3.5 Лісовідновлення

В басейні річки Уж щорічне відновлення проводиться на площі 346 га, а Латориці – біля 400 га. На 87 % лісосік в басейні річки Уж відновлення проводиться в букових лісах і на 13 % в ялицевих, а в басейні Латориці відновлення відбувається на площі 97 % на лісосіках букових і 3 % ялицевих лісів. За способами лісовідновлення переважаючим (на 91 %) в басейні Ужа є природний спосіб, а в басейні річки Латориці він становить 72 %. В цілому це результат сприятливих природних умов, біоекологічних особливостей бука та ялиці, тому і є екологічно ефективним з позиції виконання зрубамі належних гідрологічних функцій.

3.6 Висновки

На Українську частину басейну річки Бодрог припадає приблизно 497 тис. га, з якої 259 тис. га (52 %) становлять лісові угіддя. В басейн річки Бодрог входить басейн річки Уж площею 165 тис. га, лісистістю 71 % та басейн Латориці площею 331 тис. га та лісистістю 43 %. Гірська частина річки Латориці займає 178 тис. га з лісистістю 56 %. В структурі лісів басейнів річок експлуатаційні ліси становлять відповідно 36 – 41 %. На ліси природоохоронного, рекреаційно-оздоровчого і захисного призначення припадає 54 % в басейні річки Уж та 43 % в басейні річки Латориці. Унікальними в обох басейнах є ліси на землях запасу та чагарникові угруповання на які припадає 10 % в басейні річки Уж та 15 % в басейні річки Латориці.

На території української частини ріки Бодрог деревостани переважно розташовані на спадистих і стрімких схилах (45 % і 37 % відповідно). На дуже стрімкі схили припадає менш ніж 9 % лісових площ. На лісозаготівлях, переважно застосовуються наземні методи трелювання, які спричиняють найбільшу шкоду поверхні зрубів. Близько 40 % деревини трелюють на віддалі від 500 до 100 м, а на віддалі більше 1 000 м трелюють 30 % деревини. Характерно, що більша частина лісових масивів (64 %) має густоту доріг в межах 0,2 – 0,6 км/100 га і технічний їх стан (близько 30 %) є незадовільним. Сучасний технологічний стан лісгосподарювання порушує гідрологічний режим території і підсилює паводкову ситуацію у басейнах рік Ужа і Латориці.

Переважаючою на водозборах Ужа і Латориці є формація букових лісів (82 % лісопокритої площі). На групу чистих букових лісів припадає 35 %, грабово-букових 27, ялиново-ялицево-букових – 15 %. Поширеними є буково-ялицеві групи (16 %), а рідкісними в басейні річки Уж є яворово-букові групи типів лісу (1,4 %).

Druhové zastúpenie je dominantne predstavené tvrdolistými drevinami s najvyšším percentom bukových porastov (60 – 90 %). Ihličnany majú nepatrný podiel a prevažuje v nich smrek. Štruktúra porastov podľa vekových tried je nerovnomerná: na mladiny pripadá okolo 12 %, stredneveké 60 %, predrubné 12 %, rubne zrelé a prezrelé 16 %.

Produktívnosť porastov (priemerná zásoba na 1 ha plochy pokrytej lesom) v podnikoch Štátnej lesnej agentúry Ukrajiny je 350 m³, Ministerstva poľnohospodárstva 207 m³ a na rezervnej pôde 118 m³.

Zásoba dreva v povodiach Uhu a Latorice dosahuje približne 67,2 mil. m³. Priemerný ročný objem ťažby hmoty je 461,1 tis. m³, z čoho 48 % sa vyťaží holorubným spôsobom. Takmer polovica (44 %) vyťaženej hmoty pripadá na palivové drevo. V obnove lesných porastov je podiel prirodzeného zmladenia v povodí Uhu 90 % a Latorice 72 %.

Видовий склад домінантно представлений твердолистяними породами з найбільшим відсотком (60 – 90 %) букових деревостанів. Хвойне господарство представлене незначною долею з переважанням в складі ялини європейської. Структура деревостанів за класами віку нерівномірна: на молодняки припадає близько 12 % деревостанів, на середньовікові – 60, пристигаючі 12, стиглі й перестиглі – 16 %.

Продуктивність деревостанів (середній запас на 1 га вкритої лісом площі) на підприємствах підпорядкованих Держлісагентству України – 350 м³, Мінагрополітики – 207 м³, а на землях запасу – 118 м³.

Запаси деревини в басейнах річок Ужа і Латориці становлять приблизно 67,2 млн. м³. Середньорічний обсяг заготівлі деревини 461,1 тис. м³, з яких 48 % заготовлено суцільними рубками. Майже половина (44 %) від усієї заготовлюваної деревини припадає на дрова паливні. При відновленні деревостанів частка природного поновлення в басейні річки Уж становить – 90 %, а Латориці – 72 %.

4. VPLYV ODLESNENIA NA VODNÚ BILANCIU POVODIA: PRÍSTUP NA BÁZE HYDROLOGICKÉHO MODELOVANIA

4.1 Úvod

Interakcie medzi terestrickými ekosystémami a vodným cyklom sú dlhodobo jednou z ústredných tém hydrologického výskumu. Za obzvlášť významnú je považovaná vodoregulačná funkcia lesa a jej špecifický vplyv na rôznych priestorových škálach (LEE 2005; SUN et al. 2001, 2005) ako aj skutočnosť, že vhodným manažmentom lesov je možné dopady nepriaznivých hydrologických udalostí, ako sú povodne a suchá, zmierňovať (CALDER & AYLWARD 2006; CALDER et al. 2007). V lesných ekosystémoch je akumulovaných 80 % z celkovej biomasy vegetácie na zemi (KINDERMANN et al. 2008), ktorá aktívne ovplyvňuje hydrologický cyklus modifikáciou vlastností pôdy alebo evapotranspiráciou značného objemu vody. Význam vodoregulačnej schopnosti lesa narástol v kontexte zmeny klímy (SUN et al. 2005; CALANCA et al. 2006; HLAVČOVÁ et al. 2007), keďže cieľovým manažmentom lesa je možné niektoré nepriaznivé procesy súvisiace s klimatickou zmenou efektívne zmierňovať (STOHLGREN et al. 2007; FEZZI et al. 2015).

Okrem toho narastajúca miera poškodzovania lesa (SEIDL et al. 2014) a často nevhodný manažment vyvolávajú obavy o možnom vplyve týchto procesov na vodný cyklus, čo je doposiaľ značne nepreskúmaná problematika (napr. UUNILA et al. 2006; ALILA et al. 2009). Napríklad výskum LANGHAMMERA et al. (2015) poukázal, že kombinovaný vplyv poškodzovania lesa a recentného nárastu teploty vzduchu vyvolal významné medzisezónne zmeny jednotlivých zložiek vodnej bilancie, vrátane zdvojnásobenia frekvencie kulmináčnych prietokov v porovnaní s obdobím pred rokom 1980.

Vplyv zmien v stave lesa na vyvolaný prírodnými škodlivými činiteľmi ako aj ľudskou činnosťou bol dlhodobo študovaný pomocou experimentov na báze párových povodí (HEWLET 1982) ako aj množstvom štúdií založených na modelovaní (napr. WAGENER 2007; KOSTKA & HOLKO 2007; HLAVČOVÁ et al. 2009). Medzi najvýznamnejšie štúdie párových povodí ktoré významne rozšírili poznatky o vplyve lesa na hydrologické cykly patrí výskum HORNBECK et al. (2014) z povodia Hubbard Brook, štúdie HENRY (1998) a LEWIS et al. (2000) z povodia Caspar Creek alebo štúdia RAO et al. (2011) z povodia Coweeta.

Zo syntézy množstva štúdií vyplynulo, že odozvy hydrologických cyklov na odlesnenie sú vysoko variabilné a často sa obtiažne interpretujú. Napriek tomu je zřejmý záver, že odlesnenie zvyšuje a zalesnenie znižuje ročné prietoky. Odlesnenie zároveň zvyšuje kulmináčne prietoky a objemy (ANDRÉSSIAN 2004),

4. ВПЛИВ ЗНЕЛІСНЕННЯ НА ВОДНИЙ БАЛАНС ВОДОЗБОРУ: ПІДХІД НА ОСНОВІ ГІДРОЛОГІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

4.1 Вступ

Взаємодія між екосистемами та гідрологічними циклами достатньо довго входить до головних тем досліджень гідрології та екосистем. Зокрема, визнається, що ліси регулюють водні цикли на різних рівнях (LEE 2005; SUN та ін. 2001, 2005), а належне управління лісовими ресурсами розглядається як таке, що здатне пом'якшити негативні гідрологічні явища, таких як повені та посухи (CALDER і AYLWARD 2006; CALDER та ін. 2007). У лісових екосистемах накопичується 80 % загальної біомаси рослин Землі (KINDERMANN та ін. 2008), яка активно впливає на кругообіг води шляхом зміни властивостей ґрунтів та загального випаровування значної кількості води. Важливість водорегулювального впливу лісу набуває все більшого визнання в контексті зміни клімату (SUN та ін. 2005; SALANCA та ін. 2006; HLAVČOVÁ та ін. 2007). Очікується, що безпечне для води ведення лісового господарства спроможне пом'якшити деякі небажані впливи на кругообіг води, які викликані зміною клімату (STONHILGREN та ін. 2007; FEZZI та ін. 2015).

Окрім того, частіші прояви пошкодження лісу (SEIDL та ін. 2014) та належне ведення лісового господарства посилюють побоювання щодо можливого впливу цих процесів на кругообіг води, хоча це питання все ще є недостатньо вивченим (але див. UUNILA та ін. 2006; ALLIA та ін. 2009). В своєму дослідженні LANGHAMMER та ін. (2015) продемонстрував, що вплив стихійних лих у лісах у поєднанні з підвищенням температури повітря викликали відчутні міжсезонні зміни у складових водного балансу, в тому числі подвоєння частоти подій пікового стоку у порівнянні з періодом до 1980 р.

Вплив на зміну лісистості, спричинений і природними стихійними лихами, і втручанням людини, досліджувався вже здавна з використанням експерименту парних водозборів (HEWLET 1982) та численних моделювань (наприклад WAGENER 2007; KOSTKA та HOLKO 2007; HLAVČOVÁ та ін. 2009). Серед найважливіших експериментів парних водозборів, які значно розширили розуміння впливу лісу на гідрологічні цикли, є дослідження HORNBECK та ін. (2014) з водозбору Hubbard Brook, HENRY (1998) та LEWIS та ін. (2000) з водозбору Caspar Creek або RAO та ін. (2011) з водозбору Ковіта.

Узагальнюючи такі дослідження, можна сказати, що гідрологічні реакції на знеліснення є різними, і їх часто важко інтерпретувати. Тим не менш, очевидним висновком є те, що знеліснення підвищує, а заліснення знижує річний об'єм стоку. Разом з цим знеліснення підвищує піки стоку та величи-

zatiaľ čo zalesnené povodia majú vyššiu infiltračnú kapacitu, ktorá môže odtok z povodia znižovať (ZHANG et al. 2014).

Miera významu vplyvu lesa na hydrológiu povodí bola v niektorých štúdiách spochybňovaná najmä z hľadiska nesúlady medzi očakávaniami verejnosti a skutočným možným vplyvom (ANDRÉASSIAN 2004; KOSTKA & HOLKO 2006). V tejto štúdii sa pokúšame prispieť do tejto diskusie a realizovať výskum vplyvu lesa na vodnú bilanciu dvoch vysoko zalesnených povodí na Slovensku a Ukrajine. Zároveň testujeme využiteľnosť novo vyvinutého hydrologického modelu ISSOP (Integrovaný systém pre simuláciu odtokových procesov) pri hodnotení vplyvu zmeny krajinej štruktúry na hydrológiu povodia.

Ciele štúdie boli:

- kalibrovať hydrologický zrážkovo-odtokový model tak, aby spoľahlivo reprodukoval denné a hodinové prietoky merané v modelových povodiach;
- použiť kalibrovaný model pri simulácii počas 13-ročného obdobia pri súčasnej štruktúre krajiny (referenčný stav);
- vyhodnotiť zmeny v prvkoch hydrologickej bilancie, vrátane parametrov simulovanej povodne a kulminačných prietokov, v závislosti na odlesnení povodia.

V tejto štúdii testujeme vplyv odstránenia lesa a jeho nahradenia povrchom s hydrologickými parametrami lúky (odlesnenia). Napriek tomu, že takýto vývoj je v strednej Európe nerealistický, realizovaný experiment demonštruje hraničný scenár kompletného odlesnenia, ktorý reprezentuje napríklad obdobie po rozsiahlych kalamitách a odstránení mŕtvych stromov. Experiment zároveň demonštruje maximálny možný hydrologický efekt, ktorý les v modelovom území môže mať a vytvára tak východiská pre hodnotenie vodoregulačnej funkcie lesa. Prezentovaný výskum má za cieľ rozšíriť súčasné poznatky o vplyve lesa na hydrológiu povodí a podporiť koncept integrovaného manažmentu povodí pomocou odborného opisu hydrologických odoziev na zmeny v štruktúre krajiny.

ну стоку (ANDRÉSSIAN 2004), а заліснені водозбори мають більшу інтенсивність поглинання води, що може знизити стік у басейні (ZHANG та ін. 2014).

У деяких дослідженнях вплив лісу на гідрологію водозбору ставився під сумнів, і підкреслювалась невідповідність між очікуванням громадськості та реальним його впливом (напр. ANDRÉASSIAN 2004; КОСТКА та ПОЛКО 2006). У даній роботі ми прагнемо зробити свій внесок у цю дискусію і дослідити, яким чином зміни лісистості впливають на гідрологічний баланс водозборів з високою лісистістю у Словаччині та Україні. Разом з цим ми перевіряємо можливості застосування нещодавно розробленої гідрологічної моделі ISSOP (Інтегрована Система Симуляції Процесів Стоку) для оцінки впливу змін у структурі ландшафту на гідрологію водозбору. Зокрема, ми прагнемо:

- калібрувати гідрологічну модель «опади-стік», аби вона достовірно відображала щоденні й щогодинні витрати води виміряні у модельному водозборі;
- використати калібровану модель для симуляції основних гідрологічних процесів протягом 13-річного періоду в умовах сучасної структури ландшафту (симуляції базового стану);
- здійснити оцінку змін складових водного балансу, в тому числі тих, що пов'язані з симульованим обсягом паводків та піковими витратами, у результаті знеліснення досліджуваного водозбору.

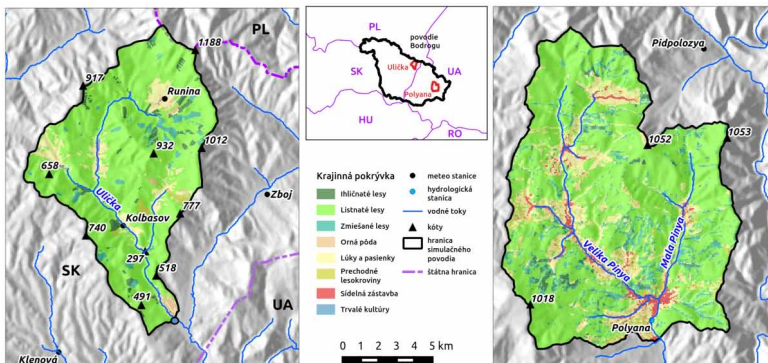
Нами проведено моделювання впливу знеліснення та його заміну на постійні пасовища. Хоча подібний розвиток ситуації у Центральній Європі навряд чи можливий, однак такий теоретичний експеримент зможе продемонструвати найгірший сценарій повного знеліснення, наприклад, у період після масштабних стихійних лих та видалення мертвих дерев. Також експеримент показує максимальний вплив, який може мати лісовий покрив на досліджуваний водозбір, що узгоджується з оцінкою даної функції лісу. Таке дослідження зробить певний внесок у сучасну сукупність знань про впливи лісу на гідрологію водозбору, та буде узгоджуватись з інтегрованим управлінням водозборами через обґрунтований опис гідрологічних відповідей на зміни у структурі ландшафту.

4.2 Údaje a metódy

4.2.1 Modelové povodia

Povodie Ulička sa nachádza v povodí Bodrogu na severovýchodnom Slovensku (Bukovské vrchy). Rozloha povodia je 96,6 km², výškový rozsah 244 – 1 177 m n. m., priemerný sklon je 16° a hustota riečnej siete je 2,3 km km⁻¹. Priemerný ročný odtok je 1,54 m³ s⁻¹. Povodie má mierne teplú až mierne studenú veľmi vlhkú klímu, s priemerným ročným úhrnom zrážok v rozpätí 920 – 1 220 mm a priemernou ročnou teplotou vzduchu v rozpätí 4,5 – 7,8 °C (údaje sú pre obdobie 1961 – 1990). Podložie v povodí je tvorené flyšovými súvrstviami s nízkou priepustnosťou. Pozitívne povrchové formy sú tvorené flyšom s prevahou pieskovca, zatiaľ čo v kotlinách prevládajú ílovcové súvrstvia. Pôdy sú relatívne plytké s hĺbkou do 40 cm. Z hľadiska zrnitosti ide prevažne o pôdy hlinité až prachovito-hlinité s vysokým podielom skeletu. Dominantným pôdnym typom sú kambizeme a rankre.

Lesy pokrývajú 84,3 % rozlohy povodia Ulička. V drevinovom zložení prevažujú listnaté dreviny, ktoré zaberajú 79,4 % celkového lesného krytu. Dominuje buk lesný (*Fagus sylvatica* L.). Ihličnaté lesy predstavujú 2,1 % a zmiešané 2,8 % rozlohy lesa. Ďalšie typy využitia územia sú lúky (12 %), orná pôda (2 %) a prechodné lesokroviny (0,6 %) (obr. 4.1).



Obr. 4.1 Hlavné typy pokrývky krajiny a riečna sieť v SK povodí Ulička (vľavo) a v UA povodí Polana-Ploske (vpravo). Znázornená je poloha hydrologických a meteorologických staníc. V strede poloha simulovaných povodií v rámci povodia Bodrogu a strednej Európy.

Povodie Polana-Ploske sa nachádza v Zakarpatskej oblasti na Ukrajine, severne od Mukačeva. Rozloha simulovaného povodia od rozvodnice po vodomernú

4.2 Вихідні дані та методи досліджень

4.2.1 Модельні водозбори

Модельний водозбір Улічка розташований у басейні р. Бодрог у північно-східній Словаччині (гори Буковські верхи). Територія водозбору 96,6 км², діапазон висот 244 – 1 177 м над рівнем моря, середній ухил схилів 16,0°, щільність річкової мережі 2,3 км км⁻¹. Середньорічні витрати води 1,54 м³ с⁻¹. У водозборі помірно-теплий і помірно-холодний, дуже вологий, клімат. Середня річна кількість опадів коливається в межах 920 – 1 220 мм, а середньорічна температура – від 4,5 °С до 7,8 °С (дані за період 1961 – 1990). Підґрунтя водозбору складається з флішового шару з низькою проникністю. Гірські схили рельєфу сформувались на шарі, побудованому в основному з пісковиків, у той час як долини сформовані переважно на шарі суглинистого сланцю. Ґрунти скелетні, суглинисті та мулисто-суглинисті, відносно мілкі глибиною до 40 см. Камбісоль та щербеністі ґрунти – це основні типи ґрунтів.

Ліси вкривають 84,3 % водозбору Улічка. Широколистяні є переважаючими породами – головним чином бук європейський (*Fagus sylvatica* L.) на частку яких припадає 79,4 % від загального лісового покриву. Хвойні ліси складають 2,1 %, змішані – 2,8 %. Інші типи земельного покриву – луки (12 %), орні землі (2 %) і перехідні лісові насадження-чагарники (0,6 %) (рис. 4.1).

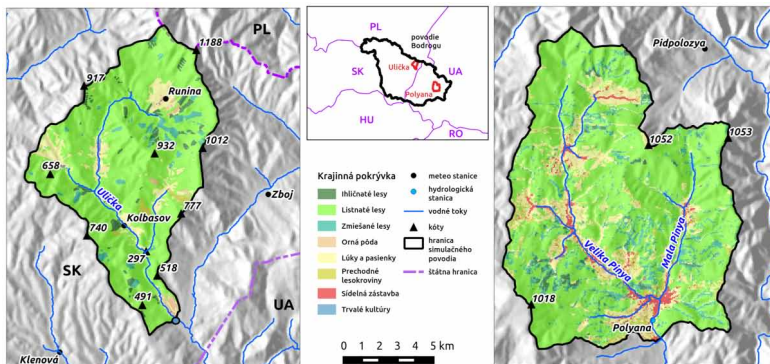


Рис. 4.1 Основні типи ландшафту та річкової мережі в Словаччині у водозборі Улічка (ліворуч) і в Україні у водозборі Поляна-Плоске (праворуч). Вказано також розташування метеорологічних та гідрологічних станцій. В центрі показано розташування модельних водозборів в рамках басейну річки Бодрог і центральної Європи.

Водозбір Поляна-Плоске знаходиться в Україні у Закарпатській області, північніше Мукачева. Територія модельного водозбору від вододілу до водомір-

stanicu je 168 km². Je odvodňované riečkou Piňa, ktorá je pravým prítokom Latorice. Má dve hlavné vetvy – Malú a Veľkú Piňu, pod ich sútokom v obci Poľana je umiestnená vodomerná stanica. Nadmorské výšky sa pohybujú od 220 do 1 100 m n. m. s priemernou výškou 528 m n. m., sklon svahov je v priemere 14°.

Podstatná časť povodia sa nachádza vo flyšovom pásme, len svahy na JZ okraji majú podložie zo sopečných hornín – andezitov a ich tufov. Lokálne sa vyskytujú karbonátové horniny bradlového pásma.

Medzi pôdami prevažujú kambizeme hlinité až ílovito-hlinité, slabo až stredne skeletnaté, stredne hlboké až hlboké.

Povodie má mierne teplú až mierne studenú veľmi vlhkú klímu, s priemerným ročným úhrnom zrážok v rozpätí 920 – 1 220 mm a priemernou ročnou teplotou vzduchu v rozpätí 4,5 – 7,8 °C

Lesy pokrývajú celkovo 77 % územia s dominanciou listnatých lesov (85 % lesnej pôdy). Ihličnaté porasty zaberajú len 1,5 % plochy povodia. Dôležitým prvkom krajinej pokrývky sú obhospodarované trvalé trávne porasty pokrývajúce 15,3 % územia. Neobhospodarované trávne porasty podliehajúce sukcesii a postupnému zarastaniu pokrývajú takmer 4 % plochy povodia. V povodí sa nachádza 9 obcí, ktorých intravilány zaberajú súhrnne 3,5 % plochy územia.

Keďže v tejto štúdii sa zameriavame na hodnotenie vplyvu odlesnenia na hydrologické pomery povodia, v tab. 4.1 je pre obidve hodnotené povodia prezentovaná súčasná štruktúra krajiny ako aj štruktúra krajiny so simulovaným odlesnením.

Tab. 4.1 Zastúpenie kategórií súčasnej pokrývky krajiny a kategórii po simulovanom odlesnení povodia

Povodie	Ulička / SK			Polyana-Ploske / UA		
	súčasn ^e zastúpenie	zastúpenie po odlesnení	zmena	súčasn ^e zastúpenie	zastúpenie po odlesnení	zmena
1.1 sídelná zastavba	0,55	0,55	0,00	3,43	3,43	0,00
1.2 priemyselné, obchodné a dopravné areály	0,03	0,03	0,00	0,09	0,09	0,00
1.4 sídelná zeleň	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
2.1 orná pôda	1,98	1,98	0,00	0,70	0,70	0,00
2.2 trvalé kultúry	0,57	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00
2.3 trvalé trávne porasty	11,98	96,81	84,83	15,3	86,77	71,47
3.1.1 listnaté lesy	79,35	0,03	-79,32	65,94	0,97	-64,97
3.1.2 ihličnaté lesy	2,09	0,00	-2,09	1,44	0,62	-0,82
3.1.3 zmiešané lesy	2,82	0,00	-2,82	9,34	7,42	-1,92
3.2.4 prechodné lesokroviny	0,61	0,00	-0,61	3,75	0,00	-3,75
3.3.3 areály riedkej vegetácie	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00

ної станції 168 км². Річкова мережа представлена річкою Піня, яка є правою притокою річки Латориця. Річка Піня має дві головні гілки – Малу та Велику Піню, нижче місця їх злиття в с. Поляна знаходиться водомірна станція. Діапазон висот від 220 до 1100 м над рівнем моря з середньою висотою 528 м н.р.м., середній ухил схилів 14°. Значна частина водозбору знаходиться в флішовій зоні, тільки схили з південно-західного боку мають підґрунтя з вулканічних порід – андезитів і туфів. Локально присутні карбонатні породи гірської захисної смуги. Серед ґрунтів переважають камбісоли глинисті і мулистоглинисті, слабо та середньо-скелетні, середньо-глибокі і глибокі.

У водозборі клімат перехідний від помірно-теплого до помірно-континентального, вологий, середня річна кількість опадів коливається між 920 мм в передгір'ях до 1220 мм в горах, а середньорічна температура – від 4,5 °С до 7,8 °С.

Ліси вкривають 77 % території, широколистяні ліси є переважаючими (85 % лісового фонду). Хвойні насадження становлять тільки 1,5 % площі водозбору. Важливим елементом ландшафту є луки і пасовища, що використовуються, які вкривають 15,3 % території. Луки і пасовища, що не використовуються, поступово заростають, і вкривають 4 % площі водозбору. У водозборі знаходяться 9 сіл, що в сукупності займають 3,5 % території.

Оскільки дане дослідження спрямоване на оцінку впливу знеліснення на гідрологію водозбору, в табл. 4.1. для обох досліджених водозборів представлено як нинішню структуру ландшафту, так і структуру ландшафту після змодельованого знеліснення.

Табл. 4.1 Частка теперішніх категорій покриву ландшафту та категорій після змодельованого знеліснення водозбору

Водозбір	Уїчка / Словаччина			Поляна-Плоске / Україна		
	теперішня частка	частка після знеліснення	різниця	теперішня частка	частка після знеліснення	різниця
1.1 Сільська забудова	0,55	0,55	0,00	3,43	3,43	0,00
1.2 Промислові, комерційні та транспортні ділянки	0,03	0,03	0,00	0,09	0,09	0,00
1.4 Сільська рослинність	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
2.1 Орна земля	1,98	1,98	0,00	0,70	0,70	0,00
2.2 Багаторічні культури	0,57	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00
2.3 Пасовища (сіножаті з невеликою часткою кущів)	11,98	96,81	84,83	15,3	86,77	71,47
3.1.1 Широколистяні ліси	79,35	0,03	-79,32	65,94	0,97	-64,97
3.1.2 Хвойні ліси	2,09	0,00	-2,09	1,44	0,62	-0,82
3.1.3 Мішані ліси	2,82	0,00	-2,82	9,34	7,42	-1,92
3.2.4 Перехідні лісові насадження-чагарники	0,61	0,00	-0,61	3,75	0,00	-3,75
3.3.3. Ділянки з рідкою рослинністю	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00

4.2.2 Meteorologické údaje a údaje o pokrývke krajiny

Povodie Ulička

Denné meteorologické dáta za obdobie 2001 – 2013 boli pre povodie Uličky získané z 19 zrážkomerných staníc a 4 klimatologických staníc. Pre povodie Polyana-Ploske boli dostupné meteorologické údaje z 3 staníc pre roky 2001 – 2013 (Ukrajinské hydrometeorologické centrum). Denné prietoky boli získané z hydrologickej stanice Ulič (245 m n. m.) v uzáverovom profile povodia. Hodinové meteorologické a hydrologické dáta použité na kalibráciu modelu v hodinovej škále boli získané pre rok 2013. Denné prietoky pre hydrologickú stanicu Polyana boli dostupné v 4-hodinovom kroku len pre rok 2013.

Na definovanie hydrologických parametrov v modely boli použité tri hlavné zdroje údajov: digitálny model reliéfu, mapa pôdných typov a mapa kategórii pokrývky krajiny. Údaje o druhovom zložení lesných porastov boli získané z lesných hospodárskych plánov archivovaných v Národnom lesníckom centre vo Zvolene (Slovensko) a v Štátnej agentúre lesov (pre povodie Polyana-Ploske). Kategórie pokrývky krajiny iné ako les boli prevzaté zo základnej mapy ZB GIS (ZB GIS®), pričom bola použitá nomenklatúra Corine Land Cover (EEA 2006) (tab. 4.1). Pre povodie Polyana-Ploske boli odvodené klasifikáciou satelitných snímok Landsat. Nadmorské výšky boli prevzaté z digitálneho modelu reliéfu s priestorovým rozlíšením 20 m. Údaje o lesných pôdach boli prevzaté z národnej lesníckej databázy spravovanej Národným lesníckym centrom (interné dáta) a z pedologických máp Štátnej agentúry lesov na Ukrajine. Pre nelesnú pôdu povodia Ulička boli tieto údaje odvodené z geologických máp v mierke 1 : 50 000 (MALÍK et al. 2007).

4.2.3 Použitý hydrologický model a postup kalibrácie

Pri riešení sme použili hydrologický model ISSOP (Integrovaný Systém pre Simuláciu Odtokových Procesov), ktorý predstavuje pokročilú verziu fyzikálne orientovaného modelu WetSpa (WANG et al. 1997; LIU & DE SMEDT 2004) a modelu Frier (HLAVČOVÁ et al. 2007; HORVÁT 2008). ISSOP je fyzikálne orientovaný hydrologický model s distribuovanými parametrami, ktorý simuluje jednotlivé zložky vodnej bilancie v rastrovo reprezentovaných povodiach. Simulovaný hydrologický systém pozostáva zo 4 zložiek: z vrstvy vegetačného

4.2.2 Метеорологічні дані та дані про покриття ландшафту

Водозбір Улічка

Щоденні метеорологічні дані за період 2001 – 2013 були зібрані для водозбору Улічка на 19 станціях, що вимірюють опади, та 4 кліматологічних станціях, що вимірюють температуру повітря. Для водозбору Поляна-Плоске були доступні метеорологічні дані з 3 станцій за 2001 – 2013 роки (Закарпатський обласний центр гідрометеорології). Дані про добові витрати води були зібрані на гідрологічній станції Уліч (245 м над рівнем моря) в гирлі водозбору. Погодинні метеорологічні дані та гідрологічні дані були зібрані за 2013 рік для того, аби здійснити калібрування моделі, щоб вона могла виконувати моделювання у погодинному масштабі. Дані про добові витрати води для гідрологічної станції Поляна були доступні з 4-годинним кроком тільки для 2013 року.

Для визначення параметрів водозбору в гідрологічній моделі були використані три основні джерела даних: цифрова модель рельєфу, карта типу ґрунтів та категорій покриття ландшафту. Дані щодо складу порід лісових насаджень були отримані з планів ведення лісового господарства, які зберігаються у Національному Лісовому Центрі, Словаччина та ДП «Свалявське лісове господарство» (для водозбору Поляна-Плоске). Окрім лісу, інші типи покриття ландшафту були отримані з базових карт ZB GIS (ZB GIS®), а також був використаний номенклатурний перелік Corine Land Cover (EEA 2006) (Табл. 4.1), а для водозбору Поляна-Плоске були визначені класифікацією супутникових знімків Landsat. Висота над рівнем моря описувалась з використанням цифрової моделі рельєфу з просторовою роздільною здатністю 20 м. Дані про лісові ґрунти були взяті з національної лісової бази даних, управління якою здійснює Національний Лісовий Центр (внутрішні дані) та з карт ґрунтів ДП «Свалявське лісове господарство». Для нелісових ґрунтів водозбору Улічка ці дані були виведені з геологічних карт масштабу 1 : 50 000 (MALÍK та ін. 2007).

4.2.3 Використана гідрологічна модель та процедура калібрування

При дослідженнях використано Інтегровану Систему Моделювання Процесів Стоку (ISSOP), яка є удосконаленою версією фізично-обґрунтованої моделі WetSra (WANG та ін. 1997; LIU та DE SMEDT 2004) та моделі FRIER (HLAVČOVÁ та ін. 2007; HORVÁT 2008). ISSOP – фізично обґрунтована гідрологічна модель з розподіленими параметрами, яка моделює окремі складові водного балансу у водозборах, відображених у вигляді сітки. Модельована гідрологічна система складається з 4-компонентів: з шару рослинного

krytu, pôdneho povrchu, koreňovej zóny a nasýteného kolektora podzemnej vody. Obsah vody v pôde je pritom premenná, ktorá má rozhodujúci vplyv na jednotlivé hydrologické procesy (povrchový odtok, evapotranspirácia, hypodermický odtok and perkoláciu).

Základné hydrologické parametre kategórii pokrývky krajiny pre obidve povodia sú uvedené v tab. 4.2. Niektoré parametre týkajúce sa lesných porastov boli modifikované na základe dlhodobých pozorovaní monitoringu lesa realizované v rámci programu ICP Forests (PAVLENDA et al. 2013).

Tab. 4.2 Vybrané hydrologické parametre kategórii pokrývky krajiny vyskytujúce sa v modelových povodiach

Kategória krajinej pokrývky	Manning	Interc_min	Interc_max	PET_coef
1.1 sídelná zastavba	0,10	0,00	0,00	0,90
1.2 priemyselné, obchodné a dopravné areály	0,10	0,00	0,00	0,90
1.4 sídelná zeleň	0,40	0,50	1,50	1,05
2.1 orná pôda	0,35	0,00	1,00	1,10
2.2 trvalé kultúry	0,35	0,50	1,50	1,15
2.3 trvalé trávne porasty	0,30	0,10	1,00	1,00
3.1.1 listnaté lesy	0,80	0,50	3,00	1,20
3.1.2 ihličnaté lesy	0,40	2,00	4,00	1,15
3.1.3 zmiešané lesy	0,55	1,00	3,50	1,18
3.2.4 prechodné lesokroviny	0,40	0,10	1,50	1,15
3.3.3 areály riedkej vegetácie	0,10	0,00	0,10	0,95

Skratky: Manning – Manningov koeficient drsnosti povrchu [-], Interc_min a Interc_max – minimálna a maximálna intercepčná kapacita [mm], PET_coef – koeficient potenciálnej evapotranspirácie [-]

Model používa kalibračnú procedúru, pomocou ktorej sú odhadované globálne kalibračné parametre, čiže tie ktoré sa týkajú celého povodia (príloha 4.2). Odhad parametrov prebieha spôsobom, pri ktorom sú minimalizované rozdiely medzi meranými a simulovanými prietokmi. Použili sme procedúru Shuffled Complex Evolution method (SCE-UA; DUAN et al. 1992; VRUGT et al. 2003), ktorá bola viacerými štúdiami označená ako vhodná pre určenie optimálnych parametrov pre hydrologické modely. Na určenie predikčnej schopnosti modelu vyjadrenej mierou zhody medzi meranými a simulovanými prietokmi bol použitý Nash-Sutcliffov koeficient (NASH & SUTCLIFF 2006) a ďalšie štatistické charakteristiky (uvedené v prílohe 4.3).

Zatiaľ čo kalibrácia parametrov pre povodia Ulička bola založená na 13-ročných dátach a tieto parametre je možné považovať za spoľahlivé, odhad para-

покриву, ґрунтової поверхні, кореневої зони та насиченого водоносного горизонту ґрунтових вод. Вміст води у ґрунті – це показник, яким можна контролювати конкретні гідрологічні процеси, наприклад поверхневий стік, евапотранспірацію, підповерхневий стік та просочування у ґрунт. Основні гідрологічні параметри покриву ландшафту зазначені у таблиці 4.2. Деякі пов'язані з лісовими насадженнями параметри були скориговані з використанням даних довгострокового моніторингу лісу, зібраних в рамках Програми моніторингу лісу ICP (PAULENDA та ін. 2013).

Табл. 4.2 Окремі гідрологічні параметри категорій покриву ландшафту, які зустрічаються у модельних водозборах

Категорія покриву ландшафту	Коеф. Меннінга	Перехопл_мін.	Перехопл_макс.	Коеф. ПОЕ
1.1 Забудова села	0,10	0,00	0,00	0,90
1.2 Промислові, комерційні та транспортні ділянки	0,10	0,00	0,00	0,90
1.4 Рослиність села	0,40	0,50	1,50	1,05
2.1 Орна земля	0,35	0,00	1,00	1,10
2.2 Багаторічні культури	0,35	0,50	1,50	1,15
2.3 Пасовища (сіножаті з невеликою часткою кущів)	0,30	0,10	1,00	1,00
3.1.1 Широколистяні ліси	0,80	0,50	3,00	1,20
3.1.2 Хвойні ліси	0,40	2,00	4,00	1,15
3.1.3 Змішані ліси	0,55	1,00	3,50	1,18
3.2.4 Перехідні лісові насадження-чагарники	0,40	0,10	1,50	1,15
3.3.3 Ділянки з рідкою рослинністю	0,10	0,00	0,10	0,95

Примітка: Скорочення: Коеф. Меннінга – коефіцієнт шорсткості Меннінга [-], Перехопл.мін. та Перехопл.макс. – мінімальна та максимальна спроможність перехоплення [мм], Коеф. ПОЕ – коефіцієнт потенційної евапотранспірації [-].

В моделі використовується процедура калібрування, яка дозволяє оцінити глобальні параметри калібрування (наприклад ті, що притаманні всьому водозбору, додаток 4.2). Оцінка параметрів здійснюється в спосіб, що мінімізує різницю між вимірюваними та змодельованими витратами води. Ми використали Метод Shuffled Complex Evolution (SCE-UA; DUAN та ін. 1992; VRUGT та ін. 2003), який виявився ефективним у локалізації оптимальних параметрів для гідрологічних моделей. Коефіцієнт Nash-Sutcliff (NASH та SUTCLIFF 2006) та інша статистика були використані для оцінки прогностичної спроможності моделі стосовно ступеню збігу між вимірюваними та модельованими витратами (додаток 4.3).

Оскільки калібрування параметрів для водозбору Улічка базувалось на даних за 13 років, ці параметри можна вважати надійними. Оцінка параме-

metrov pre povodia Polyana bol z dôvodu problematickej dostupnosti dát založený len na dátach z jedného roku (2013), z čoho vyplýva relatívne nízka spoľahlivosť simulácií a slabšia výpovedná hodnota výstupov. Komplikované je aj vzájomné porovnávanie výsledkov simulácií medzi oboma hodnotenými povodiami a to z nasledujúcich aspektov: rozdielna kvalita vstupných dát (priestorových aj nepriestorových), časové rozlíšenie údajov, počet a poloha klimatických staníc, rôzna dĺžka kalibračného obdobia, odlišná veľkosť povodí a podobne.

4.2.4 Návrhová zrážka s opakovaním 100 rokov

Okrem simulácií založených na meteorologických a hydrologických meraniach z obdobia 2001 – 2013 sme testovali hydrologickú odozvu na teoretickú zrážkovú udalosť s pravdepodobnosťou výskytu raz za 100 rokov. Z dôvodu nedostupnosti potrebných údajov bola táto analýza realizovaná len v povodí Ulička. Tento experiment demonštruje, akým spôsobom môže odlesnenie ovplyvniť kulminačné prietoky vyskytujúce sa počas extrémnych povodní. Intenzita zrážky (mm h^{-1}) bola odvodená na základe máp 100-ročných denných zrážkových úhrnov (REMIÁŠOVÁ 2010) a škálovacích koeficientov navrhnutých BAROM (2009). Predpokladali sme, že interval výskytu extrémnej zrážky je rovný intervalu výskytu kulminačného prietoku (čiže povodňovej vlny). Ďalej sme predpokladali, že dĺžka trvania zrážkovej udalosti potrebnej na vyvolanie kulminačného prietoku so storočným intervalom výskytu je rovná tzv. času koncentrácie, čo je čas počas ktorého sa častica vody presunie z hydrologicky najvzdialenejšej časti povodia k uzáverovému profilu (z toho vyplýva, že čas koncentrácie je závislý od krajinej pokrývky). Návrhová zrážka pre povodie Ulička má intenzitu $10,39 \text{ mm h}^{-1}$ s časom koncentrácie 260 minút pre súčasnú štruktúru krajiny a 200 minút pre scenár odlesnenia (viď tab. 4.6).

4.3 Výsledky

4.3.1 Kalibrácia modelu

Kalibrácia založená na denných prietokoch v období 1. júl 2001 – 31. december 2013 bola použitá na odhad globálnych parametrov modelu týkajúcich sa celého povodia Ulička. V prípade ukrajinského povodia Polyana boli globálne

трів для водозбору Поляна-Плоске базувалась тільки на даних одного року (2013), через проблеми доступності даних, що зумовило відносно низьку надійність моделювання та менш інформативні висновки. Складним також є порівняння результатів моделювання двох досліджених водозборів через наступні аспекти: різна якість вхідних даних (просторових і непросторових), часове розмежування даних, кількість і розташування кліматичних станцій, різна тривалість періоду калібрування, різна площа модельних водозборів тощо.

4.2.4 Прогнозування опадів з періодом повторюваності 100 років

На додаток до моделювання на основі метеорологічних та гідрологічних даних, які вимірювалися в період 2001 – 2013 рр., ми протестували гідрологічну відповідь на теоретичне випадання опадів з інтервалом повторюваності 100 років. З причини недоступності необхідних даних такий аналіз проводився тільки для водозбору Улічка. Такий експеримент показує, як знеліснення може вплинути на кульмінацію витрат води під час екстремальних паводків. Інтенсивність опадів (мм год^{-1}) була запропонована з використанням спрощеного підходу на основі карт 100-річних добових опадів (REMÍÁŠOVÁ 2010) та коефіцієнтів масштабування, запропонованих VARA (2009). Ми припустили, що період повторюваності екстремальних опадів дорівнює періоду пікових витрат (тобто періоду повторюваності паводкової хвилі). Далі ми припустили, що тривалість опадів, необхідна для того, аби почалася кульмінаційна паводкова хвиля з сторічним інтервалом повторюваності, дорівнює так званому часу концентрації, тобто часу, протягом якого частки води рухаються з гідрологічно найвіддаленішої частини водозбору до його гирла (отже, час концентрації залежить від покриву ландшафту). Для водозбору Улічка проєктована інтенсивність опадів складала $10,39 \text{ мм год}^{-1}$ з часом концентрації 260 хв при теперішньому покриві ландшафту, та 200 хвилин за умов сценарію знеліснення (див. також табл. 4.6).

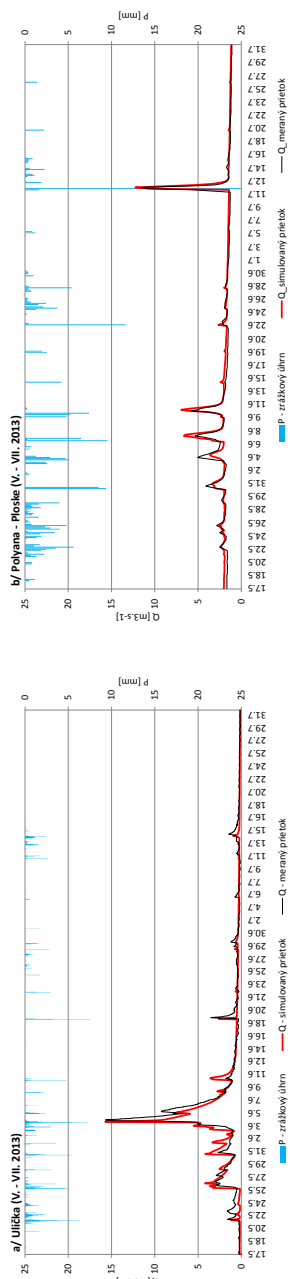
4.3 Результати

4.3.1 Калібрування моделі

Калібрування моделі на основі щоденних витрат у період з 1 липня 2001 по 31 грудня 2013 року було використано для оцінки глобальних параметрів калібрування, притаманних для досліджуваного водозбору Улічка. У ви-

Tab. 4.3 Výsledky kalibrácie modelu v povodiach Ulička a Poljana-Ploske. Uvedené sú hodnoty globálnych parametrov modelu a miera zhody medzi meranými a simulovanými prietokmi vyjadrená pomocou Nash-Sutcliffeovho (NS) koeficientu. Skratky prezentovaných parametrov sú uvedené v Prílohe 2.

Povodie	Parameter	NS	K_run	P_max	T0	K_snow	K_rain	K_imp	K_ss	K_ep	K_i	K_g	G0	G_max
	obdobie/jednotka	[-]	[-]	[mm.d ⁻¹]	[°C]	[mm °C ⁻¹ .d ⁻¹]	[mm °C ⁻¹ .d ⁻¹]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[mm]
SK	2001 – 2013 denné	0,82	6,50	70,00	0,1	4,0	0,2	0,6	0,80	0,80	0,48	0,02	145,0	90,0
Ulička	2013 1-hodinové	0,81	3,70	18,50	0,1	4,0	0,3	0,6	0,61	0,35	0,84	0,03	15,5	125,1
UA	2013 4-hodinové	0,51	10,58	28,17	0,1	2,0	0,3	0,6	-1,00	0,80	2,01	0,09	250,0	220,0
Ploske														



Obr. 4.2 Poroznanie simulovaných a meraných hodinových prietokov Q (a – Ulička) a 4-hodinových prietokov Q (b – Poljana-Ploske) v období máj až júl 2013. Zobrazené sú aj hodinové a 4-hodinové úhrny zrážok (P).

Табл. 4.3 Результати калібрування моделі у водозборах Улічка і Поляна-Плоске. Значення глобальних параметрів моделі та ступінь збігу між вимірюваними та змодельованими витратами за коефіцієнтом Nash-Sutcliffe (NS). Скорочення параметрів пояснюються у додатку 2.

Водозбір	Параметри	NS	K_run	P_max	T0	K_snow	K_rain	K_imp	K_ss	K_ep	K_i	K_g	G0	G_max
Період/Одиниця	[-]	[-]	[мм д^{-1}]	[мм д^{-1}]	[°C]	[мм °C^{-1} д^{-1}]	[мм °C^{-1} д^{-1}]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[мм]	[мм]
Словач.	2001 – 2013 добові	0,82	6,50	70,00	0,1	4,0	0,2	0,6	0,80	0,80	0,48	0,02	145,0	90,0
Улічка	2013 1-годинні	0,81	3,70	18,50	0,1	4,0	0,3	0,6	0,61	0,35	0,84	0,03	15,5	125,1
Україна														
Поляна-Плоске	2013 4-годинні	0,51	10,58	28,17	0,1	2,0	0,3	0,6	-1,00	0,80	2,01	0,09	250,0	220,0

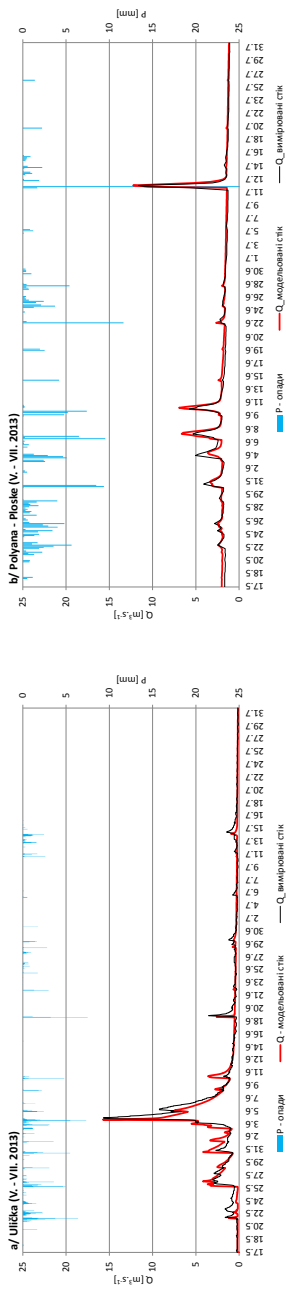


Рис. 4.2 Порівняння змодельованих та спостережуваних щогодинних витрат води (Q) (а – Улічка) і 4-годинних витрат води (b – Поляна-Плоске) за період з травня по липень 2013 р. Показані також щогодинні та 4-годинні значення опадів (P).

parametre odhadnuté na základe kalibrácie 4-hodinových údajov pre rok 2013 (tab. 4.3). Nash-Sutcliffov koeficient dosiahol pre povodie Ulička hodnotu 0,819, čo vyjadruje dobrú výkonnosť modelu z hľadiska schopnosti reprodukovat' pozorované prietoky (príloha 4.3a). Odhad parametrov na základe hodinových dát z roku 2013 bol taktiež uspokojivý a koeficient dosiahol hodnotu 0,809. Ďalšie štatistické ukazovatele taktiež potvrdili dobrú mieru zhody medzi meranými a simulovanými prietokmi.

Pre povodie Polyana-Ploske bol dosiahnutý v letnom období NS koeficient 0,514 (príloha 4.3b), v ročnom zhodnotení len 0,25, čo je zapríčinené slabšími vstupnými údajmi ako aj klimatickými (teplotnými) anomáliami pozorovanými v zimnom a jesennom období (inverzie).

Na ilustráciu vplyvu kalibrácie prezentujeme pre povodie Ulička priebeh hodinových simulovaných a meraných prietokov za obdobie máj – júl 2013, kedy sa vyskytla extrémna zrážková udalosť s úhrnom 23,2 mm deň⁻¹ (26. máj 2013) s maximálnou intenzitou zrážky 7,5 mm h⁻¹ (18. jún 2013, 20:00 h) (obr. 4.2a). Simulovaný prietok (Q_s) dosiahol maximum 15,74 m³ s⁻¹ 4. júna o 14:00 h. Maximálny meraný prietok (Q_m) bol mierne nižší (15,68 m³ s⁻¹) a vyskytol sa o päť hodín neskôr o 19:00 h. V tomto dni bola celková suma zrážok 22,1 mm s maximálnym hodinovým úhrnom 7,3 mm. Ako je možné vidieť na obrázku (obr. 4.2), priebeh pozorovaných prietokov je simulovanými prietokmi reprodukováný veľmi verne. Je však možné vidieť mierne podhodnotenie kulminačných prietokov ak aj menší časový nesúlad.

V rovnakom období bol v povodí Polyana-Ploske maximálny meraný aj simulovaný prietok zistený dňa 12. júla 2013 o 0:00 h, kedy pri dennom úhrne 27,3 mm z predchádzajúceho dňa (11. 7.) dosiahol meraný prietok hodnotu 11,6 m³ s⁻¹ a simulovaný 12,2 m³ s⁻¹, a to približne so 4-hodinovým oneskorením (obr. 4.2b).

4.3.2 Hydrologické simulácie

Súčasná štruktúra krajiny

Vysoká lesnatosť povodia Ulička a vysoké zastúpenie listnatých drevín spôsobili, že na intercepčnú stratu pripadalo 21,1 % celkového zrážkového úhrnu. Väčšina zrážok (77 %) sa infiltrovala do pôdneho profilu a menej ako polovica tohto objemu prenikla do podzemných zásob vody. Povrchový odtok reprezentoval 1,2 % celkového zrážkového úhrnu a na podpovrchový odtok pripadalo približne 12 %. Najväčšia časť zrážok sa transformovala do formy základného odtoku (23 %) (tab. 4.4). Rozdiel medzi celkovým zrážkovým úhrnom a sumou

падку українського водозбору Поляна-Плоске глобальні параметри були розраховані на основі калібрування 4-годинних даних для 2013 року (табл. 4.3). Коефіцієнт Nash-Sutcliff для водозбору Улічка досяг значення 0,819, що свідчить про хороші робочі характеристики моделі з точки зору відтворення витрат води, що спостерігаються (додаток 4.3а). Оціночні параметри на основі щогодинних даних за 2013 рік були також задовільними, і коефіцієнт досяг 0,809. Інші статистичні індикатори також підтвердили хороший збіг між вимірюваними та змодельованими витратами.

Для водозбору Поляна-Плоске коефіцієнт Nash-Sutcliff в літній період досяг 0,514 (додаток 4.3b), в річній оцінці тільки 0,25, що пов'язано з менш задовільними вхідними даними та кліматичними (температурними) аномаліями, що спостерігаються в зимовий та осінній періоди (інверсії).

Для ілюстрації ефекту калібрування для водозбору Улічка ми демонструємо, наскільки співпадають змодельовані щогодинні та вимірювані витрати за період з травня по липень 2013 р., коли випали екстремальні опади, які досягли за добу 23,2 мм (26 травня, 2013 р.), максимальна інтенсивність опадів за годину – 7,5 мм (18 червня, 20:00) (рис. 4.2а). Змодельовані витрати (Q_s) досягли максимуму $15,74 \text{ м}^3 \text{ с}^{-1}$ (на 4 червня о 14:00), а максимальні вимірювані витрати (Q_m) були трохи нижчі ($15,68 \text{ м}^3 \text{ с}^{-1}$) та відбулися через 5 годин пізніше (19:00). За цю добу сума опадів досягла 22,1 мм, а максимальна кількість за годину – 7,3 мм. Як можна побачити на рис. 4.2. Змодельовані дані дуже добре відтворюють схему спостережуваних витрат, хоча спостерігається й невелике недооцінювання пікових витрат та деяке зміщення часу пікових витрат.

В той же період у водозборі Поляна-Плоске були з'ясовані виміряні максимальні і змодельовані витрати води для 12 липня 2013 року, 0:00 год, коли добові опади в кількості 27,3 мм від попереднього дня (11 липня) досягли вимірюваного значення стоку $11,6 \text{ м}^3 \text{ с}^{-1}$ і змодельованого – $12,2 \text{ м}^3 \text{ с}^{-1}$, приблизно з 4-годинною затримкою (рис. 4.2b).

4.3.2 Гідрологічні моделювання

Нинішня структура ландшафту

Висока лісистість водозбору Улічка та домінування листяних порід є причиною того, що втрата перехоплення складала 21,1 % від загальної кількості опадів. Більша частина опадів (77 %) проникла в ґрунтовий профіль, і менше половини цієї кількості просочилась до підземних запасів води. Поверхневий стік склав всього 1,2 % від загальної кількості опадів, у той час як підповерхневий стік – приблизно 12 %. Найбільша частка опадів трансформувалася у основний (ґрунтовий) стік (23 %) (табл. 4.4). Невелика розбіжність

intercepcie, infiltrácie a povrchového odtoku (1 000,5 vs. 994 mm) pripadá na vodu akumulovanú v povrchových depresiách, ktorá sa odparí.

Priemerná ročná intercepčia zrážok pri súčasnej pokrývke krajiny v ukrajinskom povodí Polyana dosiahla hodnotu 23,7 %. V jarnom období bola táto hodnota vyššia (35,5 %) v lete dokonca 47 %, čo súvisí zrejme jednak s vysokou lesnatosťou povodia (77 %) a dominantným zastúpením listnatých drevín, a v súvislosti s tým aj s prudkým nárastom listovej plochy od začiatku vegetačnej sezóny na jar až do obdobia kulminácie listovej biomasy v letnom období, čo značne zvyšuje intercepčné straty. Takmer polovica zo zrážkového úhrnu (44,9 %) bolo využitých v hydrologickej bilancii povodia na proces evapotranspirácie. Povrchový odtok dosiahol 3,3 % a podpovrchový 22,3 % zo zrážkového úhrnu nameraného v období simulácie (rok 2013). Celkový odtok (T) tvoril 52,4 % (tab. 4.4).

Tab. 4.4 Simulované ročné priemery zložiek hydrologickej bilancie v povodí Ulička v období 2001 – 2013 a v povodí Polyana-Ploské v roku 2013 (mm rok⁻¹) pri súčasnej pokrývke krajiny.

Povodie	Zložka bilancie	Priemerný ročný úhrn (mm)								
		P	I	In	Ep	Pe	R	G	B	T
SK Ulička	Súčasná pokrývka krajiny 2001–2013	1 000,5	211,5	770,4	623,1	357,1	12,1	122,3	231,8	366,1
UA Polyana-Ploske	Súčasná pokrývka krajiny 2013	1 019,6	241,7	755,7	457,7	326,5	34,0	227,2	272,7	534,0

Skratky: P – zrážky, I – intercepčia, In – infiltrácia, Ep – evapotranspirácia, Pe – perkolácia, R – povrchový odtok, G – podpovrchový odtok, B – základný odtok, T – celkový odtok

Simulácie realizované v hodinovej škále v povodí Ulička umožnili hodnotiť detailné odozvy prietokov na zrážkové udalosti. Analýzy realizované v období máj – júl 2013 ukázali prudký nárast prietokov v odozve na zrážkové udalosti, ktoré sa vyskytli medzi 20. májom a 4. júnom v celkovom úhrne 127 mm. Na náraste hydrografu sa podieľali predovšetkým povrchový odtok a s mierne oneskoreným podpovrchovým odtokom (obr. 4.3). Táto skutočnosť poukazuje, že hoci na povrchový odtok pripadá len malá časť dlhodobej vodnej bilancie, jeho význam narastá pri kulmináčnych udalostiach. Klesajúca časť hydrografu je formovaná podzemným odtokom (Qg), ktorý je napájaný vodou zo saturovanej zóny (zo zásob podzemnej vody). Odozva základného odtoku na zrážkovú udalosť nebola výrazná.

між загальною кількістю опадів і сумою перехоплення, інфільтрації і поверхневого стоку (1 000,5 проти 994 мм) припадає на воду, накопичену в понижених місцях поверхні, і яка випаровується.

Середньорічна інтерцепція опадів при теперішній структурі ландшафту в українському водозборі Поляна-Плоске досягає 23,7 %. У весняний період ця величина була вищою (35,5 %), влітку навіть 47 %, що, очевидно, залежить від високої лісистості водозбору (77 %) і домінування листяних порід дерев та пов'язаного з цим швидкого збільшення площі листя від початку вегетаційного сезону весною до періоду кульмінації біомаси листя влітку, що значно збільшує інтерцепційні втрати. Майже половина опадів (44,9 %) використана у водному балансі водозбору у якості сумарного випаровування. Поверхневий стік досяг 3,3 % і підповерхневий 22,3 % від загальної кількості опадів, виміряних в період моделювання (2013 рік). Загальний стік (Т) становив 52,4 % (табл. 4.4).

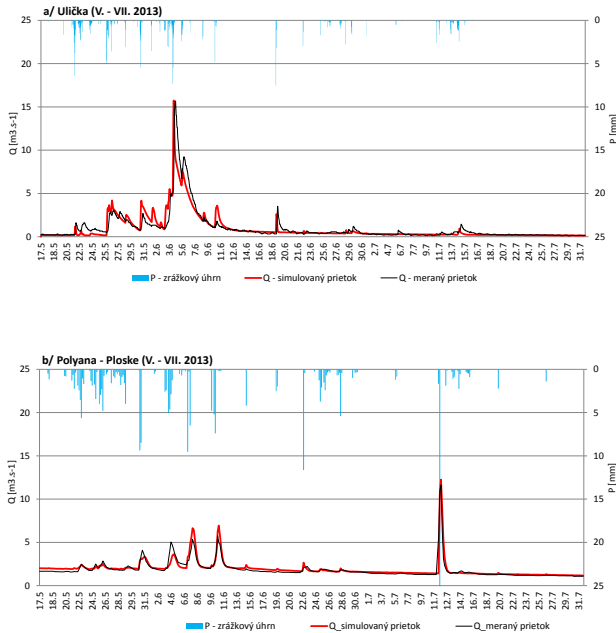
Табл. 4.4 Змодельовані річні середні показники складових гідрологічного балансу у водозборі Улічка протягом періоду 2001 – 2013 та у водозборі Поляна-Плоске в 2013 році (мм за рік¹) при нинішньому покриві ландшафту.

Водозбір	Складова балансу	Середньорічна кількість (мм)								
		P	I	In	Ep	Pe	R	G	B	T
Словачина	Нинішній покрив ландшафту 2001–2013	1 000,5	211,5	770,4	623,1	357,1	12,1	122,3	231,8	366,1
Україна Поляна-Плоске	Нинішній покрив ландшафту 2013	1 019,6	241,7	755,7	457,7	326,5	34,0	227,2	272,7	534,0

Примітка: Скорочення: P – опади, I – перехоплення, In – інфільтрація, Ep – евапотранспірація, Pe – просочування, R – поверхневий стік, G – підповерхневий стік, B – основний (грунтовий) стік, T – загальний стік.

Погодинне моделювання у водозборі Улічка дозволило більш детально дослідити реакцію витрат води на опади. Дослідження в період з травня по липень 2013 показало, що витрати різко збільшилися у відповідь на опади в загальній кількості 127 мм, які сталися з 20 травня по 4 червня. На зростання гідрографа вплинули в основному поверхневий стік, і дещо відстрочений підповерхневий стік (рис. 4.3а). Цей результат може означати, що в той час як поверхневий стік складає незначну частку довгострокового водного балансу, його значення збільшується під час кульмінаційних подій. Зниження гідрографа було сформоване підземним стоком (Qg), який живила вода з насиченої зони (із запасів підземної води). Реакція основного стоку на опади була незначною.

Podobne analýzy realizované pre ukrajinské povodie Polyana-Ploské v období máj – júl 2013 ukázali nárast 4-hodinových prietokov v odozve na zrážkové udalosti, ktoré sa vyskytli začiatkom júna kedy sa na zvýšenom odtoku podieľal hlavne rýchly plytký podpovrchový odtok (Q_i) a predovšetkým prudký nárast dňa 12. 7. 2013 ako odozva na zrážkovú udalosť, kedy v priebehu 4 hodín spadlo priemerne v povodí 25,6 mm zrážok. Na náraste hydrografu sa podieľal predovšetkým rýchly povrchový odtok (Q_s), ktorý sa formuje pri extrémnych zrážkových udalostiach hlavne v dôsledku prekročenia infiltračnej kapacity pôdy (obr. 4.3b).



Obr. 4.3 Hodinový, resp. 4-hodinový hydrograf jednotlivých zložiek simulovanej hydrologickej bilancie v povodiach SK-Ulička (a) a UA-Polyana-Ploske (b) v období máj – júl 2013, kde: Q_s – povrchový odtok, Q_i – podpovrchový odtok (rýchly, plytký, interflow), Q_g – podzemný odtok, P – hodinový, resp. 4-hodinový úhrn zrážok.

Vplyv odlesnenia

Odlesnenie v povodí Ulička vyvolalo významný pokles intercepcie, ktorá predstavovala len 24,4 % intercepcie dosiahnutej pri súčasnej štruktúre krajiny (21,1 % úhrnu zrážok pri súčasnej krajinskej štruktúre vs. 5,2 % po odlesnení). Vplyv na celkový odtok nebol významný z dôvodu relatívne nízkeho vplyvu in-

Аналогічні аналізи, проведені для українського водозбору Поляна-Плоске за період з травня до липня 2013 показали збільшення 4-годинних витрат води у відповідь на опади, які відбулися на початку червня, коли збільшення стоку спричинив в основному підповерхневий стік (Q_i) і, перш за все швидке його зростання 12.07.2013 р. у відповідь на опади, коли впродовж чотирьох годин у водозборі випало в середньому 25,6 мм опадів. Зростання гідрографа пов'язано в першу чергу з швидким поверхневим стоком (Q_s), який утворюється під час екстремальних злив в основному за рахунок перевищення інфільтраційної здатності ґрунтів (рис. 4.3б).

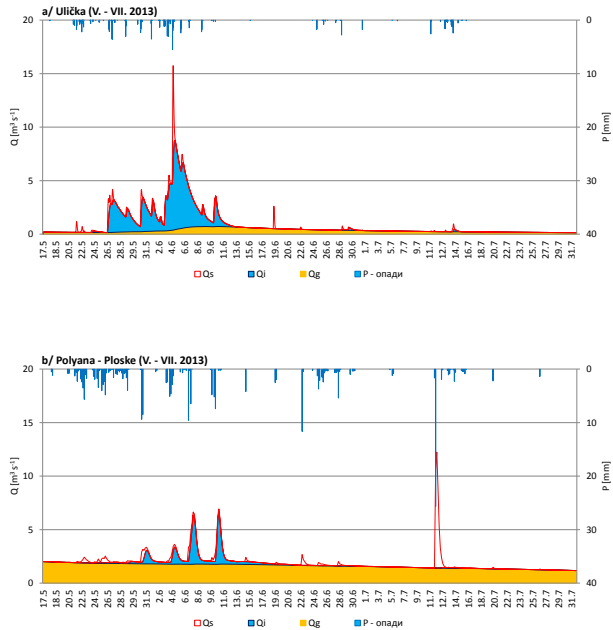


Рис. 4.3 Гідрограф окремих складових змодельованого водного балансу у водозборах Словаччини – Улічка (а) і України – Поляна-Плоске (б) за період травень-липень 2013 р, де: Q_s – поверхневий стік, Q_i – підповерхневий стік (швидкий, невеликий, стікаючий), Q_g – підземний стік, P – погодинні, або 4-годинні значення опадів.

Ефект знеліснення

Знеліснення у водозборі Улічка зумовило значне зменшення перехоплення опадів, яке склаало всього 24,4 % від перехоплення опадів при нинішній структурі ландшафту (тобто 21,1 % від кількості опадів за нинішньої структури ландшафту проти 5,2 % за умови знеліснення). Однак вплив на загаль-

tercepcie na celkovú vodnú bilanciu pri súčasnej štruktúre krajiny (tab. 4.4). Odlesnenie vyvolalo nárast celkového odtoku o 20,4 %, povrchového odtoku o 38,8 % a základného odtoku o 25,5 % (tab. 4.5).

Ako bolo uvedené v predchádzajúcej kapitole, povrchový odtok významne ovplyvňoval kulminačné odtoky. Nárast povrchového odtoku o 38,8 % preto vyvolal aj nárast kulminačných prietokov. Maximálne denné prietoky v hodnotenom období narástli po odlesnení o 20 % (z 20 na 24 m³ s⁻¹).

V prípade povodia Polyana-Ploske odlesnenie spôsobilo pokles v ročnej intercepcii zrážok z 23,7 % pri súčasnej štruktúre krajinnnej pokrývky na 13,7 % pri scenári odlesnenia (pokles o 42,3 %). Celkový odtok (T) vzrástol pri scenári odlesnenia ukrajinského povodia o 13,5 %, povrchový odtok sa zvýšil o 35,3 %.

Tab. 4.5 Priemerné ročné úhrny jednotlivých zložiek hydrologickej bilancie v období simulácie 2001 – 2013 v SK povodí Ulička a v roku 2013 v UA povodí Polyana-Ploske pri scenári odlesnenia územia (mm rok⁻¹). Uvedené sú aj hodnoty % rozdielu v porovnaní so simuláciou pri súčasnej štruktúre krajiny (tab. 4.4), pričom kladné hodnoty (+) predstavujú percentuálny nárast a záporné (-) pokles pri odlesnení v porovnaní s aktuálnym stavom pokrývky krajiny.

Povodie	Складова балансу	Priemerný ročný úhrn (mm)								
		P	I	In	Ep	Pe	R	G	B	T
SK Ulička	Scénar odlesnenia [mm]	1 000,5	51,6	928,4	551,5	413,3	16,8	133,2	290,9	440,9
	Rozdiel oproti súčasnej pokryvke [%]	0,0	-75,6	20,5	-11,5	15,7	38,8	8,9	25,5	20,4
UA Polyana- Ploske	Scénar odlesnenia [mm]	1 019,6	139,6	845,9	407,7	367,4	46,1	262,6	297,4	606,0
	Rozdiel oproti súčasnej pokryvke [%]	0,0	-42,3	11,9	-10,9	12,5	35,3	15,6	9,0	13,5

Skratky: P – zrážky, I – intercepcia, In – infiltrácia, Ep – evapotranspirácia, Pe – perkolácia, R – povrchový odtok, G – podpovrchový odtok, B – základný odtok, T – celkový odtok

ні витрати не був таким важливим через невеликий відносний вплив перехоплення на загальний водний баланс за нинішньої структури ландшафту (табл. 4.4). Знеліснення зумовило збільшення загального стоку на 20,4 %, поверхневого стоку на 38,8 %, і основного стоку на 25,5 % (табл. 4.5).

Як ми вже представляли у попередньому розділі, поверхневий стік – це основний чинник кульмінаційних витрат води. Таким чином, збільшення поверхневого стоку на 38,8 % зумовило збільшення також і пікових витрат, максимальні добові витрати у досліджуваній період збільшилися у відповідь на знеліснення на 20 %, з 20 до 24 м³ с⁻¹.

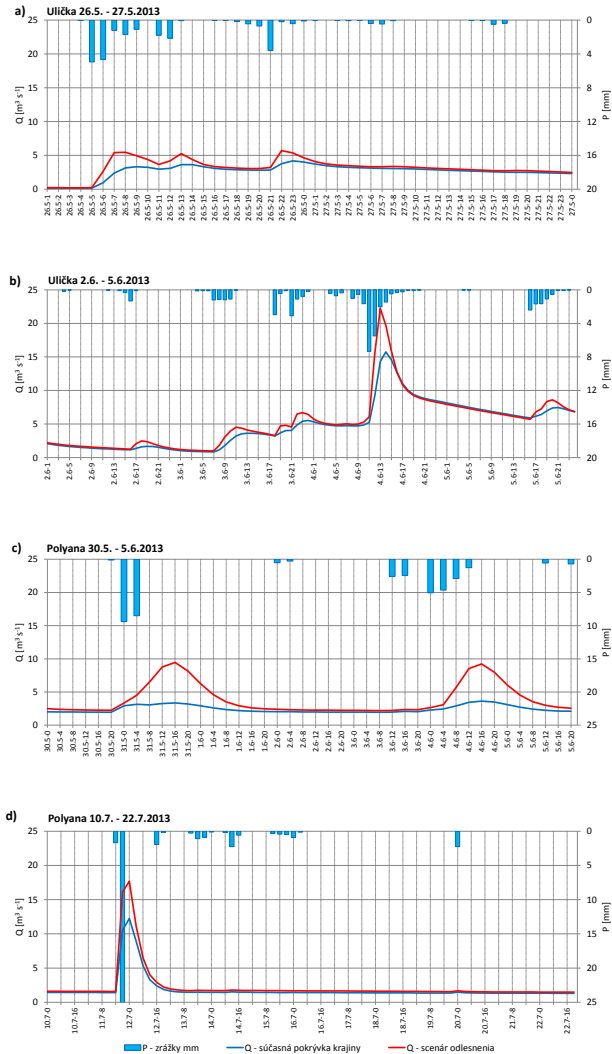
У випадку водозбору Поляна-Плоске знеліснення викликає зменшення річного перехоплення опадів з 23,7 % за нинішньої структури покриву ландшафту, до 13,7 % за сценарієм знеліснення (зменшення на 42,3 %). Загальний стік (Т) зріс за сценарієм знеліснення українського водозбору на 13,5 %, поверхневий стік збільшився на 35,3 %.

Табл. 4.5 Змодельовані середньорічні показники складових гідрологічного балансу для періоду моделювання 2001 – 2013 у словацькому водозборі Улічка та в 2013 році в українському водозборі Поляна-Плоске (мм на рік⁻¹) за сценарієм знеліснення місцевості. Наводяться також значення % різниці в порівнянні з моделюванням за нинішньої структури ландшафту (табл. 4.4), в той час як позитивні значення (+) являють собою процентне збільшення і негативні (-) зменшення складових водного балансу при знелісненні в порівнянні з поточним станом покриву ландшафту.

Водозбір	Складово балансу	Середньорічна кількість (мм)								
		P	I	In	Ер	Ре	R	G	B	T
Словач- чина Улічка	Сценарій знеліснення [мм]	1 000,5	51,6	928,4	551,5	413,3	16,8	133,2	290,9	440,9
	Різниця порівняно з поточним покровом [%]	0,0	-75,6	20,5	-11,5	15,7	38,8	8,9	25,5	20,4
Україна Поляна- Плоске	Сценарій знеліснення [мм]	1 019,6	139,6	845,9	407,7	367,4	46,1	262,6	297,4	606,0
	Різниця порівняно з поточним покровом [%]	0,0	-42,3	11,9	-10,9	12,5	35,3	15,6	9,0	13,5

Скорочення: P – опади, I – перехоплення, In – інфільтрація, Ер – евапотранспірація, Ре – просочування, R – поверхневий стік, G – під поверхневий стік, B – основний (грунтовий) стік, T – загальний стік.

Simulácie v hodinovej škále v období máj – júl 2013 (obr. 4.4a, b) ukázali, že odlesnenie v povodí Ulička ovplyvnilo rýchlosť nástupu kulminácie, ktorá sa vyskytla dve hodiny skôr v porovnaní so súčasnou krajinou pokrývkou. Okrem



Obr. 4.4 Porovnanie simulovaných hodinových a 4-hodinových prietokov (Q) pri súčasnej pokrývke krajiny a pri scenári odlesnenia v povodiach Ulička (a, b) a Polyana-Ploske (c, d) ako reakcia na úhrny zrážok (P).

Погодинне моделювання за період травень-липень 2013 року (рис. 4.4а, б) показало, що знеліснення у водозборі Улічка вплинуло на швидкість настання кульмінації, яка сталася на дві години раніше, ніж за умов поточного

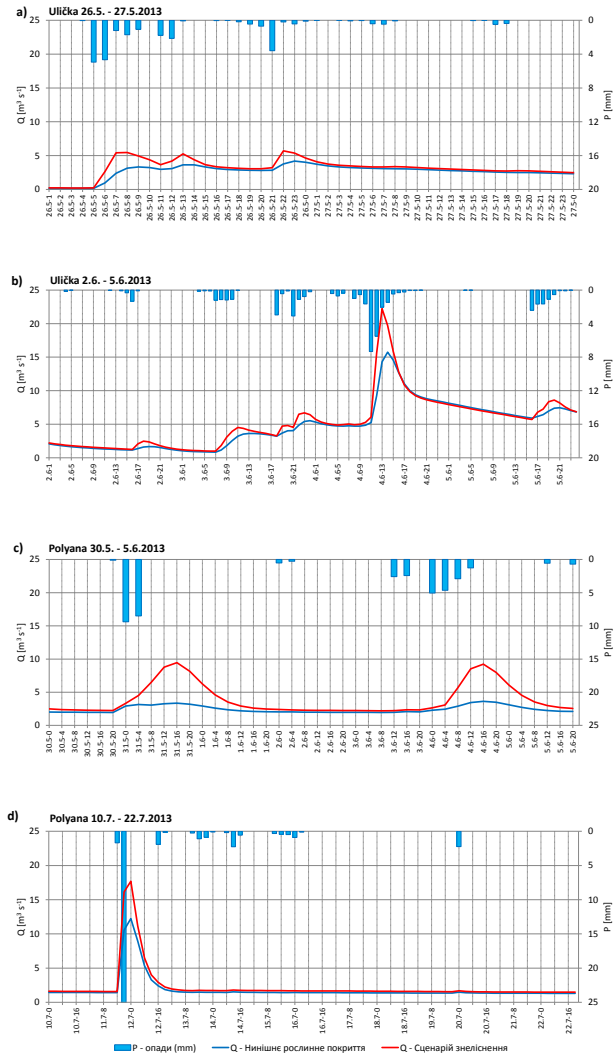


Рис. 4.4 Порівняння змодельованих погодинних і 4-годинних витрат (Q) за поточного покриття ландшафту та за сценарієм знеліснення у водозборах Улічка (а, б) і Поляна-Плоске (с, д), як реакція на суму опадів (P).

toho bol nárast prietokov výrazne strmsší, čo je dôsledok vyššej rýchlosti odtoku na odlesnených svahoch ako aj vyššieho podielu povrchového odtoku na celkovom odtoku. V prípade menších zrážkových udalostí je pomalší nárast prietoku ovplyvnený intercepčnými stratami na začiatku zrážkovej udalosti (obr. 4.4).

Simulácia vplyvu odlesnenia v povodí Polyana v štvorhodinovom časovom kroku pre dve vybrané obdobia v roku 2013 (od 30. 5. do 5. 6. a od 10. 7. do 22. 7.) ukázala nárast kulminačných prietokov a to ako v prípade krátkej intenzívnej zrážky, tak aj v prípade menej intenzívnych dlhšie trvajúcich zrážok. V stave povodia so súčasťou krajinnou pokrývkou je viditeľné sploštenie hydrogramu odtoku spôsobené menšou mierou povrchového odtoku na tvorbe celkového odtoku a menším celkovým odtokom z povodia, čo je spôsobené najmä väčšou mierou retencie povodia v dôsledku intercepčných strát počas zrážkovej udalosti. Predpokladaná zmena času nástupu kulminácie v dôsledku zvýšenej rýchlosti odtoku pri odlesnení povodia nie je zachytená v dôsledku veľkého časového kroku (4 hodiny oproti 1 hodine na Uličke) a väčšej ploche povodia.

Odozva kulminačných prietokov na extrémnu zrážkovú udalosť

Ďalej prezentujeme hydrologickú reakciu povodia Ulička na zrážkovú udalosť s intenzitou $10,4 \text{ mm h}^{-1}$ s trvaním (čiže s časom koncentrácie) 260 minút pri súčasnej pokrývke krajiny a 200 minút pri scenári odlesnenia. Takáto zrážková udalosť môže vyvolať povodňovú vlnu s pravdepodobnosťou výskytu raz za 100 rokov (tab. 4.6, kapitola 2.4).

Zistili sme, že simulované odlesnenie významne ovplyvnilo kulminačné prietoky vyvolané simulovanou zrážkovou udalosťou. V odlesnenom povodí Ulička bol kulminačný prietok o 58 % vyšší ako pri súčasnej pokrývke krajiny. Rozdiel v nástupe kulminačných prietokov bol 378 resp. 432 minút po začiatku zrážkovej udalosti (tab. 4.6). Pri súčasnej pokrývke krajiny bolo prietokové maximum $77 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ zatiaľ čo pri odlesnení bolo maximum $121,2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (obr. 4.5).

Tab. 4.6 Porovnanie odozvy kulminačných prietokov na zrážkovú udalosť s pravdepodobnosťou výskytu raz za 100 rokov pri súčasnej pokrývke krajiny a scenári odlesnenia v povodí Ulička

Indikátor	Jednotka	Súčasná pokrývka	Scénar odlesnenia	Rozdiel (%)
Čas kulminácie	[h]	7,20	6,30	-12,5
Čas koncentrácie	[h]	4,33	3,33	-23,1
Návrhová intenzita zrážky	[mm h ⁻¹]	10,39	10,39	0,0
Návrhový prietok Q_n	[m ³ s ⁻¹]	76,96	121,18	57,5
Objem návrhovej vlny	[tis m ³]	2 326	2 765	18,9

покриву ландшафту. Разом з цим зростання витрат води було значно різкішим внаслідок вищої швидкості стоку на знеліснених схилах, а також вищої частки поверхневого стоку у загальному стоці. За умови незначних опадів, повільне підвищення витрат води спричинене перехопленням опадів на початку їх випадання (рис. 4.4).

Моделювання впливу знеліснення у водозборі Поляна-Плоске з 4-годинним кроком для двох обраних періодів в 2013 році (з 30 травня до 5 червня і з 10 липня до 22 липня) показало зростання кульмінаційних витрат води, як у випадку коротких інтенсивних опадів, так і у випадку менш інтенсивних тривалих опадів. У водозборі з поточним покривом ландшафту видно сплюснення гідрограми стоку, спричинене меншим значенням поверхневого стоку у формуванні загального стоку і меншим значенням загального стоку з водозбору, що зумовлено в основному більш високою затримуючою здатністю водозбору в результаті інтерцепційних втрат під час опадів. Очікувана зміна часу настання кульмінації у зв'язку із підвищенням швидкості стоку при знелісненні водозбору не враховується через великий часовий крок (4 години в порівнянні з 1 годиною у водозборі Улічка) і більшу площу водозбору.

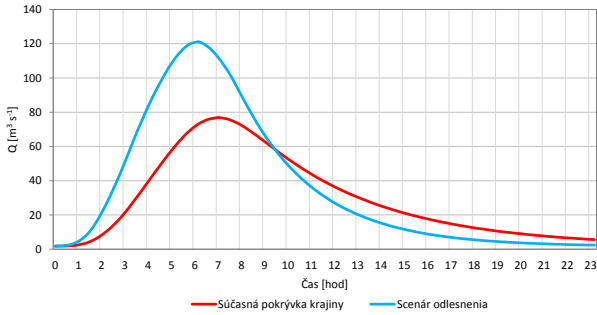
Пікові витрати як реакція на екстремальні опади

Далі представляємо змодельовану гідрологічну відповідь водозбору Улічка на випадання опадів з інтенсивністю 10,4 мм на годину¹ і тривалістю (тобто часом концентрації) 260 хвилин за умов нинішнього покриву ландшафту та 200 хвилин за сценарієм знеліснення. Такі опади можуть викликати паводкову хвилю з інтервалом повторюваності 100 років (табл. 4.6, розділ 2.4).

Ми виявили, що змодельоване знеліснення суттєво впливає на пікові витрати, викликані змодельованими опадами. У знелісненому водозборі Улічка пікові витрати були на 58% вищі, ніж витрати за нинішнього покриву ландшафту. Пікові витрати сталися на 378-й та 432-й хвилині відповідно, після початку випадання опадів (табл. 4.6). За нинішнього покриву ландшафту максимальні витрати були 77 м³ с⁻¹, у той час як за сценарієм знеліснення максимум був 121,2 м³ с⁻¹ (рис. 4.5).

Табл. 4.6 Порівняння реакції пікових витрат на опади з періодом повторюваності 100 років за нинішнього покриву ландшафту та за сценарієм знеліснення у водозборі Улічка.

Показник	Одиниця	Нинішній покрив	Сценарій знеліснення	Різниця (%)
Час кульмінації	[година]	7,20	6,30	-12,5
Час концентрації	[година]	4,33	3,33	-23,1
Запроектована інтенсивність опадів	[мм год ⁻¹]	10,39	10,39	0,0
Запроектовані витрати Q _п	[м ³ с ⁻¹]	76,96	121,18	57,5
Запроектований обсяг хвили	[тис м ³]	2 326	2 765	18,9



Obr. 4.5 Porovnanie odozvy kulmináčnych prietokov (Q) na zrážkovú udalosť s pravdepodobnosťou výskytu raz za 100 rokov pri súčasnej pokrývke krajiny a scenári odlesnenia v povodí Ulička. X-ová os vyjadruje čas od začiatku zrážkovej udalosti.

4.4 Diskusia

Táto štúdia prispieva k súčasnému poznaniu vzťahov medzi lesnými ekosystémami a hydrologickým cyklom tým, že s využitím nástrojov hydrologického modelovania kvantifikuje vplyv odlesnenia na hydrologické procesy v povodiach. Zamerali sme sa na proces odlesnenia, ktorý je obzvlášť významnou zmenou štruktúry krajiny kvôli vysokej vodoregulačnej funkcii lesa (MESSERLI & IVES 1997; FAO 2005, 2010; DE GROOT et al. 2012).

Význam takto zameraného riešenia je podporený narastajúcou frekvenciou veľkoplošných poškodení lesa napríklad v dôsledku víchric, požiarov alebo napadnutí škodcami (SEIDL et al. 2014), ktoré môžu mať nepriaznivý vplyv na hydrologický cyklus vo viacerých dotknutých regionoch (VÖRÖSMARTY & SAHAGIAN 2000). Keďže súčasná miera porozumenia týchto vzťahov je nedostatočná, prezentované výsledky môžu podporiť rozhodovanie pri manažmente lesa a krajiny.

V modelových povodiach sme demonštrovali, že celkové odlesnenie (čiže teoretické nahradenie lesa pokrývajúceho 84 % SK-povodia (resp. 77 % UA-povodia) trávnatým povrchom, môže zvýšiť celkový odtok o 20,4 %, resp. o 13,5 % v prípade UA-povodia Polyana. Tento vplyv bol zrejмый počas kulmináčnych prietokov kedy je regulačný účinok lesa obzvlášť významný (CALDER 2007; VAN DIJK & KEENAN 2007). Napriek tomu, že povrchový odtok predstavuje len malú časť dlhodobej vodnej bilancie (v povodí Ulička 12,1 mm z 1 000,5 mm zrážok, tab. 4.4), svojím epizodickým výskytom počas intenzívnych zrážok významne prispieva ku kulmináčnym prietokom.

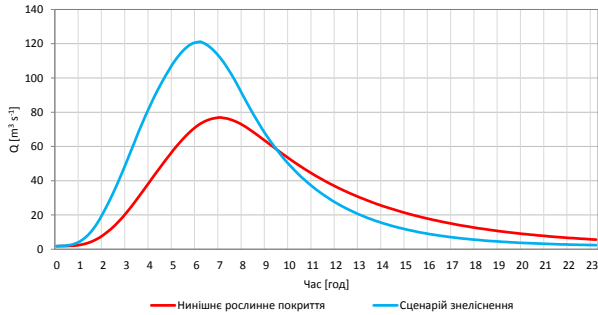


Рис. 4.5 Порівняння реакції пікових витрат (Q) на опаді з періодом повторюваності 100 років за нинішнього покриття ландшафту та за сценарієм знеліснення у водозборі Улічка.

4.4 Обговорення

Дане дослідження збагачує наші знання про взаємозв'язок між лісовими екосистемами і кругообігом води, оскільки проведено, з використанням гідрологічного моделювання і дає якісну оцінку впливу знеліснення на гідрологічні процеси у водозборах. Ми зосереджувались на процесі знеліснення, – особливо важливій зміні структури покриття ландшафту через винятковий водорегулювальний вплив лісів (MESSERLI та IVES 1997; FAO 2005; 2010; DE GROOT та ін. 2012).

Важливість даних питань підкреслюється через те, що почастишали масштабні пошкодження лісів, наприклад в результаті вітровалів, лісових пожеж, заселення короїдів тощо. (SEIDL та ін. 2014), які можуть мати несприятливий вплив на кругообіг води в багатьох регіонах (VÖRÖSMARTY та SANAGIAN 2000). Наші сьгоднішні знання про вплив таких подій на водний баланс є все ще недостатніми. Тому роботи з моделювання, як у даному дослідженні, можуть надати більше інформації для прийняття рішень у лісовому господарстві й управлінні ландшафтами. У модельних водозборах ми продемонстрували, що повне знеліснення (тобто теоретичне заміщення лісу, який вкривав 84 % словацького водозбору (відповідно 77 % українського водозбору) луками та пасовищами, може збільшити загальний стік на 20,4 %, або 13,5 % відповідно. Такий ефект проявлявся в основному протягом кульмінаційних витрат, коли регулювальний вплив лісу є особливо важливим (CALDER 2007; VAN DIJK і KEENAN 2007). Незважаючи на те, що поверхневий стік складає незначну частку довгострокового водного балансу (у водозборі Улічка 12,1 мм з 1 000,5 мм опадів, таблиця 4.4), він час від часу

Intercepčná strata v hodnotenom povodí Ulička na Slovensku predstavovala 21,1 % celkového zrážkového úhrnu pri súčasnej pokrývke krajiny (čiže pri zalesnenom povodí) a v reakcii na odlesnenie klesla na 5,2 %. Simulovaná intercepcia zalesneného povodia Ulička (21,1 %) a povodia Polyana-Ploské (23,7 %) je relatívne nízka v porovnaní s inými štúdiami, ktoré uvádzajú, že intercepcia lesným porastom môže predstavovať 20 – 40 % úhrnu zrážok (napr. AUGUSTO et al. 2005; NISBET 2005). Vysoké úhrny intercepcie môžu byť dokonca zachytené aj v trávnych porastoch (TATE 1996).

Ako príklad je možné uviesť dlhodobé pozorovania v období 1997 – 2013 v dospelých bukových porastoch prevádzkovaných v rámci programu ICP Forests na Slovensku (Svetlice, kód plochy 208 a Turová, kód plochy 206), ktoré ukázali, že na intercepčnú stratu pripadalo 31 – 33 % zrážok.

Tento rozdiel medzi pozorovanými a simulovanými hodnotami môže byť spôsobený viacerými faktormi. Na prvom mieste sú konceptuálne rozdiely v metóde merania intercepcie v poraste a intercepčnom algoritme implementovanom v hydrologickom modeli. Na druhom mieste je skutočnosť, že simulovaná hodnota predstavuje intercepciu celého povodia s 84 % lesnatosťou (príp. 77 %) – zvyšná časť povodia je pokrytá povrchni s nižšou intercepčnou kapacitou.

Úloha lesa v zmiernovaní dopadov intenzívnych zrážkových udalostí sa prejavila najmä na hodnotách intercepcie a evapotranspirácie, ktoré v scenári odlesnenia poklesli v povodí Ulička o 75,6 % resp. 11,5 %. V ukrajinskom povodí Polyana poklesla vplyvom odlesnenia intercepcia o 42,3 % a evapotranspirácia o 10,9 %. Hodnotenie hydrologickej odozvy povodia na simulovanú extrémnu zrážkovú udalosť preukázalo, že les významne zmenil parametre povrchu a dráhy odtoku a ovplyvnil čas, počas ktorého simulovaná povodňová vlna dosiahla uzáverový profil povodia. V povodí Ulička bol zistený časový odstup 54 minút v rýchlosti povodňovej vlny pri aktuálnej pokrývke krajiny oproti scenáru odlesnenia povodia.

Okrem toho, veľkosť povodňovej vlny bola pri súčasnom využití územia o 58 % menšia ako po odlesnení. Tento rozdiel je väčší, ako rozdiely opísané v iných štúdiách. Predpokladáme, že náš výskum prezentuje krajný prípad, kedy je povodie takmer saturované vodou a návrhová zrážka s trvaním rovným času koncentrácie sa vyskytla súvisle v celom povodí.

NIEHOFF et al. (2002) zistili, že charakter využitia územia ovplyvňuje vodnú bilanciu povodí najmä pri menších konvektívnych búrkach s vysokou zrážkovou intenzitou. Naopak, vplyv využitia územia na povrchový odtok klesá pri dlhotrvajúcich rozsiahlych advektívnych búrkach.

Pustnutie krajiny a zarastanie poľnohospodárskej pôdy drevinami je časté v mnohých európskych regiónoch (ELFERT et al. 2010, MUELLER et al. 2009).

стається як реакція на інтенсивні опади і таким чином ефективно сприяє кульмінаційним витратам.

Перехоплення опадів за результатами даного дослідження у водозборі Улічка склало 21,1 % загальної кількості опадів за нинішнього покриву ландшафту (тобто у залісненому водозборі), та зменшилось до 5,2 % у відповідь на знеліснення. Змодельоване перехоплення опадів залісненого водозбору Улічка (21,1 %) і водозбору Поляна-Плоске (23,7 %) відносно низьке, якщо порівнювати з іншими дослідженнями (напр., AUGUSTO та ін. 2005; NISVET 2005), в яких говориться про те, що перехоплення опадів лісом може становити від 20 до 40 % опадів. Показники перехоплення опадів можуть бути високими навіть на луках (ТАТЕ 1996). Наприклад, довгострокові спостереження (1997 – 2013) у стиглих букових деревостанах (Светліце, код ділянки 208 та Турова, код ділянки 206) у Словаччині (в рамках Лісової Моніторингової Програми ІСР) продемонстрували, що перехоплення опадів склали 31 – 33 % опадів. Таку різницю між значеннями в результаті спостережень та моделювання можна пояснити кількома чинниками. По-перше, існують концептуальні розбіжності у методах вимірювання перехоплення у деревостані та алгоритми перехоплення, який застосовується у гідрологічній моделі. По-друге, значення в результаті моделювання показує перехоплення на всьому водозборі лісистістю 84 %, (відповідно 77 %), решта частина водозбору вкрита поверхнями з меншою здатністю перехоплення.

Вплив лісу на уповільнення інтенсивних опадів пов'язаний в основному з показниками інтерцепції та евапотранспірації, які за сценарієм знеліснення зменшились у водозборі Улічка на 75,6 % і 11,5 % відповідно. В українському водозборі Поляна-Плоске за сценарієм знеліснення інтерцепція зменшилась на 42,3 % і евапотранспірація на 10,9 %. Оцінка гідрологічної відповіді на модельовані екстремальні опади показала, що ліс значно змінив параметри поверхні і шляхи стоку води, а також вплинув на час, необхідний для того, аби змодельована паводкова хвиля досягла гирла водозбору. У водозборі Улічка було з'ясовано, що різниця часового проміжку швидкості руху паводкової хвилі за нинішнього покриву ландшафту порівняно з сценарієм знеліснення склала 54 хвилини. Водночас, розмір повеневої хвилі при нинішній лісистості був на 58 % меншим, ніж після знеліснення. Така різниця є більшою, аніж різниці, зареєстровані в інших дослідженнях. Ми, однак, стверджуємо, що в нашій роботі показано приклад крайнього випадку, коли водозбір майже насичений водою, а запроєктовані опади з тривалістю, що дорівнює часу концентрації, відбулися одночасно на всьому водозборі.

ПІЕНОФФ та ін. (2002) вказали на те, що землекористування впливає на водний баланс водозбору в основному під час невеликих конвективних бурь з високою інтенсивністю опадів. І навпаки, вплив землекористування на по-

Takýto vývoj môže vyvolať opačné hydrologické odozvy ako tie, ktoré sú pozorované pri odlesnení. Pustnutie krajiny súvisiace s úpadkom poľnohospodárstva a spoločenskými zmenami je typické aj pre povodie hodnotené v tejto štúdii. S ohľadom na vysokú lesnatosť povodia (84 %) však nie je pravdepodobné, aby takéto zmeny významnejšie ovplyvnili jednotlivé hydrologické procesy. Táto skutočnosť samozrejme súvisí aj s citlivosťou použitého hydrologického modelu.

Zalesňovanie alebo premena poľnohospodárskej pôdy na les iniciovali viacero výskumov takýchto javov na hydrologické cykly v krajine. VERBUND et al. (2005) zistili, že zmena trávnych spoločenstiev na les vyvolá zvýšenú evapotranspiráciu, obzvlášť v nižších častiach dolín. Štúdia z východného Slovenska z povodia Hornádu poukázala, že 50 % nárast lesnatosti znížil kulmináčne prietoky o 12 % a posunul čas kulminácie o 14 hodín v porovnaní so súčasným využitím územia (BAHREMAN et al. 2006). Porovnatelnosť týchto výsledkov s našim výskumom je však obmedzená, keďže povodie Hornádu je neporovnateľne väčšie.

Odstránenie drevnej zložky z lesa v regióne strednej Európy väčšinou súvisí s vplyvom prírodných disturbancií, ktoré výrazne ovplyvňujú regionálnu dynamiku lesa (KUEMMERLE et al. 2007). Keďže však po takýchto udalostiach obvykle nastupuje obnova lesa, vplyv na hydrologiu povodí je len krátkodobý. Tento fakt do istej miery znižuje výpovednú hodnotu našich výsledkov, keďže sme simulovali rozsiahle odlesnenie, ktoré pretrvalo a nepreběhla obnova.

Spôľahlivosť výsledkov získaných pomocou hydrologických modelov závisí na množstve faktorov (WAGENER et al. 2007, CALDWELL et al. 2015). Zatiaľ čo kalibrácia s využitím údajov z dostatočne dlhého obdobia podporuje spoľahlivosť výsledkov získaných pomocou simulácií, dostupnosť a kvalita vstupných údajov a parametrizácia jednotlivých procesov v modely môžu predstavovať výrazné obmedzenia. Významný zdroj neurčitosti vo výsledkoch získaných v tejto štúdii je relatívne riedka sieť klimatologických staníc v povodí. Táto skutočnosť mohla byť pozorovaná pri niektorých zmenách v prietokoch, ktorým nezodpovedali primerané zmeny v zrážkach.

Viacere literárne zdroje poukázali na značnú neurčitosť v parametrizácii jednotlivých typov využitia územia (ECKHARDT et al. 2003). V použitom hydrologickom modeli ISSOP sme upravili niektoré pôvodné parametre týkajúce sa kategórií lesa. Použili sme pri tom empirické údaje získané na väčšom počte lesných porastov na Slovensku prevádzkovaných v rámci programu monitoringu lesa ICP Forests (PAVLENDA et al. 2013, MITCHEL et al. 2014). Takáto úprava parametrov môže zlepšiť vhodnosť modelu pre lesnícky výskum a aplikácie v stredoeurópskych lesoch. Napriek tomu, že hydrologické procesy prebiehajúce na úrovni povodia a porastu nie sú porovnateľné, štúdie založené na využití

верхневий стік зменшується в разі довготривалих масштабних адвективних бурь.

Занедбання ландшафту та заростання сільськогосподарської землі деревними рослинами часто зустрічається в багатьох європейських регіонах (ELFERT та ін. 2010; MUELLER та ін. 2009). Такий розвиток може викликати гідрологічні реакції, відмінні від тих, які спостерігаються при знелісненні. Наприклад, занедбання ландшафту, пов'язане із занепадом сільського господарства і соціальними змінами, є притаманне для досліджуваних в даній роботі водозборів. У зв'язку з нинішньою значною лісистістю водозбору (близько 84 %), однак, такі зміни навряд чи здатні викликати будь-які істотні зміни в гідрології водозбору. Цей факт також пов'язаний із чутливістю гідрологічної моделі.

Заліснення або трансформація сільськогосподарських земель у ліси викликали появу досліджень про вплив такої трансформації на кругообіг води в ландшафті. VERBUND та ін. (2005) припустив, що трансформація луґів у ліси призводить до збільшення евапотранспірації, особливо у низині. У дослідженні з моделюванням у східній Словаччині (водозбір Горнад) було показано, що збільшення площі лісів на 50 % скорочує пікові витрати на 12 %, і відтерміновує кульмінацію на 14 годин в порівнянні з нинішнім землекористуванням (VANREMAND та ін., 2006). В роботі однак, територія досліджуваного водозбору Горнад була набагато більшою, тому порівняння неможливе.

Видалення великих лісових масивів у Центральній Європі в основному пов'язане з ефектом природних стихійних лих, що істотно впливає на регіональну динаміку лісу (KUEMMERLE та ін. 2007). Оскільки за такими подіями часто слідує заліснення, вплив на гідрологію лісу не є тривалим. Такий факт в деякій мірі обмежує висновки, які випливають з нашого дослідження, оскільки ми імітували масштабне знеліснення, яке зберігалось протягом періоду моделювання, без наступного природного розвитку лісу за підтримки активного втручання людини, як би це мало бути в дійсності.

Надійність результатів, отриманих з використанням гідрологічної моделі, залежить від низки чинників (WAGENER 2007; CALDWELL та ін. 2015). Хоча калібрування з використанням даних за достатньо довгий період підтверджує висновки, які випливають з результатів моделювання, доступність та якість вхідних даних й параметризація окремих процесів в моделі, можуть представляти чіткі обмеження. Одне з джерел невизначеності у результатах моделювання у даному дослідженні пов'язане із недостатньо густою мережею кліматологічних станцій у водозборі. Влив цього чинника помітний у деяких змінах у витратах води, яким не відповідали належні зміни в опадах.

hydrologických modelov môžu jednoznačne ťažiť z výsledkov lesníckeho empirického výskumu.

4.5 Závery

Výsledky prezentované v tejto štúdii zdôraznili význam lesa pri ovplyvňovaní hydrologického režimu vysoko zalesnených povodiach na východnom Slovensku a v Zakarpatskej oblasti Ukrajiny. Okrem prezentovaného prípadu celkového odlesnenia môže použitý model napomôcť hodnotenia iných typov zmien vo využití územia. K dôležitým aplikáciám môže patriť hodnotenie vplyvu poškodzovania lesa ktoré nemá plošný charakter, ale postihuje lesné porasty selektívne, s ohľadom na stanovištné a porastové charakteristiky.

Výsledky riešenia taktiež reagujú na narastajúci záujem o multifunkčný manažment lesa s ohľadom na hydrické funkcie lesa. Vyvinutý model a prezentované výsledky môžu byť použité v komplexných systémoch na podporu rozhodovania a prispieť k riešeniu konfliktov medzi záujmami na poskytovanie rôznych ekosystémových služieb.

V tejto štúdii sme vyhodnotili možnosti využitia novovytvoreného hydrologického modelu ISSOP s využitím teoretického príkladu rozsiahleho odlesnenia. Veľmi dobré výsledky kalibrácie podporujú platnosť prezentovaných záverov a vytvárajú predpoklady pre ďalšie štúdie z oblasti vplyvu zmien krajinej štruktúry na hydrologický cyklus povodí.

Огляд літератури показує високу ступінь невизначеності в параметризації окремих типів землекористування (ЕСКНАРДТ та ін. 2003). У використаній гідрологічній моделі ISSOP, ми модифікували деякі оригінальні параметри які стосувались категорій лісів. Використовувались довгострокові емпіричні дані з лісової гідрології на рівні насаджень, зібрані з низки лісових насаджень Словаччини в рамках Програми моніторингу лісів (PAVLENDA та ін. 2013; МІТСНЕЛ та ін. 2014). Така повторна параметризація може поліпшити придатність моделі для лісових досліджень і її застосування в помірних лісах Центральної Європи, для яких використовувані дані параметризації можуть бути репрезентативними. Незважаючи на те, що гідрологічні процеси, що відбуваються на рівні водозбору та на рівні насадження не є придатними до порівняння, знання, що ґрунтуються на використанні гідрологічних моделей можна, однозначно, використати виходячи з результатів польових лісових досліджень.

4.5 Висновки

В нашому моделюванні підкреслюється важливість лісу у регулюванні водного режиму на території значно заліснених водозборів у східній Словаччині та в Закарпатській області. Крім представленого випадку повного знеліснення розроблена модель дозволяє тестувати вплив інших типів змін у землекористуванні. Зокрема, можна протестувати вплив стихійних лих, які вибірково вражають лісові насадження, з огляду на умови місцезростання та характеристики насадження.

Результати сприяють зростаючому інтересу до багатофункціонального ведення лісового господарства у зв'язку з гідрологічними функціями лісу. Розроблена модель та представлені результати моделювання можуть бути використані в комплексних системах підтримки прийняття рішень, пов'язаних з вибором оптимального співвідношення між різними екосистемними послугами, такими, як вирощування деревини, регулювання паводків та підтримка біорізноманіття.

Насамкінець, в проведеному дослідженні вивчалися варіанти використання розробленої гідрологічної моделі ISSOP із застосуванням теоретичного прикладу масштабного знеліснення. Добре виконане калібрування моделі підтверджує обґрунтованість висновків, які випливають з результатів моделювання, та дають можливість у наступних дослідженнях вивчати вплив зміни структури ландшафту на гідрологічний цикл водозборів.

Podakovanie

Táto práca vznikla s finančnou podporou projektov: HYDROFOR (HUSKROUA/1101/262) v rámci programu cezhraničnej spolupráce spolufinancovaného z prostriedkov EU (50 %); ISSOP – Integrovaný systém pre simuláciu odtokových procesov (ITMS 26220220066), v rámci OPVaV spolufinancovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja (40 %) a projektu APVV-0111-10 (10 %).

Подяка

Ця праця створена за фінансової підтримки проектів: HYDROFOR (HUSKROUA/1101/262) в рамках програми Транскордонного співробітництва, яка співфінансується з коштів ЄС (50 %); ISSOP – Інтегрована система для моделювання процесів стоку (ITMS 26220220066), в рамках OPViV, яка співфінансується з Європейського фонду регіонального розвитку (40 %) та проекту APVV-0111-10 (10 %).

Príloha 4.1 Slovník základných hydrologických termínov použitých v štúdiu

Termín	Opis
Základný odtok	Tá zložka celkového odtoku, ktorá neprispieva k odtoku priamo zo zrážok alebo topenia snehu, ale je tvorená výtokom podzemných vôd do vodných tokov.
Prietok	Objem vody, ktorá pretečie prietokovým profilom za jednotku času.
Podzemná voda	Časť podpovrchovej vody v kvapalnom skupenstve, ktorá sa nachádza v pásme nasýtenia v priamom kontakte s horninovým prostredím.
Hydrogram, čiara prietokov	Chronologická čiara prietokov v danom profile. Poskytuje grafický priebeh zmien prietoku v čase.
Rýchlosť infiltrácie	Rýchlosť, s akou pôda alebo hornina za stanovených podmienok absorbuje padajúci dážď, topiaci sa sneh alebo povrchovú vodu, vyjadrená v jednotkách objemu vody (alebo vrstvou vody), cez jednotkovú plochu povrchu pôdy za jednotku času.
Hypodermický podpovrchový odtok	Zložka celkového odtoku, ktorá odteká do toku v bezprostrednej vrstve pod povrchom terénu, bez dosiahnutia hladiny podzemnej vody. Prevažne sa realizuje v svahovitých terénoch.
Záverečný profil	Miesto, kde vodný tok vteká do toku vyššieho rádu (nádrže, mora a pod.), resp. profil na toku, ktorým odchádza povrchový odtok z daného povodia.
Vrcholový prietok	Prietoky, ktoré odpovedajú podružným vrcholom prietokovej vlny. Najväčší okamžitý prietok prietokovej vlny je kulminačný prietok.
Perkolácia (syn. filtrácia)	Priesak cez pôdne vrstvy, resp. vrstvy substrátu do podzemnej vody, ktorým je nasycovaný hydrogeologický kolektor (aquifer), a ktorý je podmienený gravitáciou.
Nasýtená zóna	Časť horninového prostredia, v ktorom sú všetky póry vyplnené vodou.
Povrchový odtok	Zložka celkového odtoku, ktorá odteká z povodia po povrchu terénu do siete vodných tokov, alebo iných vodných útvarov.
Nenasýtená zóna	Zóna medzi zemským povrchom a statickou hladinou podzemnej vody v danom regióne. Všeobecne platí, že voda v tejto zóne je pod nižším ako atmosférickým tlakom, a niektoré z dutín môžu obsahovať vzduch alebo iné plyny pri danom atmosférickom tlaku.

Internetové zdroje:

1. International Glossary of Hydrology / Medzinárodný hydrologický slovník. Dostupné na: <http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/glossary/glu/HINDEN.HTM>
2. Glossary of Hydrologic Terms / Slovník hydrologických pojmov. Dostupné na: http://or.water.usgs.gov/projs_dir/willgw/glossary.html
3. <http://wmc.landfood.ubc.ca/webapp/IWM/course/watershed-science/hydrological-cycle/>

Додаток 4.1 Ключові гідрологічні терміни, використані у даному дослідженні

Термін	Опис
Базовий стік	Частина річних витрат, яку не можна віднести до прямого стоку з опадів або танення снігу, як правило, забезпечується виходом ґрунтових вод.
Витрати	Об'єм води, який проходить через задану точку у заданий час.
Підземні води	Частина підземних вод, що знаходиться в насиченій зоні. Вся вода, що зустрічається під поверхнею землі. Сюди входить і вода як з насичених, так і ненасичених зон.
Гідрограф	Графік, що показує зміну в часі деяких гідрологічних даних, таких як рівень, витрати, швидкість, наноси і т.д. (гідрограф в основному використовується для рівня або витрат води).
Швидкість просочування	Швидкість, з якою ґрунт або порода за певних умов поглинає опади дощу, сніг, що тоне, або поверхневі води, виражена в кількості глибинної води в одиницю часу.
Під поверхневий стік	Частина опадів, яка не пройшла до рівня ґрунтових вод, але несе свої води з території в якості підповерхневого стоку до русла річки.
Гирло	Найнижча точки на межі водозбору.
Пікові витрати	Максимальні миттєві витрати даного гідрографа.
Просочування (син. фільтрація)	Вода, що просочується і підпитує водоносний горизонт. Швидкість просочування, коли є потік з переважанням дії сили тяжіння.
Насичена зона	Частина земної кори під регіональним горизонтом ґрунтових вод, в якій всі порожнечі, великі і малі, заповнені водою під тиском, що перевищує атмосферний.
Поверхневий стік	Переміщення вод атмосферного походження по земній поверхні під дією тяжіння у вигляді схилового і руслового стоків.
Ненасичена зона	Зона між поверхнею землі і регіональним горизонтом ґрунтових вод. Як правило, вода в цій зоні знаходиться під тиском, який є меншим, ніж атмосферний, і деякі порожнечі можуть містити повітря або інші гази при атмосферному тиску.

Інтернет-посилання:

1. Міжнародний гідрологічний словник. Доступний на: <http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/glossary/glu/HINDEN.HTM>
2. Словник гідрологічних термінів. Доступний на: http://or.water.usgs.gov/projs_dir/willgw/glossary.html
3. <http://wmc.landfood.ubc.ca/webapp/IWM/course/watershed-science/hydrological-cycle/>

Príloha 4.2 Zoznam globálnych kalibračných parametrov použitých v modeli ISSOP

Globálny parameter	Skratka	Jednotka	Charakteristika
Zrážky	K_run	[-]	Súčiniteľ vyjadrujúci vplyv intenzity dažďa na povrchový odtok
	P_max	[mm.d ⁻¹ , mm.h ⁻¹]	Maximálna intenzita dažďa, pre ktorú K_run = 1
Tvorba pevných zrážok alebo topenie snehu	T0	[°C]	Hraničná teplota pre tvorbu zásob snehu, pri ktorej sa dážď mení na sneh
	K_snow	[mm.°C.d ⁻¹]	Teplotný „degree-day“ koeficient pre topenie snehu
	K_rain	[mm.°C.d ⁻¹]	Koeficient pre opravu množstva pevných zrážok
Využitie krajiny	K_imp	[-]	Koeficient relatívneho zastúpenia nepriepustných plôch na urbanizovaných územiach
Pôdna vlhkosť	K_ss	[-]	Relatívna začiatočná vlhkosť pôdy udávaná ako pomer k poľnej vodnej kapacite
Evapotranspirácia	K_ep	[-]	Koeficient pre opravu aktuálnej evapotranspirácie
Podpovrchový odtok	K_i	[-]	Súčiniteľ mierky pre podpovrchový odtok je pomer medzi horizontálnym a vertikálnym koeficientom filtrácie, odzrkadľujúci vplyv organického materiálu a koreňových systémov v najvrchnejšej vrstve pôdy
Podzemný odtok	K_g	[-]	Koeficient výtokovej čiary podzemnej vody vyjadruje režim poklesu podzemnej vody pre priemerné subpovodie, celková plocha je rozdelená na viac subpovodií
Zásoby podzemnej vody	G0	[mm]	Počiatkové množstvo podzemnej vody
	G_max	[mm]	Maximálne množstvo podzemnej vody

Додаток 4.2 Список глобальних параметрів калібрування використаних в моделі ISSOP

Глобальні параметри	Скорочення	Одиниця виміру	Опис
Опади	K_run	[-]	Фактор, який відображає вплив інтенсивності дощу на стік
	P_max	[мм.д ⁻¹ , мм.год ⁻¹]	Максимальна інтенсивність атмосферних опадів, при якій K_run = 1
Випадання твердих опадів або талої води	T0	[°C]	Гранична температура для формування снігових резервів, за значення T0 дощ змінюється на сніг
	K_snow	[мм.°C.д ⁻¹]	Температурний коефіцієнт градусо-день для підрахунку талої води
	K_rain	[мм.°C.д ⁻¹]	Коефіцієнт розподілу опадів градусо-день, який визначає швидкість танення снігу, спричинену випаданням дощу
Землекористування	K_imp	[-]	Коефіцієнт відносного представлення непроникних поверхонь на урбанізованих територіях
Вологість ґрунту	K_ss	[-]	Відносна початкова вологість ґрунту виражена як відношення до граничної польової вологості
Евапотранспірація	K_ep	[-]	Поправочний коефіцієнт для значень фактичної евапотранспірації
Підповерхневий стік	K_i	[-]	Масштабувальний множник для під поверхневого стоку – це відношення між горизонтальною і вертикальною гідравлічною провідністю, який відображає вплив органічних речовин та кореневих систем у верхньому шарі ґрунту
Ґрунтовий стік	K_g	[-]	Коефіцієнт лінії ґрунтового відтоку виражає режим зниження ґрунтового стоку для середніх суб-водозборів, загальна територія поділена на кілька суб-водозборів
Резерв ґрунтових вод	G0	[мм]	Початкова кількість ґрунтових вод
	G_max	[мм]	Максимальна кількість ґрунтових вод

Príloha 4.3 Výsledná štatistika kalibrácie modelu pre povodie Ulička (a) a Polyana (b) – podrobný prehľad

a/ Povodie Ulička

SK Ulička	Povodie	Obdobie zrážok	Obdobie sucha	Jar III – V	Leto VI – VIII
RMSE	1,136	1,321	0,882	1,470	0,696
R	0,959	0,952	0,978	0,981	0,899
R ²	0,920	0,906	0,957	0,962	0,808
NS	0,819	0,812	0,823	0,808	0,793
NSL	0,913	0,895	0,928	0,925	0,915
NSH	0,813	0,810	0,805	0,794	0,822

b/ Povodie Polyana

UA Polyana	Povodie	Obdobie zrážok	Obdobie sucha	Jar III – V	Leto VI – VIII
RMSE	3,300	4,466	2,788	3,205	0,468
R	0,574	0,609	0,512	0,742	0,810
R ²	0,330	0,370	0,262	0,550	0,656
NS	0,248	0,324	0,038	0,505	0,514
NSL	0,619	0,658	0,527	0,736	0,326
NSH	0,390	0,339	0,334	0,499	0,654

Skratky: RMSE – Root Mean Squared Error / Stredná kvadratická chyba, r – Pearsonov korelačný koeficient, R² – koeficient determinácie, NS – Nash-Sutcliffov koeficient zhody modelu, NSL – modifikovaný Nash-Sutcliffov koeficient zhody pre nízke prietoky, NSH – modifikovaný Nash-Sutcliffov koeficient zhody pre vysoké prietoky

Додаток 4.3 Статистичні результати модельного калібрування для водозборів Улічка (а) і Поляна (б) – детальний огляд

а/ Водозбір Улічка

Словаччина Улічка	Водозбір	Дощовий сезон	Посушливий сезон	Весна III – V	Літо VI – VIII
RMSE	1,136	1,321	0,882	1,470	0,696
R	0,959	0,952	0,978	0,981	0,899
R ²	0,920	0,906	0,957	0,962	0,808
NS	0,819	0,812	0,823	0,808	0,793
NSL	0,913	0,895	0,928	0,925	0,915
NSH	0,813	0,810	0,805	0,794	0,822

б/ Водозбір Поляна

Україна Поляна	Водозбір	Дощовий сезон	Посушливий сезон	Весна III – V	Літо VI – VIII
RMSE	3,300	4,466	2,788	3,205	0,468
R	0,574	0,609	0,512	0,742	0,810
R ²	0,330	0,370	0,262	0,550	0,656
NS	0,248	0,324	0,038	0,505	0,514
NSL	0,619	0,658	0,527	0,736	0,326
NSH	0,390	0,339	0,334	0,499	0,654

Примітка: Скорочення: RMSE – середньоквадратична помилка, r – коефіцієнт кореляції Пірсона, R² – квадрат коефіцієнта кореляції (коефіцієнт детермінації), NS – коефіцієнт модельної ефективності Nash-Sutcliff, NSL – модифікований коефіцієнт модельної ефективності Nash-Sutcliff для межнього стоку, NSH – модифікований коефіцієнт модельної ефективності Nash-Sutcliff для паводкового стоку

5. EKONOMICKÝ KONTEXT HYDRICKÝCH FUNKCIÍ V LESNOM HOSPODÁRSTVE

5.1 Ekonomické aspekty manažmentových opatrení hydrických funkcií lesov

5.1.1 Vodohospodárska funkcia

Vodohospodárskou funkciou rozumieme schopnosť lesa „hospodáriť“ s vodou, t.j. ovplyvňovať vodnú bilanciu v krajine. V podstate ide teda o schopnosť lesa ovplyvniť kvantitu vody. U nás prežíva mýtus, že vplyv lesa na vodu je jednoznačne a za každých okolností priaznivý, t.j. že les znižuje riziko povodní a zvyšuje výdatnosť vodných zdrojov (CALDER 1998). V skutočnosti už základný rozbor vodnej bilancie lesných ekosystémov ukazuje, že požiadavky na protipovodňovú ochranu a výdatnosť vodných zdrojov sú v zásade protichodné (vyššia ochrana = menej vody), takže vplyv lesa môže byť v zrážkovo rôznych rokoch hodnotený raz pozitívne, inokedy negatívne (FAO 2008). Toto sa týka aj rozdielnosti jednotlivých regiónov – v suchších regiónoch nemusí byť veľká spotreba vody lesom, resp. určitými typmi lesa, žiaduca. Na Slovensku sme doteraz vyzdvihovali schopnosť lesa „zadržať vodu v krajine“, nie všetci si však uvedomujú, že značná časť tejto „zadržanej“ vody sa odparí späť do atmosféry. Hoci aj táto odparená voda sa môže opäť zúčastniť na tvorbe zrážok, prípadne dokonca generovať tvorbu zrážok z oblačnosti, z ktorej by inak zrážky nevypaďali, v zásade tento efekt nie je zatiaľ uspokojivo preukázaný a každopádne môže často viesť k zvýšeniu zrážok skôr v iných častiach kontinentu, než na našom území, či dokonca priamo v regióne.

V zásade existujú dva hlavné mechanizmy, ktorými les znižuje množstvo vody odtekajúce z ekosystému – *intercepcia*, čiže zachytávanie časti zrážok korunami stromov a ich následné vyparenie, a *transpirácia*, t.j. odčerpanie časti vody z pôdy koreňmi, jej využitie na fyziologické procesy stromov (a podrastu) a jej odparenie do atmosféry cez prieduchy listov. Intercepcia predstavuje v ročnom úhrne 15 – 30 % (v klíme s menej intenzívnymi zrážkami až 40 %) ročného zrážkového úhrnu, u hustých ihličnatých lesov v prípade prevládajúcich slabých častých dažďov až 45 %. U trávnych porastov je to len do cca 20 %, v prípade kosenia alebo spásania ešte výrazne menej (TATE 1996). Transpirácia drevín len málo závisí od celkového množstva zrážok (NISBET 2005), výhodnejšie je vyjadriť ju v mm. Pohybuje sa od 300 do 500 mm ročne, čo predstavuje niekoľko desiatok percent zrážkového úhrnu a je to tiež o čosi viac ako transpirácia

5. ЕКОНОМІЧНИЙ КОНТЕКСТ ГІДРОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ У ВЕДЕННІ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА

5.1 Економічні аспекти заходів з управління гідрологічними функціями лісів

5.1.1 Водогосподарська функція

Поняття водогосподарська функція розуміємо як здатність лісів «господарувати» з водою, тобто впливати на водний баланс ландшафту. Отже, йдеться про спроможність лісів впливати на кількість води. У нас побутує міф про те, що вплив лісів на воду однозначний і за всяких умов є сприятливим, тобто ліс зменшує ризики паводків та підвищує дебіт водних ресурсів (CALDER 1998). Насправді вже елементарний аналіз водного балансу лісових екосистем показує, що вимоги протипаводкової охорони та дебіт водних ресурсів є по суті суперечливими (вища охорона = менше води), отож вплив лісів може бути в різних за рівнем опадів роках то позитивним, то негативним (FAO 2008). Це стосується й відмінності окремих регіонів: у більш сухих регіонах не мусить бути велике споживання води лісами або певними типами лісів бажаним. У Словаччині ми дотепер підкреслювали здатність лісів «затримувати воду в ландшафті», однак не всі усвідомлюють, що значна частина цієї «затриманої» води повертається назад в атмосферу. Хоча й ця випарована вода може знову взяти участь у виникненні опадів або навіть генерувати створення опадів з хмар, з яких інакше опади не випали б, по суті цей ефект поки що переконливо не доведений і в усякому разі може часто призводити до підвищення опадів скоріше в інших частинах континенту, ніж на нашій території чи навіть безпосередньо в конкретному регіоні.

Існують два основні механізми, якими ліси знижують кількість води, що стікає з екосистеми – інтерцепція, або затримування частини опадів кронами дерев і їх наступне випаровування, та транспірація, тобто відбір частини води з ґрунту коренями, її використання для фізіологічних процесів дерев (і підліску) і випаровування її в атмосферу через продиhi листків. Інтерцепція становить 15 – 30 % (у кліматі з менш інтенсивними опадами – до 40 %) річної кількості опадів, у густих хвойних лісах у разі переважання слабких частих дощів – до 45 %. На місцевостях з трав'яним покриттям вона складає близько 20 %, а на сінокосах чи пасовищах – значно менше (ТАТЕ 1996). Транспірація дерев незначною мірою залежить від загальної кількості опадів (NISVET 2005), яку зазвичай виражають в мм. Вона варіюється приблизно

väčšiny iných spoločenstiev (napr. asi o 50 – 100 mm viac od lúk) resp. kultúr (asi o 200 mm viac od okopanín) a viac, než je výpar z holej pôdy.

Je teda nutné konštatovať, že neexistuje nejaký všeobecne a za každých okolností priaznivý vplyv lesa na vodnú bilanciu, existuje len nezanedbateľný (hoci limitovaný) vplyv lesa na rozdiel medzi množstvom spadnutých zrážok a množstvom vody odtekajúcej z lesného ekosystému. Preto, pokiaľ hovoríme o vodohospodárskej funkcii lesa, musíme vždy jasne zadefinovať, čo vlastne má les s odtokom vody urobiť. V zásade možno pre jednotlivé povodia definovať tri rôzne alternatívy spoločenských požiadaviek: zvýšiť výdatnosť vodných zdrojov, zlepšiť ochranu pred povodňami alebo zachovať súčasný stav.

Alternatíva 1: Zvýšenie výdatnosti vodných zdrojov

Prioritou je v tomto prípade dostatočné zásobovanie obyvateľstva vodou, zabezpečenie dostatočných prietokov pre prevádzku elektrární, zabezpečenie dostatočného množstva vody pre zavlažovanie poľnohospodárskych pozemkov a/alebo priemysel. Toto sa dá ovplyvniť výlučne znížením transpirácie a intercepcie vody lesným porastom. Nižšiu „spotrebu“ vody majú buď najmladšie porasty – holiny až menej vyspelé húštiny, alebo porasty staršie – hrubšie žrdoviny až kmeňoviny, v prestarnutých porastoch spotreba vody klesá (MCINTOSH 2003; FEDOROV, MARUNICH 1989). Vďaka tomu, že sú „účinné“ po celý rok, majú podstatne vyššiu intercepciu porasty ihličnaté než listnaté.

Okrem toho je „spotrebu vody“ možné znížiť znížením hustoty porastov (zakmenenie, zápoj). Funkcia si nevyžaduje vysoký stupeň prirodzenosti, ani sa s ním však nevyklučuje. Rozpad porastov vplyvom škodlivých faktorov nie je z krátkodobého hľadiska na závađu, rozsiahlejšie kalamity však znamenajú následné zvýšenie podielu mladých vekových stupňov. Infiltračná schopnosť pôdy ovplyvňuje výdatnosť povrchových vodných zdrojov len málo. Infiltrácia vody do pôdy spravidla spôsobí len určité spomalenie odtoku a mierne sploštenie povodňovej vlny, nie však objem prietokov. U podzemných zdrojov môže byť dobrý fyzikálny stav pôdy žiaduci, každopádne však ide o charakteristiku, ktorú je, najmä v pozitívnom smere ťažko ovplyvniť (zhoršenie fyzikálneho stavu pôd utláčaním mechanizmami alebo pohybom dobytká je, naopak, ľahké). Vplyv technických diel (drenážne systémy, cestná sieť, stavby) na výdatnosť vodných zdrojov je sporný – v zásade síce môžu prietoky zvýšiť, toto zvýšenie sa však prejaví skôr u povodňových prietokov, než počas období sucha a prinášajú spravidla problémy s kvalitou vody a údržbou týchto diel. Opatrenia môžu byť účinné aj u veľkých povodií, musia však byť aplikované na dostatočne veľkú časť týchto povodií.

від 300 до 500 мм у рік, що складає кілька десятків відсотків річних опадів, а це лише дещо більше транспірації більшості інших угруповань (напр., майже на 50 – 100 мм більше від лук) або культур (приблизно на 200 мм більше від просапних культур) та більше випару з відкритого ґрунту.

Отже, можна констатувати, що нема жодного загального і за кожних умов сприятливого впливу лісів на водний баланс, існує лише незначний (хоча лімітований) вплив лісів на різницю між кількістю опадів та кількістю води, що стікає з лісової екосистеми. Тому, якщо говоримо про водогосподарську функцію лісів, мусимо завжди чітко визначити, що власне має зробити ліс зі стоком води. У принципі можна для окремих водозборів визначити три різні альтернативи суспільних вимог: підвищити дебіт водних ресурсів, поліпшити протипаводковий захист або зберегти сучасний стан.

Альтернатива 1: Підвищення дебіту водних ресурсів

Пріоритетом у цьому випадку є достатнє постачання населення водою, забезпечення достатніх об'ємів води для функціонування електростанцій, забезпечення достатньої кількості води для зрошення сільськогосподарських земель та/або промисловості. На все це можна вплинути виключно за рахунок зменшення транспірації та інтерцепції води лісовими насадженнями. Менше «споживання» води мають або наймолодші деревостани – від зрубів до менш стиглих гущавин, або старші насадження – від товстіших жерняків до пристигаючих деревостанів, у перстиглих насадженнях споживання води падає (McINTOSH 2003; FEDOROV, MARUNICH 1989). Завдяки своїй «функціональності» упродовж цілого року суттєво вищу інтерцепцію мають хвойні насадження у порівнянні з листяними.

Крім цього, «споживання води» можна знизити за рахунок зменшення густоти насаджень (повнота, зімкнутість). Функція не вимагає високого ступеня природності, але й не виключає його. Розпад насаджень у результаті впливу шкідливих факторів у короткостроковій перспективі не є перешкодою, більші стихійні лиха однак означають подальше підвищення частки молодих вікових категорій. Інфільтраційна здатність ґрунту впливає на дебіт поверхневих водних ресурсів лише незначною мірою. Всмоктування води в ґрунт переважно спричиняє лише деяке сповільнення стоку і помірне зменшення паводкової хвилі, але не загального об'єму витрат води. Для підземних ресурсів добрий фізичний стан ґрунту може бути бажаним, у всякому разі йдеться про характеристику, на яку важко вплинути в позитивному сенсі (погіршення фізичного стану ґрунтів внаслідок ущільнювання механізмами або пересування худоби можна досягти, навпаки, легко). Вплив технічних споруд (дренажні системи, мережа доріг, будівлі) на дебіт водних ресурсів є спірним – у принципі вони можуть підвищити витрати води, це

Pre zvýšenie povrchového odtoku z povodia, prípadne výdatnosti prameňov v povodí, sú *vhodné* nasledovné opatrenia:

- *predĺženie rubných dôb* – týmto sa zvýši podiel starších porastov, ktoré sa vyznačujú menšou spotrebou vody než mladé husté porasty vo fáze maximálneho prírastku. Vhodné sú najmä staršie preriedle porasty, ktoré inak dostatočne plnia vodoochrannú, protieróznú, prípadne ďalšie funkcie.
- *premeny porastov na porasty s prevahou listnáčov* – listnáče majú nižšiu intercepciu aj transpiráciu ako ihličnany. Výhodou je aj absencia olistenia počas vegetačného kľudu, čo umožní intenzívnejšie dopĺňanie vodných nádrží a zvodnených vrstiev počas tohto obdobia, zatiaľ čo v období potenciálnych letných búrok je intercepcia porovnateľná z ihličnanmi. Ročná intercepcia u duba je 23 %, u buka 22 %, u hraba 27 % a u brezy len 17 % oproti 35 až 40 % u ihličnanov, do kolobehu vody sa teda môže dostať o 12 – 24 % vody viac, než v prípade ihličnatých porastov (AUGUSTO et al. 2002).
- *udržiavanie nižšieho zakmenenia* (silné prebierky, voľnejšie spony pri obnove) – redšie porasty majú nižšiu intercepciu aj transpiráciu, opatrenie je prospešné aj z hľadiska stability porastov.
- Ďalšie uvádzané opatrenia sú *v rozpore so štandardnou lesníckou politikou* a verejnosťou považované za „neekologické“. Pokiaľ by sa však napĺňanie vodných nádrží stalo absolútnou prioritou (napr. v prípade akútneho nedostatku pitnej vody), šlo by opatrenia veľmi účinné a v povodiach niektorých nádrží po dôkladnom zvážení odôvodniteľné:
 - a. *predĺženie doby zabezpečenia porastu* – skôr teoretické opatrenie, možnosť ponechania holín po ťažbe na prirodzenú obnovu pomocou výstavkov alebo z okolitých porastov. Podmienkou je nevykonávať zlepšovanie nárastov, ochranu nárastov a ďalších opatrenia urýchľujúce obnovu. Opatrenie môže byť potrebné v prípade nadnormálnej výmery holín, kde v blízkej budúcnosti hrozí vytvorenie priveľkého podielu porastov mladších vekových stupňov.
 - b. *zmena využitia pozemkov* (trvalé odlesňovanie lesných pôd) – skôr teoretické opatrenie, význam môže mať len v prípade, ak sa zabezpečí vhodný spôsob obhospodarovania odlesnených pozemkov (pastva malej intenzity, kosné lúky, t.j. opatrenia znižujúce intercepciu a transpiráciu).
 - c. *urýchlenie odtoku vody z porastov* (drenážne systémy) – skôr teoretické opatrenie, vodu je možné z porastov odvádzať priamo do nádrží a takto obmedziť jej spotrebu porastmi. Môže si vyžadovať aj zmenu drevinového zloženia porastov. Ide skôr o neekologické opatrenie.

підвищення однак проявляється скоріше під час паводків, ніж упродовж періоду засухи, і спричиняють звичайно проблеми з якістю води та утриманням цих споруд. Заходи можуть бути ефективними й у великих водозборах, однак мають бути застосовані на досить великій частині цих водозборів.

Для підвищення поверхневого стоку з водозбору або дебіту джерел у басейні *доцільні* такі заходи:

- *продовження обороту рубки* – цим підвищується доля старших деревостанів, що визначаються меншою потребою води, ніж молоді густі насадження у фазі максимального приросту. Придатними є, зокрема, старші проріджені насадження, які достатньою мірою виконують водоохоронну, протиерозійну або інші функції.
- *зміни насаджень на насадження з перевагою листяних порід* – листяні породи мають нижчу інтерцепцію і транспірацію у порівнянні з хвойними. Перевагою є також відсутність листків під час вегетаційного спокою, що дає можливість інтенсивніше поповнювати водойми і водоносні пласти у цей період, хоча в період потенційних літніх злив інтерцепцію листяних порід можна порівняти з хвойними. Річна інтерцепція дуба – 23 %, бука – 22 %, граба – 27 %, а берези – лише 17 % проти 35 – 40 % хвойних дерев, отож у кругообіг води може потрапити на 12 – 24 % води більше, ніж у випадку хвойних насаджень (Augusto та ін. 2002).
- *утримування меншої повноти* (інтенсивне прорідження, вільніше зімкнення при поновленні) – рідші насадження мають нижчу інтерцепцію і транспірацію, захід є корисним і з точки зору стабільності насаджень.
- Інші наведені заходи *суперечать стандартній лісівничій політиці* і вважаються громадськістю «неекологічними». Якби поповнення водойм стало абсолютним пріоритетом (наприклад, у разі гострої нестачі питної води), ішлося би про заходи дуже ефективні, а в басейнах деяких водойм після ретельного обмірковування виправдані:
 - a. *продовження періоду забезпечення деревостану* – це скоріше теоретичний захід, можливість залишити зруби після заготівлі для природного поновлення за допомогою насінників або навколишніх деревостанів. Умовою є не проводити поліпшення підросту, охорону підросту та інші заходи, що прискорюють поновлення. Цей захід може бути потрібний у разі надмірної площі зрубів, на яких є загроза виникнення у близькому майбутньому надто великої частки деревостанів молодших вікових категорій.
 - b. *зміна використання угідь* (тривале знеліснення лісових земель) – це скоріше теоретичний захід, може мати значення лише у разі забезпечення відповідного способу господарювання на знеліснених угіддях (помірне випасання, косіння трав, тобто заходи, що знижують інтерцепцію і транспірацію).

Za *nevhodné* či nežiaduce možno považovať nasledovné opatrenia:

- *zakladanie plantáží rýchlorastúcich drevín* – takéto plantáže sa zvyčajne vyznačujú vysokou spotrebou vody aj intercepciou, vyššou než majú iné typy porastov tento problém je dokumentovaný v mnohých krajinách (KEENAN et al. 2006). Preto v oblastiach, kde sa za prioritu považujú vodné zdroje sa treba zakladaniu takýchto plantáží vyvarovať.
- *zalesňovanie nelesných pôd* – lesy majú spravidla vyššiu transpiráciu a intercepciu ako nelesné ekosystémy, preto zvyšovanie ich výmery zvyčajne znamená zníženie odtoku z povodia aj vsakovania vody do spodín (BOSCH, HEWLETT 1982). U starých porastov nemusí byť tento vplyv badateľný, vzhľadom na problémy počas prvých decénií je však rozumnejšie sa rozsiahlemu zalesňovaniu povodí tokov s nedostatočnými prietokmi vyhnúť.

Alternatíva 2: Ochrana pred povodňami

U tejto alternatívy je prioritou pomocou lesa znížiť maximálne prietoky počas príválových alebo dlhotrvajúcich dažďov a takto zabrániť povodňami, či aspoň znížiť ich závažnosť, a ušetriť na technických protipovodňových opatreniach. Táto schopnosť lesa bola v minulosti dosť preceňovaná. Les je naozaj schopný čiastočne znížiť povodňové prietoky, táto schopnosť je však obmedzená na malé povodia do cca 100 km². U väčších povodí nie sú stav lesa ani jeho celková výmera významné. Povodňami na väčších riekach sa nedá lesohospodárskymi opatreniami zabrániť ani ich významne obmedziť. Vplyv lesa na povodne na malých tokoch je zas obmedzený samotnými mechanizmami, ktorými les absorbuje väčšie zrážky. Intercepcia je obmedzená na absolútnu hodnotu niekoľko mm počas jednej zrážkovej epizódy, čo v prípade príválových dažďov predstavuje zanedbateľnú hodnotu (CALDER, ex NISBET 2005). Transpirácia je z pohľadu vzniku povodňových situácií prevažne príliš pomalá, infiltrácia do pôdy v svahovitých územiach znamená len premenu povrchového odtoku na bočný podzemný odtok a pomerne rýchlo (rádovo v hodinách) sa bočným ronom dostáva do vodných tokov. Infiltrácia do pôdy teda často znamená len určitý odklad a sploštenie povodňovej vlny, v prípade malých povodí však aj to môže mať určitý význam. Stav pôdy vzhľadom na infiltračnú schopnosť, je však zlepšiť veľmi obtiažne. Okrem toho, významná časť povodní vzniká v čase

- с. прискорення стоку води з деревостанів (дренажні системи) – це скоріше теоретичний захід, воду з насаджень можна відвести прямо у водойми, і таким чином обмежити її споживання насадженнями. Це може викликати зміну складу порід насадження. Йдеться скоріше про неекологічний захід.

Недоцільними або небажаними можна вважати наступні заходи:

- створення плантацій швидкоростучих деревних порід – такі плантації зазвичай визначаються високим споживанням води та вищою за інші типи насаджень інтерцепцією, і ця проблема зафіксована в багатьох країнах (KEENAN та ін. 2006). Тому в регіонах, де пріоритетом вважають водні ресурси, створення таких плантацій треба остерігатися.
- заліснення нелісових земель – ліси, як правило, мають вищу транспірацію та інтерцепцію, ніж нелісові екосистеми, тому збільшення їх площі зазвичай означає зменшення стоку з басейну та всмоктування води в підґрунтя (BOSCH, HEWLETT 1982). У старих насадженнях цей вплив може бути непомітним, проте з огляду на проблеми в перших десятиліттях розумнішим рішенням є уникати масштабного заліснення басейну водотоків з недостатніми витратами води.

Альтернатива 2: протипаводковий захист

У цій альтернативі є пріоритетним за допомогою лісів знизити максимальні витрати води під час зливи або довготривалих дощів, і таким чином запобігти паводків або хоча б обмежити їх серйозні наслідки та зекономити на технічних протипаводкових заходах. У минулому ця спроможність лісів була перебільшеною. Ліс справді здатен частково знизити паводкові витрати води, однак ця властивість обмежується малими водозборами площею приблизно до 100 км². У більших водозборах ані стан лісів, ані їх загальна площа не суттєві. Лісгосподарськими заходами не можна ні запобігти, ні помітно обмежити повені на великих ріках. З іншого боку, вплив лісів на паводки на малих водотоках обмежений самими механізмами, якими ліс всмоктує значніші опади. Інтерцепція обмежена абсолютною величиною – декілька міліметрів – під час одного випадання опадів, що в разі зливи представляє непринципову величину (CALDER, ex NISBET 2005). Здебільшого транспірація з точки зору виникнення паводкових ситуацій надто мала, інфільтрація у ґрунт в спадистій місцевості представляє лише зміну поверхневого стоку на побічний підземний стік і порівняно швидко (приблизно за кілька годин) підземним стоком вода надходить у водотоки. Отже, інфільтрація води у ґрунт означає лише певну відстрочку й зменшення паводкової хвилі, але в разі малих водозборів навіть це може мати певне значення. Однак покра-

vegetačného kľudu topením snehu, proti čomu je účinnosť lesa ešte menšia, než v prípade dažďov.

Ďalším problémom vyplývajúcim z vyššie uvedeného je, že dopad lesohospodárskych opatrení proti povodňiam sa niekoľkonásobne viac než na povodňových prietokoch prejaví na prietokoch v období sucha, a to negatívne (CALDER, AYLWARD 2006). Lesy, ktoré sú najúčinnnejšie proti povodňiam sú súčasne najväčšími „spotrebičmi“ vody. Preto rozsiahle zalesňovanie a podpora vhodných vlastností lesa môže zabrániť niekoľkým špecifickým povodňiam (v iných situáciách bude les aj tak neúčinný), súčasne však spôsobí trvalé zníženie priemerných a najmä minimálnych prietokov. Napriek týmto výhradám však v niektorých malých povodiach môže vzniknúť požiadavka na zlepšenie „protipovodňovej funkcie lesa“, najmä v prípade potreby ochrany pred povodňami z privalových dažďov. Výhodou je, že opatrenia na posilnenie „protipovodňovej“ funkcie sa čiastočne kryjú s opatreniami na ochranu pôdy, kvality vody, prípadne na ochranu prírody, takže zvýšená protipovodňová ochrana môže vzniknúť ako vedľajší efekt podpory iných funkcií, tých, do ktorých sa skôr oplatí investovať. Ako už bolo povedané, zvýšenie protipovodňovej ochrany si vyžaduje zvýšenie intercepcie zrážok porastmi, zlepšenie infiltračnej schopnosti pôdy, v určitých zrážkových situáciách môže pomôcť aj zvýšenie transpirácie porastov (vysušenejšia pôda môže počas dažďov absorbovať viac vody). Pre zvýšenie protipovodňovej ochrany na danom toku sú *vhodné* nasledovné opatrenia:

- *skrátene rubných dôb* – týmto sa zvýši podiel mladších porastov vo fáze húštin až žrdovín, ktoré sa vyznačujú vyššou spotrebou vody aj transpiráciou, než preriedle porasty, najmä tie vo fáze rozpadu. Skrátene môže (ale nemusí) umožňovať aj vznik starších porastov ako žrdovín, princípom je zmena ich podielu. Mladé porasty ako také dostatočne plnia vodoochrannú, protieróznou, prípadne ďalšie funkcie, ich nižšia rubná doba však znamená častejšie narúšanie povrchu pôdy lesníckymi zásahmi, častejšie vyrušovanie živočíchov, kratší čas na rozvoj biodiverzity skutočných lesných organizmov ap. Celkovo teda možno povedať, že toto opatrenie má *určité negatívne dopady na iné funkcie*.
- *premeny porastov na porasty s prevahou ihličnanov* – ihličnany majú vyššiu intercepciu aj transpiráciu ako listnáče. Výhodou je trvalé olistenie ihličnanov, takže schopnosť intercepcie sa udržiava aj počas vegetačného kľudu (ročná intercepcia u smreka je 35 %, u jedle 36 %, u borovice lesnej 40 % a u duglasky dokonca 41 % oproti 17 – 27 % u ihličnanov, do kolobehu vody sa teda môže dostať o 12 – 24 % vody menej, než v prípade listnatých porastov (AUGUSTO et al. 2002).
- *dôsledné vylepšovanie nárastov a kultúr* – výhodou sú *rovnomerne zakmenené*

щити стан ґрунту з огляду на його інфільтраційну здатність дуже складно. Крім цього, значна частина паводків виникає у час вегетаційного спокою внаслідок танення снігу, ефективність лісу запобігати цьому ще менша, ніж у період дощів.

Іншою проблемою, яка впливає з вищенаведеного, є те, що наслідки лісгосподарських протипаводкових заходів у кількараз більше, ніж на паводкових витратах води, проявляються у період засухи, тобто негативно (CALDER, AYLWARD 2006). Ліси, які є найефективнішими протипаводковими засобами, є водночас найбільшими «споживачами» води. Тому масштабне заліснення і підтримка відповідних властивостей лісу може запобігти кільком специфічним паводкам (в інших ситуаціях ліс буде все одно неефективним), проте водночас спричинить тривале зменшення середніх, передусім – мінімальних витрат води. Проте всупереч цим застереженням у деяких невеликих водозборах може виникнути вимога до покращення «протипаводкової функції лісу», зокрема у разі потреби захисту від паводків після зливи. Вигодою є те, що заходи для підсилення «протипаводкової» функції часто перекриваються із заходами для захисту ґрунту, якості води чи охорони природи, тобто підвищений протипаводковий захист може виникнути як побічний ефект підтримки інших функцій, таких, у які вигідніше інвестувати. Як уже було сказано, покращення протипаводкового захисту вимагає підвищення інтерцепції опадів деревостанами, поліпшення інфільтраційної здатності ґрунту, в певних дощових ситуаціях може допомогти й підвищення транспірації насаджень (висушений ґрунт здатний під час дощів всмоктати більше води). Для покращення протипаводкового захисту на наведеному водотоці доцільними є такі заходи:

- *скорочення обороту рубки* – цим підвищиться частка молодших насаджень у стадії молодняка та жердняка, які визначаються більшим споживанням води та транспірацією, ніж проріджені деревостани, зокрема ті, що перебувають у стадії розпаду. Скорочення може (але не мусить) дозволити виникненню старших за жердняки насаджень, принциповою є зміна їх частки. Молоді насадження як такі в достатній мірі виконують водоохоронну, протиерозійну та інші функції, проте менший їх оборот рубки означає частіше порушення поверхні ґрунту лісгосподарськими заходами, частіше перешкоджання тваринам, коротший час для розвитку біорозмаїття справжніх лісових організмів тощо. Отже, загалом можна підсумувати, що цей захід має певні негативні наслідки на інші функції.
- *зміна насаджень на насадження з перевагою хвойних порід* – хвойні дерева мають вищу інтерцепцію і транспірацію, ніж листяні. Перевагою є зелена крона у хвойних, отже здатність інтерцепції утримується й під час вегетаційного спокою (річна інтерцепція смереки – 35 %, ялиці – 36 %,

porasty s dobre *uzatvoreným zápojom* bez medzier. Najvýhodnejšiu hustotu zakmenenia by bolo potrebné zistiť experimentálne, plne zapojené porasty je možné dosiahnuť aj pri zameneniach okolo 0,8.

- *dôsledná ochrana lesa pred škodlivými činiteľmi* – odumieranie jednotlivých stromov a celých porastov výrazne znižuje intercepciu aj transpiráciu, preto zvýšenie výmery takýchto porastov nad normálnu holinu pre danú rubnú dobu spôsobuje zhoršenie protipovodňovej ochrany.
- *zalesňovanie nelesných pôd* – lesy majú spravidla vyššiu transpiráciu a intercepciu ako nelesné ekosystémy (STREBEL et RENGER ex ŠÁLY 1998), preto zvyšovanie ich výmery zvyčajne pomáha zabrániť povodniam za určitých špecifických situácií.
- *zahrádzanie vodných tokov (vrátane občasných)* – povodne sú v konečnom dôsledku vždy výsledkom kumulácie kanalizovaného povrchového odtoku, preto vybudovaním malých retenčných nádrží na malých vodných tokoch je možné ich riziko podstatne obmedziť, najmä pokiaľ ide o povodne z prívalových dažďov. Hoci ide o technické opatrenie, tradične sa dáva do súvisu z lesným hospodárstvom.
- *sanácia výmollov* – výmole a erózne ryhy môžu pôsobiť ako drény a takto zvyšovať povrchový odtok, preto je potrebné ich zalesnením, prehrádzkami a ďalšími opatreniami sanovať ich aspoň natoľko, aby nedochádzalo k ich prehĺbovaniu, resp. aby sa postupne zazemnili.
- *zákaz pastvy a prehánania dobytky* – slovenská legislatíva síce pastvu v lese zakazuje, existujú však projekty využívajúce pastvu ako nástroj na udržiavanie biodiverzity a pod. Z hľadiska protipovodňovej ochrany ide o nevhodné opatrenie.

Za *nevhodné* či nežiaduce možno považovať nasledovné opatrenia:

- *technológie spôsobujúce utláčanie pôdy mechanizmami* – utláčaním pôd sa zhoršuje ich infiltračná schopnosť. Z tohto hľadiska je preto škodlivé používanie dopravných a približovacích prostriedkov s príliš veľkým merným tlakom na pôdu, technológií s nadmerným pohybom mechanizmov po porastoch a pod. Ťažšie pôdy sú náchylnejšie než pôdy ľahké, najťažšie pôdy

- сосни звичайної – 40 %, а дугласії навіть 41 % проти 17 – 27 % у листяних дерев, отже в кругообіг води потрапляє на 12 – 24 % води менше, ніж у разі листяних насаджень (AUGUSTO та ін. 2002).
- *послідовне покращення підросту та культур* – вигодою є насадження з рівномірною повнотою з добре зімкненим наметом без прогалін. Найоптимальнішу повноту було б доцільно з'ясувати експериментальним способом, повністю зімкнених насаджень можна досягти й при повнотах близько 0,8.
 - *послідовна охорона лісів від шкідливих чинників* – відмирання окремих дерев і цілих насаджень виразно знижує інтерцепцію і транспірацію, тому збільшення площі таких деревостанів вище розрахункової площі зрубів для конкретного обороту рубки призводить до погіршення протипаводкового захисту.
 - *заліснення нелісових земель* – ліси мають, як правило, вищу транспірацію та інтерцепцію, ніж нелісові екосистеми (STREBEL et RENGER ex ŠÁLY 1998), тому збільшення їх площі зазвичай допомагає запобігти паводкам в певних специфічних ситуаціях.
 - *перегородження водотоків* (включно тимчасових) – паводки в кінцевому результаті є завжди результатом накопичення каналізованого поверхневого стоку, тому зведенням невеликих утримуючих водойм на малих водотоках ризики виникнення паводків можна суттєво обмежити, зокрема, це стосується паводків внаслідок злив. Хоч і йдеться про технічний захід, він традиційно поєднується з лісогосподаруванням.
 - *санация вимоїн* – вимоїни та ерозійні борозни можуть діяти як штучні водотоки й таким чином підвищувати поверхневий стік, тому необхідно проводити їх усунення шляхом заліснення, влаштування перегороджуючих споруд, фашин, та інших заходів хоча б до такої міри, щоб не відбувалося поглиблення вимоїн та щоб вони в результаті цього поступово вкривалися ґрунтом.
 - *заборона випасання та перегону худоби* – словацьке законодавство забороняє випасати худобу в лісі, однак існують проекти, які використовують випасання як інструмент утримання біорозмаїття. З точки зору протипаводкового захисту йдеться про непридатний захід.

Недоцільними або *небажаними* можна вважати такі заходи:

- *технології, які спричиняють ущільнення ґрунту механізмами* – ущільненням ґрунтів погіршується їх інфільтраційна здатність. З цієї точки зору шкідливим є використання транспортних і трельовальних засобів з надто високим тиском на ґрунт, технологій з надмірним пересуванням механізмів в насадженнях та ін. Важкі ґрунти завжди вразливіші за легкі, а най-

(ily) však už vždy sú pre vodu takmer nepriepustné, bez ohľadu na činnosť hospodára.

- *úmyselné aj neúmyselné vytváranie drenáží* – drenážne systémy, ale aj odvodňovacie priekopy ciest, hlboko zarezané cesty a pod. urýchľujú odtok vody.

Alternatíva 3: Udržanie súčasných prietokových pomerov

Infraštruktúra, osídlenie aj hospodárstvo sú zvyčajne prispôbené na existujúce odtokové pomery krajiny. Preto môže byť prioritou tieto pomery nemeniť. Keď vezmeme do úvahy, ako významne dokáže les vodnú bilanciu ovplyvňovať (hoci nie vždy želaným spôsobom) a koľko rôznych vlastností lesa na povrchový odtok vplýva, je zrejmé, že ani udržanie prietokových pomerov nie je v dlhodobejšom horizonte jednoduché. V prípade, že sa ostatné vstupy nezmenia, hlavným cieľom je udržanie rovnakej *súhrnnej* intercepčnej kapacity lesa v povodí a rovnakej *súhrnnej* transpirácie. Hlavná zásada by teda mala byť „nič v povodí nemeniť“.

Ako prevencia zmeny prietokových pomerov sú *vhodné* najmä nasledovné opatrenia:

- *trvalé monitorovanie zastúpenia vekových stupňov* – nerovnomerné zastúpenie vekových stupňov v povodí môže spôsobiť prechodné zmeny v zastúpení porastov znižujúcich alebo zvyšujúcich prietoky. Toto zastúpenie môže byť dané a zmeny môžu vyplynúť len z presunu plôch do vyšších stupňov, resp. do štádia holín, môže sa však aj zmeniť vplyvom kalamít a zmien rubnej doby.
- *trvalé monitorovanie drevinového zloženia lesov povodia* – zmeny v drevinovom zložení, úmyselné aj samovoľné, môžu spôsobiť zmenu prietokových pomerov, preto je potrebné tieto zmeny sledovať a včas na ne reagovať (viď alternatívy 1 a 2).
- *úprava zastúpenia vekových stupňov* – predčasnými obnovami porastov alebo naopak odsúvaním obnov u časti porastov je možné (a vhodné) rozdiely v zastúpení vekových stupňov v predmetnom povodí vyrovnáť.

Za *nevhodné* či nežiaduce možno považovať najmä:

- *rozsiahle zmeny rubných dôb* – veľkoplôšné zmeny rubných dôb z titulu zmien cieľov hospodárenia alebo technológií (napr. zavádzanie plantáží), pokiaľ tieto zmeny nie sú kompenzáciou iných zmien v povodí.

Situáciu môže komplikovať skutočnosť, že vstupy vodnej bilancie sa budú meniť, najmä z dôvodu klimatickej zmeny, takže zachovanie prietokových pomerov si môže vyžadovať aktívne opatrenia na strane lesného hospodárstva. Zmenu prietokových pomerov môžu spôsobiť aj rôzne opatrenia na nelesnej pôde,

важчі ґрунти (глинисті) майже виключно водонепроникні, без огляду на діяльність господаря.

- *навмисне й ненавмисне утворювання дренажу* – дренажні системи, а також водовідвідні канали вздовж доріг, глибоко врізані дороги тощо прискорюють стік води.

Альтернатива 3: утримання сучасних умов витрат води

Інфраструктура, заселення і господарювання зазвичай пристосовані до наявних у ландшафті умов стоку води. Тому пріоритетом може бути й не змінювати ці умови. Якщо взяти до уваги, як помітно ліс може впливати на водний баланс (хоча не завжди бажаним способом) і скільки різних властивостей лісу впливає на поверхневий стік, очевидно, що навіть утримати умови витрат води в довгостроковій перспективі непросто. У випадку, якщо інші підходи не зміняться, головною метою є утримання однакової сумарної інтерцепційної вологоємності лісів у басейні та однакової сумарної транспірації. Отже, основним принципом мало б бути – «нічого в басейні не міняти».

Для профілактики зміни умов витрат води *доцільні* передусім такі заходи:

- *тривалий моніторинг розподілу деревостанів за класами віку* – нерівномірний віковий розподіл деревостанів у басейні може спричинити перехідні зміни у розподіл насаджень, які зменшують або підвищують витрати води. Цей розподіл може бути теперішній та його зміни можуть впливати лише з віднесення площі у вищі класи або в стадію зрубу, однак його можна й змінити в результаті вітровалу та змін обороту рубки.
- *тривалий моніторинг складу порід у лісах басейну* – зміни складу порід – цілеспрямовані й довільні – можуть спричинити зміну умов витрат води, тому за цими змінами потрібно спостерігати й своєчасно реагувати на них (див. альтернативи 1, 2).
- *зміна представлення класів віку* – передчасним поновленням або, навпаки, відстрочкою поновлення частини насаджень можна (і доцільно) зрівняти відмінності в розподілі класів віку в даному басейні.

Непридатними або *небажаними* можуть вважатися, зокрема:

- *масштабні зміни обороту рубки* – великомасштабні зміни обороту рубки через зміну цілей господарювання або технологій (наприклад, створення плантацій), якщо ці зміни не є компенсацією інших змін у басейні.

Ситуацію може ускладнити факт, що вхідні дані водного балансу будуть змінюватися, зокрема внаслідок кліматичних змін, отож утримання умов витрат води може потребувати активних заходів з боку лісового господарства. Зміну умов витрат води можуть спричинити також різні заходи на нелісових

technické opatrenia na vodných tokoch a pod. V takomto prípade je potrebné aplikovať opatrenia alternatívy 1 alebo 2.

Alternatíva 0: Žiadny záujem na vodohospodárskej funkcii lesov

Vzhľadom na obmedzenú schopnosť lesa ovplyvniť prietokové pomery v povodiach (najmä v tých väčších), vzhľadom na skutočnosť, že nezanedbateľná časť výmery týchto povodí je spravidla tvorená nelesnou pôdou a vzhľadom na možnú nejednoznačnosť požiadaviek, je možné očakávať, že nebude identifikovaná žiadna spoločenská požiadavka na túto funkciu. V takýchto povodiach preto, kvôli zjednodušeniu postupu, s touto funkciou pri zosúlaďovaní požiadaviek na jednotlivé funkcie vôbec neuvažujeme. Opatrenia na ovplyvnenie kvantity vody, dokonca aj tie, ktoré sa aplikujú na úrovni jednotlivých porastov, si vyžadujú koordináciu na úrovni celých povodí! Preto nie je možné požiadavky riešiť len formou zavedenia sústavy právne nezáväzných doporučení podporovaných dotačnými schémami, ale potrebné je inštitucionálne zabezpečenie presadzovania daných spoločenských záujmov.

5.1.2 Vodoochranná funkcia

Vodoochrannou funkciou rozumieme schopnosť lesa chrániť vodu (podzemnú, ale najmä povrchovú) pred znečistením pôdnymi časticami a, do istej miery, aj pred znečistením niektorými chemickými látkami, prírodnými aj antropogénnymi. Ide teda o funkciu chrániacu kvalitu vody. Mechanizmov, ktorými les kvalitu vody chráni je viacero. Ďaleko najvýznamnejším vplyvom lesa je ochrana pôdy pred eróziou, častice zerodovanej pôdy sú jednou z najvýznamnejších znečisťujúcich látok vo vode odtekajúcej z poľnohospodárskej krajiny (SMITH a GATTIE ex TRIMBLE 2007; MIDRIAK, ZAUŠKOVÁ 2004). Tieto častice sa pri spomalení toku usadzujú ako sediment, pričom znižujú objem vodných nádrží, resp. ich považujeme za mechanické znečistenie vody. Na pôdne častice bývajú často naviazané ďalšie znečisťujúce látky, napr. hnojivá, prírodné organické zlúčeniny, pesticídy a pod., ktoré môžu spôsobiť eutrofizáciu vôd alebo ich kontamináciu.

Okrem toho sú lesná pôda a hrabanka schopné zachytávať vodu znečistenú rôznymi látkami (pôdne častice, hnojivá, pesticídy) stekajúcu z nelesných pôd a časť z nich (zvyšky hnojív) dokonca spotrebovať (CHESAPEAKE BAY PROGRAM 1997). Túto funkciu plnia najmä brehovité porasty a porasty vo výmoľoch a svahových dolinkách. Podobne môže les brániť aj znečisteniu vody prachom a chemikáliami unášanými vetrom – tu je však už určité riziko, že tieto látky (najmä chemické) sa môžu neskôr dostávať na povrch pôdy a takto naopak prispievať k znečisteniu vôd (IUFRO 2007). Pozitívny vplyv na kvalitu vody

землях, технічні заходи на водотоках тощо. У такому разі потрібно ввести заходи альтернатив 1, 2.

Альтернатива 0: Жодне зацікавлення водогосподарськими функціями лісів

З огляду на обмежену здатність лісу впливати на умови витрат води в басейнах річок (зокрема більших), з огляду на факт, що значну частину площі цих басейнів займають нелісові землі і з огляду на можливу неоднозначність вимог, можна очікувати, що не вдасться ідентифікувати жодної суспільної вимоги стосовно цієї функції. Тому в цих басейнах, заради спрощення підходу, цю функцію в узгодженні вимог щодо окремих функцій взагалі не беремо до уваги. Заходи, що мають вплив на показники кількості води, навіть ті, які застосовуються на рівні окремих насаджень, вимагають координації на рівні цілих басейнів! Тому не можна ці вимоги вирішувати лише шляхом впровадження системи юридично не зобов'язуючих рекомендацій, підтриманих дотаційними схемами, а потрібно інституціонально забезпечити втілення таких суспільних інтересів у життя.

5.1.2 Водоохоронна функція

Під водоохоронною функцією розуміємо здатність лісів охороняти воду (підземну або поверхневу) від забруднення частинками ґрунту і, до певної міри, й від забруднення деякими хімічними речовинами природного та антропогенного походження. Отже, йдеться про функцію, що охороняє якість води. Механізмів, якими ліс охороняє якість води, є декілька. Найбільш вагомим впливом лісу є охорона ґрунту від ерозії, адже частинки еродованого ґрунту є одною з найбільш забруднюючих речовин у воді, яка стікає з сільськогосподарських земель (SMITH et GATTIE ex TRIMBLE 2007; MIDRIAK, ZAUŠKOVÁ 2004). Ці частинки при сповільненні стоку осідають у вигляді наносів, зменшуючи при цьому об'єми водойм, вони спричиняють механічне забруднення води. З частинками ґрунту нерідко бувають пов'язані інші забруднюючі речовини – добрива, природні органічні сполуки, пестициди тощо, які можуть призводити до збагачення поживними речовинами та добривами вод, або їх забруднення шкідливими речовинами.

Крім того, лісовий ґрунт і підстилка здатні затримувати воду, що стікає з нелісових земель, забруднену різними речовинами (ґрунтові частинки, добрива, пестициди), споживаючи навіть частину з них (залишки добрив) (CHESAPEAKE BAY PROGRAM 1997). Цю функцію виконують, зокрема, берегові насадження і насадження у вимоїнах та нахилених долинах поміж пагорбів. Так само ліс здатний запобігати забрудненню води пилом і хімікатами, перенесеними вітром – однак тут існує певний ризик, що ці речовини

má aj tienenie brehov vodných plôch (chladnejšia voda má vyšší obsah kyslíka, čo je vhodné pre organizmy ako aj s ohľadom na samočistiacu schopnosť vody) a uvoľňovanie kyslíka do vody z koreňov pobrežnej vegetácie. Aj tento vplyv je významný najmä u brehových porastov. Brehové porasty sú schopné do istej miery brániť aj brehovej erózii spôsobovanej samotným vodným tokom. Toto má význam pozdĺž brehov jazier, vodných nádrží a riek s priamym tokom. U meandrujúcich riek dokáže les len oddialiť nezastaviteľnú prirodzenú eróziu, ktorá uvoľňuje do tokov množstvo sedimentov. Les predstavuje z hľadiska ochrany kvality vôd jeden z najvhodnejších spôsobov využitia pôdy. Les sa spravidla obhospodaruje menej intenzívne než napr. trvalé trávne porasty či orná pôda, čo znamená menej časté narušenie povrchu pôdy, nižšie využívanie hnojív a pesticídov a pod. Lesná pôda si ľahšie udržiava vyššiu infiltráciu schopnosť, čo má pozitívny vplyv na jej erodovateľnosť.

Uvedené funkcie plní les nepostihnutý a neohrozený eróziou, t.j. les, ktorého pôdny kryt (hrabanka, prízemná vegetácia, nadložený humus a pod.) nie je narušený. V lesoch sa narušený pôdny kryt najčastejšie vyskytuje v podobe zárezových a násypových svahov telies lesných ciest. Tieto sú dlhodobou aktívnym zdrojom uvoľnených pôdnych častíc, najväčší vplyv však má samotné budovanie ciest, počas ktorého dochádza k značnému jednorazovému znečisteniu vodných tokov, najmä v miestach ich križovania. Okrem toho býva pôdny kryt periodicky narúšaný *približovaním dreva* (najmä približovacie linky, pri rubnej ťažbe sčasti aj v ostatnom poraste), na skladoch dreva a pod. U tohto narušenia má veľký význam jeho periodicita – v prípade dlhších rubných dôb je toto narušenie menej časté a teda v povodí zaberá aj menšiu plochu, než je tomu u intenzívne obhospodarovaných porastov. Z hľadiska ochrany vôd sú teda priaznivé rozsiahle oblasti s menej intenzívnym využívaním lesa, napr. veľkoplošné chránené územia, tzv. marginálne oblasti a pod.

Ostatné vlastnosti lesa môžu byť takmer ľubovoľné – funkciu rovnako dobre plnia riedke aj husté porasty rozmanitého drevinového zloženia a veku. Dôležité sú však ich dobrá stabilita a zdravotný stav. V prípade rozsiahlych náhodných ťažieb, ako aj v prípade ponechania odumretých lesov bez zásahu („na prírodné procesy“), dochádza totiž k zvýšenému vyplavovaniu dusíka do povrchových vôd (HUBER 2005; ALEWELL et al. 2001). U brehových porastov je nežiaduce, aby dochádzalo k padaniu odumretých stromov do tokov (riziko vybreženia a silnej erózie), rovnako je u nich významný aj hustejší zápoj (tienenie brehov).

Celkovo teda možno povedať, že vodoochranná funkcia sa do značnej miery kryje s funkciou *protieróznou* – zabezpečenie ochrany lesnej pôdy pred eróziou súčasne znamená aj veľký prínos z hľadiska kvality povrchových vôd. Oproti protieróznej funkcii je v prípade ochrany vôd žiaduca nulová erózia aj u hlbokých pôd na miernych sklonoch, kde by inak postačovalo udržanie eró-

(зокрема хімічні) можуть пізніше потрапити на поверхню ґрунту і таким чином заподіяти забруднення вод (IUFRO 2007). Позитивний вплив на якість води має затінення берегів водоєм (у холоднішій воді вищий вміст кисню, що сприятливо діє як на організми, так і на самоочисну спроможність води) та вивільнення кисню у воду з коренів прибережної рослинності. Цей вплив також важливий зокрема в берегових насадженнях. Берегові насадження здатні певною мірою запобігати ерозії берегів, заподіяної самим водотоком. Це має значення вздовж берегів озер, водоєм та річок з прямою течією. В меандричних ріках ліс здатний лише віддалити безупинну природну ерозію, яка вивільняє у водотоки велику кількість наносів. Ліс являє собою з точки зору охорони якості води один з найпридатніших способів використання ґрунту. У лісах, як правило, ведеться менш інтенсивне господарювання, ніж, наприклад, на луках або на орній землі, що означає не таке часте порушення поверхні ґрунту, менше застосування добрив і пестицидів тощо. Лісовий ґрунт краще зберігає вищу інфільтраційну здатність, що позитивно впливає на його ерозостійкість.

Наведені функції виконує невражений ерозією ліс та такий, що не перебуває під її загрозою, тобто ліс, ґрунтове покриття якого (підстилка, наземна вегетація, верхній гумусовий горизонт тощо) не порушене. У лісах порушене ґрунтове покриття найчастіше трапляється у формі врізаних та насипних схилів земляного полотна *лісових доріг чи волоків*. Вони є довгостроковим активним джерелом вивільнених ґрунтових частинок, однак найбільший вплив має сама побудова доріг, під час якої відбувається значне одноразове забруднення водотоків, зокрема в місцях їх перетину. Крім того, ґрунтове покриття періодично порушується *трелюванням деревини* (зокрема на трелювальних волоках, під час рубки стиглих дерев також по всьому деревостану), на верхніх складах тощо. При такому порушенні велике значення має його періодичність: у разі довшого обороту рубки таке порушення буває менш частим, а отже займає в басейні меншу площу, ніж у насадженнях з інтенсивним господарюванням. Це означає, що з водоохоронної точки зору сприятливими є великі території з менш інтенсивним використанням лісу, наприклад, великі за площею захисні території, т. зв. маргінальні території тощо.

Інші властивості лісу можуть бути майже довільними – функцію однаково добре виконують рідкі й густі насадження різного складу порід та віку. Однак, важливими є добра стабільність і санітарний стан. У разі масштабної непланової рубки, а також у разі збереження відмерлих лісів без втручання («для природних процесів»), відбувається підвищене вимивання азоту в поверхневій воді (НУВЕР 2005; АЛЕВВЕЛЛ та ін. 2001). У берегових насадженнях небажано, аби відбувалося падіння відмерлих дерев у водотоки (ризик виходу води з русла та сильної ерозії), так само важливий густіший намет (затінення берегів).

zie na *prípustnej úrovni* (ZACHAR et al. 1982; MIDRIAK 1997), pokiaľ sa tieto nachádzajú v blízkosti stálych alebo občasných vodných tokov (brehové pásy, dolinky, výmole). *Brehové porasty* na Slovensku označujeme za porasty s breho-ochrannou funkciou, ktorej využívanie a podpora žiaľ nemá na Slovensku takú legislatívnu podporu ako napr. v amerických krajinách. Vyžadovaný stav lesa je teda podobný ako u protieróznej funkcie, s tým, že nároky na vodoochrannú funkciu sú o čosi vyššie než u funkcie protieróznej a týkajú sa rozsiahlejšieho územia (okrem strmých svahov aj brehové porasty, dolinky a výmole). Na rozdiel od protieróznej funkcie si ochrana kvality vody môže častejšie vyžadovať zalesňovanie nelesných pôd a nevyhnutne plánovanie na úrovni celých povodí, vrátane opatrení na nelesných pôdach. Nevhodné zásahy v malej časti povodia (napr. zemné práce, nevhodná orba) môžu do značnej miery znegodnotiť celkové úsilie o zabezpečenie ochrany vody.

Požiadavka na kvalitu vody je viac-menej univerzálnou spoločenskou požiadavkou – hoci teoreticky ukladanie sedimentov bohatých na živiny môže byť niekde aj prínosom, v zásade platí, že v kultúrnej krajine prevláda pravdepodobnosť ich ukladania na nežiaduce miesta (vodné nádrže, infraštruktúra, meandrovanie riek). Rovnako z hľadiska odberov je žiaduca čo najčistejšia voda bez mechanického aj chemického znečistenia. Preto spoločenským záujmom je vždy znižovanie obsahu splavenín vo vodných tokoch, rozdiely môžu existovať len v miere tohto záujmu – môže byť vyšší v tokoch napájajúcich vodné nádrže (najmä povrchové zdroje pitnej vody), tokoch významných pre rybné hospodárstvo a pod. Opatrenia pre podporu vodoochrannej funkcie sú vždy rovnaké, ich rozsah sa však bude líšiť v závislosti od významu funkcie v danom povodí. Minimálnu únosnú mieru ochrany kvality vody je možné zabezpečiť reštriktívnou legislatívou, opatrenia a obmedzenia nad rámec minimálnych požiadaviek sa zabezpečia pomocou primeraných motivačných a kompenzačných opatrení.

Pre ochranu kvality povrchových vôd sú *vhodné* nasledovné opatrenia:

- *využívanie čo najdlhších rubných dôb* – týmto sa zníži frekvencia narúšania povrchu pôdy ťažbou a približovaním dreva ako aj podiel rubných porastov a holín na celkovej výmere lesov v povodí. Rubné doby však nesmú mať nepriaznivý dopad na stabilitu a zdravotný stav porastov. V prípade potreby

Отже, в цілому можна сказати, що водоохоронна функція значною мірою перекривається з функцією *протиерозійною* – забезпечення охорони лісового ґрунту від ерозії водночас представляє великий позитив з точки зору якості поверхневих вод. У порівнянні з протиерозійною функцією, у випадку охорони вод бажаною є нульова ерозія на глибоких ґрунтах помірних схилів, на яких би інакше достатнім було утримання ерозії на *допустимому рівні* (ZASNAJ та ін. 1982; MIDRIAK 1997b), якщо вони знаходяться недалеко від постійних або тимчасових водотоків (берегові смуги, долинки, вимоїни). *Береговими насадженнями* у Словаччині визначаються насадження з берегозахисною функцією, використання якої, на жаль, немає такої законодавчої підтримки, як, наприклад, у країнах Америки. Тобто бажаний стан лісу порівняно такий же, як і з протиерозійною функцією, з доповненням, що вимоги до водоохоронної функції дещо вищі, ніж у разі функції протиерозійної, і охоплюють ширшу місцевість (крім стрімких схилів, також берегові насадження, долинки й вимоїни). На відміну від протиерозійної функції, охорона якості води може частіше вимагати заліснення нелісових угідь та не виключається й планування на рівні цілих басейнів, у тому числі й заходів на нелісових землях. Недоцільні втручання у малій частині басейну, вони можуть у значній мірі знецінити всі зусилля по забезпеченню охорони води.

Вимога до якості води є більш-менш універсальною суспільною вимогою – хоча теоретично відкладення наносів багатих на поживні речовини інколи може бути позитивним і в принципі це означає, що в культурній країні переважає ймовірність їх відкладення на небажаних місцях (водойми, інфраструктура, меандрування річок). Так само з позиції забирання бажана якнайчистіша вода, без механічного та хімічного забруднення. Тому суспільним інтересом завжди є пониження вмісту осаду у водотоках, різниця буває лише в мірі цього інтересу – може бути вища у водотоках, які постачають водойми (зокрема поверхневі ресурси питної води), у водотоках важливих для рибного господарства тощо. Заходи на підтримку водоохоронної функції є завжди однакові, проте їх масштаб відрізняється залежно від важливості функції у даному водозборі. Мінімальну прийнятну міру охорони якості води можна забезпечити обмежувачими законодавчими актами; заходи та обмеження, що виходять за рамки мінімальних вимог, забезпечуються шляхом відповідних мотиваційних і компенсаційних заходів.

Для охорони якості поверхневих вод *доцільними* є наступні заходи:

- використання якнайдовшого обороту рубки – цим можна знизити частоту порушення поверхні ґрунту заготівлею та трелюванням деревини, а також частку зрілих насаджень і зрубів на загальній площі лісів у басейні. Оборот рубки не може мати негативних наслідків для стабільності

potvrdenej prieskumom (nesmie dôjsť k ohrozeniu stability porastov ani k ohrozeniu iných požadovaných funkcií lesa) môže byť vhodné aj *predĺženie rubných dôb*.

- *dôsledná údržba lesných ciest* – odrážky, úprava zárezových a násypových svahov, údržba vozovky (zníženie erózie telesa cesty a splavovania materiálu do vodných tokov).
- *zmena využívania (napr. zalesnenie) poľnohospodárskych pozemkov, ktorých súčasné využívanie majú negatívny dopad na kvalitu vôd* – u pozemkov, kde orba alebo pastva spôsobujú eróziu s následným splachom do povrchových vôd, je potrebné zvážiť zmenu ich využívania. Jednou s ekonomicky reálnych možností je ich zalesnenie, rovnaký efekt však môže priniesť aj zníženie intenzity poľnohospodárskeho využívania, prípadne ponechanie bez využívania.
- *zonácia lesných porastov s ohľadom na ochranu vody* – v lesoch je možné, a z hľadiska produkčnej a ďalších funkcií aj vhodné, uplatňovať diferencovaný prístup k jednotlivým opatreniam. Preto je žiaduce v krajine dôsledne vyčleniť:
 - *ochranné lesy* – tieto sú najviac ohrozené eróziou, a teda si vyžadujú šetrné obhospodarovanie bez ohľadu na vzdialenosť od vodných tokov.
 - *brehové pásma* – tieto časti lesa majú pre ochranu vody najväčší význam, keďže ide o nárazníkové zóny medzi ostanými lesnými aj nelesnými pozemkami a samotnými vodnými plochami, ktoré sú schopné eliminovať aj prípadné nedostatky obhospodarovania týchto pozemkov. Šírka pásiem závisí od sklonu svahu a miere nepriaznivých vplyvov, pred ktorými treba vodu chrániť. Dôsledné rešpektovanie brehových pásiem nemá na Slovensku oporu v legislatíve, jedinou výnimkou sú Pásma hygienickej ochrany I. stupňa povrchových vodných zdrojov, čo sú v podstate brehové pásma s najvyšším možným významom. Pri obhospodarovaní brehových pásiem sú vhodné nasledovné opatrenia:
 - *zalesňovanie nelesných pôd v brehových pásmach* – les tu predstavuje jednoznačne najvhodnejší typ užívania pôdy, preto je vhodné aj nelesné pozemky na brehoch tokov a vodných nádrží zalesniť,
 - *načasovanie obnovy lesa do času mimo obnovy prilahlých porastov* – nárazníkové zóny majú slúžiť na zachytenie splavenín, ktoré môžu vzniknúť na susedných pozemkoch, preto ich obnova musí byť riešená s ohľadom na stav susedných plôch (platí to aj v prípade nelesných plôch),
 - *dôsledný zdravotný výber* – odstraňovanie poškodených a napadnutých stromov aby nedochádzalo k zatarasovaniu vodných tokov,
 - *zvyšovanie vekovej diferenciácie brehových pásiem* – týmto sa vyhneme

й санітарного стану насаджень. У разі потреби, підтвердженої дослідниками (не можна поставити під загрозу ані стабільність насаджень, ані інші потрібні функції лісу), доцільним може бути *продовження обороту рубки*.

- *послідовний догляд за лісовими дорогами* – водовідведення, утримання врізаних і насипних схилів, утримання проїзної частини дороги (зменшення ерозії дорожнього полотна та вимивання матеріалу у водотоки).
- *зміна використання (наприклад, заліснення) сільськогосподарських угідь, сучасне використання яких має негативні наслідки для якості вод* – на угіддях, де оранка або випасання призводять до ерозії з поступовим вимиванням ґрунту в поверхневій воді, потрібно зважити зміну їх використання. Одною з економічно реальних можливостей є заліснення, однак такий же ефект може дати зменшення інтенсивності сільськогосподарського використання або відмова від використання.
- *зонування лісових насаджень з огляду на охорону води* – у лісах можливе, а з точки зору виробничої функції також доцільне застосування диференційованого підходу до окремих заходів. Тому бажано у ландшафті послідовно виділити:
 - *захисні ліси* – вони найбільш вразливі ерозією, і тому вимагають бережливого господарювання, без огляду на відстань від водотоків,
 - *берегові зони* – ці частини лісу мають для охорони води найбільше значення, оскільки йдеться про буферні зони між іншими лісовими й нелісовими угіддями та самими водоймами, які спроможні усунути можливі недоліки господарювання на цих угіддях. Ширина зон залежить від стрімкості схилів і міри несприятливих впливів, від яких потрібно охороняти воду. Послідовне дотримання берегових зон немає підтримки у словацькому законодавстві, єдиним винятком є зони санітарної охорони поверхневих водних ресурсів I ступеня, що по суті є береговими зонами з найвищим значенням. У веденні господарювання в берегових зонах доцільними є наступні заходи:
 - *заліснення нелісових земель у берегових зонах* – ліс тут представляє однозначно найдоречніший тип використання землі, тому доцільним є також заліснення нелісових угідь на берегах водотоків і водойм,
 - *планування поновлення лісу у період поза поновленням суміжних насаджень* – буферні зони мають служити для затримання наносів, які можуть виникнути на сусідніх угіддях, тому їх поновлення потрібно вирішувати з огляду на стан суміжних ділянок (це стосується також нелісової площі),
 - *ретельний санітарний вибір* – видалення хворих і пошкоджених дерев, щоб не відбувалося перегордження водотоків,

potrebe obnovovať rozsiahlejšie úseky brehových pásiem naraz, prípadne ich prirodzenému rozpadu po celých úsekoch.

Za *nevhodné* z hľadiska ochrany kvality vôd považujeme nasledovné opatrenia:

- *zemné práce spôsobujúce prísun pôdnych častíc do vodných tokov* (napr. budovanie *lesných ciest*) – najmä počas samotnej výstavby môže dochádzať k zvýšenému prísunu pôdnych častíc do vodných tokov, ich množstvo však závisí od lokalizácie zemných prác voči tokom (aj keď na lesnej pôde dôjde k erózii, okolité porasty sú často schopné sedimenty zachytiť skôr, než dosiahnu vodné toky – súvis so šírkou ochranného pásma), sklonu svahu, kvality projektov cestnej siete a ďalších stavieb a pod.
- *nadmerné poškodzovanie pôdneho krytu pri ťažbe* – výber *nevhodných ťažbových technológií* môže značne zvýšiť eróziu pôdy, zvlášť nebezpečná je jazda mechanizmov alebo vlečenie dreva po spádnici (toto sa týka aj lanových systémov približujúcich v polozávесе) – tu má veľký význam celkový objem dreva približený po jednej línii, šetrnosť je možné zvyšovať používaním čo najviac trás lanovky resp. približovacích trás. Technológia musí byť čo najšetrnejšia, primeraná sklonu svahu, vzdialenosti od vodných tokov a stavu porastov pod ťaženými plochami (aj keď na lesnej pôde dôjde k erózii, okolité porasty sú často schopné sedimenty zachytiť skôr, než dosiahnu vodné toky – súvis so šírkou ochranného pásma), vodohospodárskemu významu vodného toku a ďalším faktorom.
- *odvádzanie vody z lesných ciest, stavieb a pod. do lesných porastov* – voda akumulovaná na lesných cestách, rozsiahlejších stavbách a pod. môže po náhlom odvedení do lesného porastu (priepustmi, potrubiami) spôsobovať vznik nových erózných rýh.
- *pastva v lese a prehánanie dobytká, silné prezverenie* – dobytok a zver spôsobujú narušenie pôdneho krytu a utláčanie pôdy, riziko hrozí najmä na strmších svahoch.
- *nadmerné rekreačné alebo vojenské využívanie lesa* – priamy pohyb vozidiel alebo väčšieho množstva ľudí spôsobuje narušenie pôdneho krytu a následnú eróziu.
- časť opatrení sa týka len vylišených ochranných lesov a brehových pásiem:
 - *ochranné lesy* – tieto sú najviac ohrozené eróziou a teda si vyžadujú šetrné obhospodarovanie bez ohľadu na vzdialenosť od vodných tokov:
 - *obnova lesa iným hosp. spôsobom než účelovým* – v týchto porastoch je nevhodné vytváranie dlhých rubov po spádnici, nadmerná intenzita pohybu mechanizmov (pôdny kryt nesmie byť naraz narušený na väčšej súvislej ploche a musí mať čas na zotavenie),

- збільшення вікової диференціації берегових зон – цим уникнемо необхідності поновлення великих площ берегових зон одним разом, або їх природного розпаду цілими ділянками.

Недоцільними з точки зору охорони якості вод вважаємо наступні заходи:

- *земляні роботи, які призводять до надходження ґрунтових частинок у водотоки* (наприклад, побудова лісових доріг) – так, під час власне будівництва може відбуватися підвищене надходження ґрунтових частинок у водотоки, однак їх об'єм залежить від локалізації земляних робіт по відношенню до водотоків (якщо і дійде до ерозії на лісовому ґрунті, навколишні насадження часто здатні затримати наноси швидше, ніж ті досягнуть водотоків – це пов'язане з шириною охоронної зони), а також від стрімкості схилу, якості проектів мережі доріг чи інших споруд тощо.
- *надмірне пошкодження ґрунтового покриття при заготівлі* – вибір *непридатних технологій* заготівлі може суттєво збільшити ерозію ґрунту, зокрема небезпечним є пересування механізмів і трельювання дерев по лінії найбільшого нахилу (це стосується також канатних систем транспортування у напівпідвішеному положенні) – тут велике значення має загальний об'єм деревини трельованої однією трасою, збереженість можна підвищити використанням щонайбільшої кількості трас канатних установок або трельовальних волоків. Технологія повинна бути найбережливіша, має відповідати стрімкості схилу, відстані водотоків та стану насаджень на лісосіках (якщо і дійде до ерозії на лісовому ґрунті, навколишні насадження часто здатні затримати наноси швидше, ніж ті досягнуть водотоків – це пов'язане з шириною охоронної зони), водогосподарському значенню водотоку та іншим факторам.
- *відведення води з лісових доріг, споруд тощо в лісові насадження* – вода, нагромаджена на лісових дорогах, великих спорудах тощо, може після раптового відведення у лісове насадження (перепускними жолобами, трубами) спричинити виникнення нових ерозійних борозен.
- *випасання у лісі та перегін худоби, надмірне збільшення кількості звірів* – худоба та звірі спричиняють порушення ґрунтової поверхні й ущільнення ґрунту, ризики загрожують зокрема на стрімких схилах.
- *надмірне рекреаційне або військове використання лісу* – безпосереднє пересування автомобілів або великої кількості осіб призводить до порушення поверхні ґрунту, а внаслідок цього до ерозії.
- частина заходів торкається лише виділених захисних лісів та берегових зон:
 - *захисні ліси* – вони під найбільшою загрозою ерозії, а отже вимагають бережливого лісгосподарювання без огляду на відстань водотоків:

- *brehové pásma* – brehové pásma (a vodné toky samotné) sú zónou s najvýznamnejšími reštrikciami:
 - *vstup mechanizmami do brehových pásiem* – s ohľadom na možné narušenie pôdneho krytu a utlačanie pôdy.
 - *mechanické zasahovanie do vodných tokov a nádrží* – riziko priamej erózie brehov a dna. Z lesníckych zásahov sú nebezpečné napr. približovanie dreva potokmi (pozdĺž aj naprieč), umiestňovanie dreva a odpadu po ťažbe v potokoch, jazda mechanizmov cez brody a pod.). Prípustné by mali byť len úmyselné zásahy smerujúce k zlepšeniu stavu tokov (vytváranie stupňov, regulácie).
 - *vstup dobytky do brehových pásiem* – s ohľadom na možné narušenie pôdneho krytu, utlačanie pôdy a znečistenie vody.
 - *nešetrná ťažba dreva v brehových porastoch* – prípustné sú len maloplošné zásahy bez vstupu ťažkých mechanizmov do pásma, najlepšie v zimnom období alebo pomocou ramena harvestera.
 - *nevhodné načasovanie obnovy porastov* – porasty brehových pásiem by sa mali obnovovať v čase, keď sú nad nimi ležiace porasty nenarušené zásahmi a ich narušenie sa ani neplánuje v dobe do zabezpečenia obnovy v brehových pásmach.
 - *manipulácia s ropnými látkami a chemikáliami* – údržbu techniky (mazanie, tankovanie) nikdy nevykonávať v pobrežných porastoch. V prípade zdrojov pitnej vody by sa v týchto pásmach mali pre mazanie rezných častí mechanizmov preferovať rastlinné oleje.

5.1.3 Brehové pásma vodných tokov a stojatých vôd

Na Slovensku tradične zaraďujeme brehoochrannú funkciu medzi ochranné funkcie. Hlavným poslaním brehových porastov by teda mala byť ochrana brehov pred eróziou. Celkovo však práve táto funkcia brehových porastov patrí medzi menej významné. V zásade možno povedať, že korene stromov spevňujú

- *поновлення лісу іншим господарським способом, ніж цільовим* – у цих насадженнях недоцільними є видовжені лісосіки по лініях найбільшого нахилу, надмірна інтенсивність пересування механізмів (грунтове покриття не може бути одночасно пошкодженим на великій суцільній площі, йому треба мати час для відновлення).
- *берегові зони* – берегові зони (включаючи самих водотоків) є місцевостями з найбільшим обмеженням:
 - *в'їзду механізмів у берегові зони* – з огляду на можливе порушення ґрунтового покриття та ущільнення ґрунту.
 - *механічного втручання у водотоки та водосховища* – ризик прямої ерозії берегів і дна. З лісівничих заходів небезпечним є, наприклад, трельювання деревини потоками (вздовж і впоперек), розміщення деревини та відходів після заготівлі у потоках, проїзд механізмів через броди тощо). Допустимим має бути лише цілеспрямоване втручання на покращення стану водотоків (утворення каскадів, перепадів, регулювання).
 - *заходу худоби у берегові зони* – з огляду на можливе порушення ґрунтового покриття, ущільнення ґрунту й забруднення води.
 - *небережливій заготівлі деревини в берегових насадженнях* – допустимі є лише втручання на невеликих площах, без в'їзду важких механізмів на територію, найкраще у зимовий період, або за допомогою захватно-зрізаючого пристрою на гідроманіпуляторі харвестера.
 - *не раціонального планування поновлення насаджень* – насадження в берегових зонах мають поновлюватися у час, коли насадження, що розташовані вище, не порушені заходами і їх порушення не планується у період до забезпечення поновлення деревостанів берегових зон.
 - *робіт з нафтопродуктами та хімікатами* – обслуговування техніки (змащування, заправка) ніколи не проводиться у берегових насадженнях. У разі наявності джерел питної води у цих зонах перевага у змащуванні ріжучих частин механізмів надається рослинним мастилам.

5.1.3 Берегові зони водотоків і стоячих вод

У Словаччині традиційно берегозахисна функція відноситься до захисних функцій. Отже, основним призначенням берегових насаджень має бути захист берегів від ерозії. Однак загалом саме ця функція берегових насаджень належить до менш важливих. В принципі можна сказати, що коріння дерев

brehy vodných tokov, je však známe, že počas povodní táto ochrana vonkoncom nestačí. Tzv. veľká voda je schopná vyvracať stromy či dokonca vytvoriť nové koryto v zalesnenej krajine. Brehové porasty teda z hľadiska ochrany brehov často nedokážu konkurovať technickým úpravám tokov. Túto „malú významnosť“ brehoochranej funkcie lesov potvrdzuje aj skutočnosť, že brehové porasty sú na Slovensku vyhlasované za ochranné lesy len výnimočne. Napriek obmedzenej protieróznej funkcii sú však brehové porasty veľmi významné a v mnohých lesnícky vyspelých krajinách (najmä v USA a Kanade) sa im venuje omnoho väčšia pozornosť než je u nás. Tieto porasty totiž plnia popri u nás uznávanej stabilizácii brehov plnia aj celý komplex ďalších funkcií (CHESAPEAKE BAY PROGRAM 1997), z ktorých najdôležitejšie sú:

1. *ochrana vodných tokov pred splachom znečisťujúcich látok* (pesticidy, hnojivá, pôdne častice) z okolitých pozemkov a následným znečistením a eutrofizáciou:
 - a. infiltráciu povrchového odtoku z okolitých pozemkov,
 - b. priamou spotrebou splavených živín lesnými fytoocenózami,
 - práve tieto „náravníkové zóny“ majú kľúčový význam pre ochranu vody a pri dostatočnej šírke dokážu eliminovať vplyv takmer ľubovoľného využívania susediacich pozemkov,
2. *tienenie a krytie vodných tokov* – zatienená voda je chladnejšia, bohatšia na kyslík, menej často podlieha prudkým zmenám chemizmu a je vhodnejším prostredím pre pôvodné vodné organizmy, zapojené porasty taktiež zachytávajú prašný spad a bránia deštruktívnemu účinku dažďových kvapiek na brehy a nespevnené sedimenty,
3. *odrávanie organického opadu do vodných tokov* – listy stromov sú potravou pre mnoho vodných organizmov, drevnaté zvyšky vo vode slúžia ako úkryt pre ryby a ďalšie organizmy, opad priaznivo ovplyvňuje chemické zloženie vody,
4. *vplyv na biodiverzitu* – brehové porasty sú domovom mnohých druhov špecializovaných práve na tieto biotopy, táto funkcia zvlášť významná v nelesnej krajine, kde brehové porasty okrem toho plnia aj funkciu biokoridorov.

Okrem týchto funkcií tieto porasty plnia aj ďalšie „bežné“ funkcie ako je produkcia dreva a ďalších produktov, rekreačná funkcia (zvlášť významná je vo vzťahu k vodným športom) a pod. Brehové lesné porasty teda predstavujú krajinný prvok osobitného významu a zasluhujú si podstatne väčšiu pozornosť, než vyplýva zo súčasnej slovenskej legislatívy. Súčasná legislatíva umožňuje zaradiť časť týchto lesov medzi lesy ochranné (*lesy v inundačných pásmach vodných tokov*), tieto však predstavujú len menšiu časť brehových porastov. V súčasnosti je prevažná časť brehových porastov zaradená medzi lesy hospodárske a na ich špecifiká sa neberie prakticky žiadny ohľad ani pri obhospodarovaní ani pri sprí-

скріплюють береги водотоків, проте відомим є те, що під час паводків цей захист зовсім недостатній. Так звана велика вода здатна вивертати дерева або навіть створити нове русло в залісненому ландшафті. Це означає, що берегові насадження з точки зору захисту берегів часто не витримують конкуренції з технічним регулюванням водотоків. Цю «малу значимість» берегозахисної функції лісів підтверджує також факт, що берегові насадження у Словаччині визнаються захисними лісами лише винятково. Однак всупереч своїй обмеженій протиерозійній функції берегові насадження мають велике значення, і в багатьох країнах з розвиненим лісівництвом (зокрема, США та Канада) їм присвячують значно більше уваги, ніж у нас. Адже ці деревостани виконують, крім визнаної у нас стабілізації берегів, також весь комплекс інших функцій (CHESAPEAKE BAY PROGRAM 1997), з-поміж яких найважливішими є:

1. *захист водотоків від забруднюючих речовин* (пестициди, добрива, ґрунтові частинки) з навколишніх угідь та подальшого забруднення і збагачення поживними речовинами та добривами водотоків:
 - a. інфільтрацією поверхневого стоку з навколишніх угідь,
 - b. прямим споживанням вимитих поживних речовин лісовими фітоценозами,
 - саме ці «буферні зони» мають ключове значення для охорони води і в разі відповідних масштабів вони здатні усунути вплив будь-якого використання сусідніх угідь,
2. *затінення і захист водотоків* – затінена вода холодніша, багатша киснем, не так часто піддається різким змінам хімізму і є придатнішим для первинних водних організмів середовищем; зімкнені насадження також затримують пил і запобігають деструктивним впливам дощових крапель на береги та рухливі наноси,
3. *постачання органічних речовин з опалого листя* – листки дерев є живленням для багатьох водних організмів, рештки дерев у воді слугують сховайкою для риб та інших організмів, опале листя позитивно впливає на хімічний склад води,
4. *вплив на біорізноманіття* – берегові насадження є домівкою багатьох видів організмів, спеціалізованих саме на цих біотопах, і ця функція надзвичайно важлива в нелісовому ландшафті, де берегові насадження, крім того, виконують функцію біокоридорів.

Крім наведеного, ці насадження виконують й інші «поточні» функції, як-от: продукування деревини та іншої продукції, рекреаційна функція (особливе значення щодо водних видів спорту) тощо. Отже, берегові лісові насадження представляють елемент ландшафту особливого значення і заслуговують набагато більше уваги, ніж впливає із сучасного словацького законодав-

stupňovaní týchto lesov (Zákon o lesoch č. 326/2005). Jedinú významnejšiu výnimku z tohto pravidla tvoria jelšiny jelše sivej (HSLT 631), ktoré sa vždy zaraďujú medzi lesy ochranné a ako také sa zvyčajne vôbec neobhospodarujú (so všetkými pozitívami aj negatívami tohto prístupu). Aj toto však platí len pre jelšiny natoľko rozsiahle, že sú vylíšené ako samostatné dielce, úzke pásy jelšín sú často obhospodarované rovnako ako susediace hospodárske porasty. Zariadenie týchto jelšín medzi lesy ochranné však nezabezpečuje dodržiavanie práve tých zásad, ktorými by sa malo obhospodarovanie brehových porastov riadiť.

Vzhľadom na významnosť jednotlivých funkcií by bolo vhodnejšie zaraďovať brehovú porasty medzi lesy osobitného určenia, čo by si však vyžiadalo úpravu legislatívy. Jedinou výnimkou sú *lesy v ochranných pásmach vodárenských zdrojov I. stupňa* povrchových vodných zdrojov, ktoré sú vlastne brehovými pásmami s najvyšším možným významom. Celkovo teda možno povedať, že súčasná legislatíva sa síce čiastočne špecifikami brehových porastov zaoberá, rieši ju však nesystémovo. Vzhľadom na vyššie popísaný stav odporúčame na Slovensku nejakou formou adaptovať nasledovné zásady obhospodarovania brehových pásiem vodných tokov prevzaté z krajín, ktoré majú v tomto tradíciu (Streambank Stabilization EC-12, 2003):

- pri budovaní údoľných ciest rešpektovať zásadu, že minimálna vzdialenosť medzi okrajom cesty a brehom vodného toku by mala byť 15 m ku ktorej sa na každých 5 % sklonu svahu pridá 6,5 m,
- ďalšie odporúčenia pre šírku pobrežných pásov:
 - pre ochranu pred splachom z poľnohospodárskych pôd 15 – 30 m,
 - ochrana brehov pred eróziou 7,5 – 15 m,
 - pre podporu biodiverzity 20 – 30 m, pre niektoré druhy aj podstatne viac,
- pri akejkolvek ťažbe ponechávať 3 – 5 m široký pás v okolí vodných tokov bez zásahu (prípadné zásahy v tomto páse vykonávať v období mimo ťažby alebo výchovy okolitých porastov čo najšetrnejším spôsobom),
- používať šetrné metódy ťažby a približovania dreva (pohyb mechanizmov len po vrstevnici, nepoužívať opakovane tie isté približovacie linky, využívať dlhé laná navijakov a vyhýbať sa priamemu vstupu mechanizmov do pobrežných pásov),
- nikdy nespúšťať stromy do vodného toku,
- neumiestňovať odpad po ťažbe do vodných tokov,
- vyhýbať sa priamej deštrukcii brehov mechanizmami,
- mechanizmy nesmú jazdiť vodnými tokmi, aj križovanie tokov by sa malo obmedziť na minimum,
- približovacie cesty smú do brehových pásov zasahovať len vo výnimočných prípadoch,

ства, яке дозволяє залучити частину цих лісів до категорії захисних (*ліси у заплавах водотоків*), проте вони представляють лише невелику частину берегових насаджень. Сьогодні переважна частина берегових насаджень віднесена до категорії лісів господарських (експлуатаційних) і їх специфіці не приділяється практично жодної уваги ні у веденні господарювання, ні в їх доступності (Закон про ліси № 326/2005). Єдиним помітним винятком цього правила є насадження вільхи сірої (HSLT 631), які завжди відносяться до лісів захисних і в яких, як правило, не здійснюється господарювання (з усіма позитивами і негативами цього підходу). Однак і це стосується тільки вільшаників таких масштабів, які дозволяють виділити їх як самостійні ділянки, а на вузьких смугах вільшаників часто ведеться господарювання способом, як у суміжних експлуатаційних насадженнях. Віднесення цих вільшаників до захисних лісів, однак, не забезпечує дотримання саме тих принципів, якими має керуватися господарювання у берегових насадженнях.

З огляду на значення окремих функцій доцільнішим було б віднести берегові насадження до лісів спеціального призначення, що вимагає відповідних змін у законодавчих актах. Єдиним винятком є *ліси в зонах санітарної охорони поверхневих джерел водопостачання I ступеня*, які є фактично береговими зонами найвищого значення. Отже, загалом можна сказати, що сучасне законодавство частково займається специфікою берегових насаджень, проте вирішує це питання несистемно. З огляду на вищеописаний у Словаччині стан рекомендуємо застосовувати принципи ведення господарювання в берегових зонах водотоків, перейняті від країн, які мають відповідну традицію цього (Streambank Stabilization EC-12, 2003):

- при будівництві шляхів в долинах дотримуватися принципу, що мінімальна відстань між краєм дороги та берегом водотоку має бути 15 метрів і на кожних 5 % стрімкості схилу до неї додається 6,5 м;
- інші рекомендації щодо ширини прибережних смуг:
 - для захисту від вимивання сільськогосподарських ґрунтів 15 – 30 м;
 - для захисту берегів від ерозії 7,5 – 15 м;
 - для підтримки біологічного різноманіття 20 – 30 м, для окремих деревних порід значно більше;
- при будь-якій заготівлі навколо водотоків залишити без втручання смугу шириною 3 – 5 м (можливі заходи у цій смугі виконувати поза періодом заготівлі або догляду щонайбережнішим способом);
- використовувати бережливі методи заготівлі та трелювання деревини (пересування механізмів лише по горизонталі, не використовувати повторно ті ж самі трелювальні волокни, використовувати довгі троси лебідки, уникати прямого входження механізмів у прибережні смуги);
- ніколи не спускати дерева у водотік;

- nikdy v brehových pásmach nevykonávať údržbu techniky (mazanie, tankovanie).

Ako vidíme, uplatnenie niektorých z uvedených zásad bude v našich podmienkach obtiažne. Väčšina údolných ciest je už na Slovenku vybudovaná v menšej vzdialenosti od vodných tokov, než je odporúčané. Napriek tomu je však dobré mať aj tieto zásady na zreteli a uplatňovať ich aspoň pri budovaní nových ciest alebo pri ich prípadných prekládkach v územiach s vysokou prioritou ochrany vody. Pásmo nemusia byť vyznačené v teréne, postačí aj ich špecifikovanie v LHP resp. v podmienkach pre získanie príslušných platieb alebo kompenzácií. Ako vidíme z vyššie uvedených podmienok, brehové pásma nie sú z hľadiska obmedzení homogénne – rozlišujeme v nich vodný tok, brehový pás o šírke 3 – 5 m, pás so zákazom budovania ciest (15 a viac m, podľa sklonu) a celkový brehový pás o šírke 7,5 – 30 m. Šírkou sa myslí vzdialenosť od brehu na obe strany.

5.1.4 Ekonomické aspekty a dopady potrebných opatrení

Legislatíva priamo nerieši zmeny vodohospodárskych funkcií lesov, preto náklady na celý proces ich zmeny znáša ten, kto ich potrebuje. Do ekonomického aspektu zlepšenia vodohospodárskej funkcie lesov, či už zvýšenia výdatnosti vodných zdrojov, alebo naopak zabezpečenia ochrany pred povodňami preto je potrebné zarátať náklady na identifikáciu záujmového povodia, náklady na analýzu stavu lesa súčasného v kontexte s potrebným stavom lesa a na to nadväzujúcimi zmenami LHP, náklady na predčasnú obnovu LHP, náklady na ocenenie požadovaných zmien a náhrad pre obhospodarovateľov lesov, ktoré sú kľúčové pre úspešné rokovania s obhospodarovateľmi, no a samotné náklady na vykonanie požadovaných zmien v porastoch a vyplatenie kompenzácií (ušlých príjmov) obhospodarovateľom. Identifikácia záujmového povodia, analýza súčasného stavu lesa v kontexte s potrebným stavom lesa a na to nadväzujúcimi zmenami LHP nie sú štandardnými analýzami, pre ktoré by existovali cenníky. Prvú analýzu je možné vykonať „od stola“ z máp a platných LHP a výsledky je následne potvrdiť rekognoskáciou záujmového územia. Uvedené analýzy vedia vykonať lesníci s druhým stupňom vysokoškolského vzdelania, hodinová mzda je cca 6,5 €/h, na analýzu malého povodia by odhadom mohli vykonať za

- не розміщувати лісосічні рештки після заготівлі у водотоки;
- уникати прямого руйнування берегів механізмами;
- механізми не мають їздити по водотоках, перетинання водотоків варто мінімально знизити;
- трельовальні шляхи можуть заходити у берегові смуги лише у виняткових ситуаціях;
- ніколи не проводити обслуговування техніки (змащування, заправка) у берегових зонах.

Як видно, застосування деяких наведених принципів у наших умовах складне. Більшість шляхів в долинах у Словаччині вже збудована на меншій від рекомендованої відстані від водотоків. Всупереч цьому треба ці принципи мати на увазі й застосовувати їх хоча б при будівництві нових доріг або у разі їх потенційного перенесення на територіях з високим пріоритетом охорони води. Зони не обов'язково мають бути визначені у місцевості, достатня їх специфікація у лісгосподарських планах або в умовах отримання відповідних платежів чи компенсацій. Як видно з вищенаведених умов, берегові зони не однорідні з позиції обмежень: розрізняємо в них водотік, берегову смугу шириною 3 – 5 м, смугу з заборонаю будівництва доріг (15 і більше метрів в залежності від ухиалу схилу) і загальну берегову смугу шириною 7,5 – 30 м. Під шириною маємо на увазі відстань від берега по обидві сторони.

5.1.4 Економічні аспекти й наслідки необхідних заходів

Законодавство прямо не вирішує зміни водогосподарських функцій лісів, тому витрати на весь процес цих змін бере на себе той, кому вони потрібні. До економічного аспекту покращення водогосподарської функції лісів, чи то підвищення дебіту водних ресурсів, або, навпаки, забезпечення захисту від паводків потрібно зарахувати витрати на ідентифікацію цільового водозбору, аналізи сучасного стану лісу в контексті із запланованим станом і з цим пов'язаних змін лісгосподарського плану, витрати на його дострокове оновлення, на оцінку бажаних змін і компенсацій лісгосподарям лісу, які є ключовими для успішного завершення переговорів з ними, а також власне витрати на виконання потрібних змін у насадженнях та виплату компенсацій (за втрачений дохід) лісгосподарям. Ідентифікація цільового водозбору, аналізи сучасного стану лісу в контексті з бажаним станом і з цим пов'язаних змін лісгосподарського плану не є стандартними аналізами, для яких існує преїскурант. Перший аналіз можна зробити «за столом» з мап і дійсних лісгосподарських планів, а результати згодом підтвердити рекогноситуванням цільової місцевості. Наведені аналізи можуть провести лісівники з другим ступенем вищої освіти, погодинна оплата становить приблизно 6,5 євро.

2 týždne, väčšieho za 2 mesiace, čiže cena za analýzu bude cca 500 až 2 000 €. Náklady na predčasnú obnovu LHP sú 12 €/ha, celková cena sa bude odvíjať od výsledku analýzy. Náklady na ocenenie, ktoré najčastejšie vykonávajú znalci z odboru Lesníctvo, odvetvia Odhad hodnoty lesov. Cena práce znalcov je určená vyhláškou MS SR č. 491/2004 Z. z. o odmenách, náhradách výdavkov a náhradách za stratu času pre znalcov, tlmočníkov a prekladateľov. Hodinová odmena za jednu aj začatú hodinu výkonu znaleckej činnosti je 13,28 €, okrem toho znalcovi patria aj paušálne výdavky a náhrady cestovných výdavkov. Ceny jednoduchších posudkov sa pohybujú okolo 300 €, rozsiahlych a zložitých aj v tisícoch €. Oceňovanie sa najčastejšie vykonáva podľa vyhlášky MF SR č. 492/2004 Z. z. o stanovení všeobecnej hodnoty majetku. Oceňovanie znalcami nemusí byť nutné, keďže sa jedná o dohodu s obhospodarovateľom, ktorý si na základe reálnych výsledkov hospodárenia môže určiť aké náhrady za zmeny v porastoch požaduje.

Existuje niekoľko možností ako dosiahnuť dohodu s obhospodarovateľom. Možný je prenájom lesného pozemku, kedy si žiaduce zmeny v porastoch zabezpečí sám nájomca. Alebo je možná dohoda s obhospodarovateľom, kedy zmeny v porastoch zabezpečí obhospodarovateľ, pričom mu budú uhradené náklady na zásahy do porastov a ušlé zisky. Obhospodarovateľ je zvyčajne najprístupnejší dohode, ak je možnosť uhradiť cenu dreva. Pri snahe o optimalizáciu nákladov takýto prístup nie je možný a do výpočtov vstupujú rôzne premenné. Najjednoduchší spôsob ako dospieť k dohode je podrobná analýza nákladov a strát ako ich vníma obhospodarovateľ, aj ich vyčíslenie a zrozumiteľná interpretácia vedú k úspešnej dohode. Najjednoduchší a najúspešnejší systém by bol, ak by mali požiadavky oporu v zákonoch, čo v tomto prípade absentuje.

Príklady ekonomických dopadov potrebných opatrení:

1. *Predĺženie rubných dôb*

Príkladom ocenenia predĺženia rubných dôb, aj keď z iných dôvodov, je určenie platby pre neprojektové opatrenie PRV SR 2014 – 2020 Platby v rámci Natura 2000 na lesnej pôde. Jedná sa o lesné pozemky, ktoré sú v 5. stupni ochrany podľa zákona č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny, zo zaradenia vyplýva, že na pozemkoch je zakázané hospodárenie, sú to tzv. bezzásahové územia, na ktorých sa neťaží. Pre stanovenie výšky platby za obmedzenie bol použitý spôsob porovnania medzi obhospodarovaním lesa v 1. stupni ochrany, ktorý nestanovuje žiadne zákazy a v 5. stupňom ochrany.

Аналіз невеликого водозбору можуть зробити протягом 2 тижнів, більшого – до 2 місяців, тобто ціна аналізу дорівнюватиме 500 – 2 000 євро. Витрати на дострокове оновлення лісогосподарського плану представляють 12 євро/га, а загальна сума походить від результатів аналізу. Витрати на експертизу найчастіше роблять фахівці Управління лісівництва, та Відділу прогнозу ціни лісів. Вартість праці експертів встановлена постановою Міністерства юстиції СР № 491/2004 Зб.з. про оплату, компенсації витрат і компенсації за витрачений час експертів і перекладачів. Погодинна оплата за кожну розпочату годину виконання експертної діяльності становить 13,28 євро, крім того, експерту належить і компенсація загальних та дорожніх витрат. Ціна нескладних експертиз коливається у межах 300 євро, об'ємніші й складніші коштують тисячі євро. Експертиза, як правило, виконується згідно з постановою Міністерства фінансів СР № 492/2004 Зб. з. про встановлення загальної вартості майна. Експертиза не має бути обов'язковою, оскільки йдеться про договір з користувачем, який на підставі реальних результатів господарювання може визначити, які витрати за зміни в насадженнях вимагатиме.

Існує кілька можливостей досягнення угоди з лісогосподарем. Можлива оренда лісового угіддя, при якій необхідні зміни в насадженнях забезпечує сам орендар. Також можлива угода з лісогосподарем, відповідно до якої зміни в насадженнях забезпечує лісогосподар, причому йому будуть компенсовані витрати за заходи, реалізовані у насадженнях та втрачені прибутки. Звичайно лісогосподар йде назустріч таким домовленостям при компенсації вартості деревини. При намаганні оптимізації витрат такий підхід неможливий, і в розрахунки включаються різні змінні величини. Найпростіший спосіб досягнення угоди – детальний аналіз витрат і втрат з точки зору лісогосподаря; їх підрахунок і зрозуміла інтерпретація є запорукою успішної угоди. Система була б найбільш простою і успішною, якби ці вимоги спиралися на закон, який у цьому випадку відсутній.

Приклади економічних наслідків необхідних заходів:

1. Подовження обороту рубки

Прикладом оцінки подовження обороту рубки (хоча він виконувався з інших причин) є визначення платежу для непроєктних заходів Програми розвитку села СР 2014 – 2020 Платежі в рамках «Натура 2000» на лісових землях. Йдеться про лісові місцевості 5-го ступеня захисту за Законом № 543/2002 Зб. з. про охорону природи і ландшафту; з цього випливає, що на угіддях заборонено лісогосподарювання, це так звані території «невтручання», на яких не проводяться рубки. При встановленні розміру платежу за обмеження вживався спосіб порівняння лісогоспо-

Výška platby bola stanovená na základe skutočných hospodárskych výsledkov vybraných neštátnych subjektov. Náhrada za stratu produkcie predstavuje hospodársky výsledok, ku ktorému sú pripočítané priame náklady na pestovnú činnosť. Priemer hospodárskych výsledkov za roky 2009 – 2011 bol 23,79 €/ha, priemer priamych nákladov na pestovnú činnosť 27,76 €/ha, náhrada za stratu z produkcie dreva 51,55 €/ha, na základe uvedeného bola navrhnutá výška platby 50 €/ha.

2. *Premeny porastov na porasty s prevahou listnáčov*

Pre príklad je zvolená premena ihličnatého porastu v rubnej dobe na listnatý. Pred výsadbou listnatých stromov je potrebná úprava kyslosti pôdy vápnením. Štandardne sa aplikuje 2,5 t/ha dolomitického vápenca. Cena leteckej aplikácie, vrátane hnojiva, je od 1 500 € do 2 000 € na 1 ha.

Príklad a tým aj ceny zalesnenia na ploche 1,4 ha sú z roku 2012. Pri zalesnení sa vychádza z HSLT. Navrhnuté zastúpenie drevín vychádza z HSLT 416 – kamenité bučiny s lipou. Pre lepšiu ujímavosť sadeníc sú navrhnuté krytokorenné sadenice v počte 7 690 ks/ha. Náklady na umelú obnovu lesa, ak by sa nepoužili krytokorenné sadenice by boli nižšie, priemerne sa udávajú náklady vo výške 1 500 €/ha.

Výška platby pre obhospodarovateľa by vychádzala z ceny vápnenia a ceny zalesnenia, čo v tomto prípade predstavuje sumu 4 000 až 5 000 €/ha. Pričom cenu zalesnenia by bolo možné odčítať, ak by obhospodarovateľ súhlasil so zmenou zloženia porastu. No je možné, že náklady na takéto zalesnenie by nebol ochotný znášať, čo by mohlo nastať v prípade, že na drevo z listnáčov by nemal v regióne odberateľov. Okrem nákladov na premenu porastov je pravdepodobné, že by v takomto prípade žiadal aj náklady na výchovu porastov, prípadne straty pri speňažení dreva. Cena prerezávok je priemerne 150 €/ha.

дарювання на 1-му ступені захисту, що не визначає жодних заборон, і на 5-му ступені захисту.

Сума оплати встановлювалася на основі реальних економічних результатів окремих недержавних суб'єктів. Компенсація за втрати з продукції представляє економічний результат, до якого зараховано прямі витрати на догляд. Середній показник економічних результатів за 2009 – 2011 роки склав 23,79 євро/га, середній показник прямих витрат на догляд – 27,76 євро/га, компенсація за втрати з продукції деревини складає 51,55 євро/га, а на підставі наведеного було запропоновано розмір оплати 50 євро/га.

2. *Зміни насаджень на насадження з переважанням листяних порід*

Для прикладу обрано зміну хвойного насадження за оборот рубки на листяне. Перед висадкою листяних дерев необхідне регулювання кислотності ґрунту вапнуванням. Стандартно вживається 2,5 т/га доломітизованого вапняка. Ціна авіаційного розпилення, включаючи добрива, становить від 1 500 до 2 000 євро на 1 га.

Приклади разом з цінами заліснення на площі 1,4 га відносяться до 2012 року. При залісненні виходимо з Господарської групи типів лісу (ГГТЛ). Запропонований склад порід виходить з ГГТЛ 416 – кам'янисті бучини з липою. Для кращого приживання саджанців рекомендуються саджанці з закритою кореневою системою в розрахунку 7 690 шт/га. Витрати на штучне поновлення лісу, якщо не використовувати саджанці з закритою кореневою системою, були б нижчі, в середньому наводяться витрати у розмірі 1 500 євро/га.

Розмір оплати для лісгосподаря має виходити з ціни вапнування та ціни заліснення, що в цьому випадку складає суму від 4 000 до 5 000 євро/га. При цьому ціну заліснення можна відняти, якщо лісгосподар погоджується зі зміною складу насадження. Але можлива ситуація, при якій він не погодиться з таким залісненням у разі, якщо на деревину з листяних дерев немає покупців у регіоні. Крім витрат на зміну насаджень, ймовірно, що в такому разі він вимагатиме кошти на догляд за насадженнями або втрати при реалізації деревини. Ціна прочищення – приблизно 150 євро/га.

Por. číslo	Číslo položky	Skrátený popis	Mer. jedn.	Množstvo	Cena		
					jedn. €	Materiálové náklady	Cena v € Náklady na prácu
1	2	3	4	5	6	7	8
		<i>Zalesnenie:</i>					
		Spôsob: ručne, jamková sadba, plôšky 35 × 35 cm, trieda zeminy 4, stupeň zaburinenia 0, hĺbka jamky 20 cm					
		Plocha:	ha	1,4998			
		Evid. číslo normy: 1094		0,56			
1	530/90	Počet sadeníc:	ks	7 690			
		Čas v Nh/10 sadeníc:	Nh	430,64			
		Mzdy:	Nh	430,64	2,40		1 033,54
		Odvody 35,2 %					363,80
		<i>Donáška sadeníc:</i>					
		Evid. číslo normy: 4022		0,56			
		Čas v Nh/100 sadeníc:	Nh	43,06			
		Potreba hodín:	Nh	43,06	2,40		103,34
		Odvody 35,2 %	€				36,38
		<i>Prihnojovanie kompostom:</i>					
		Evid. číslo normy: 641					
		Čas na 50 m nosenia a prihnojovania v Nh /10 jám:	Nh	0,09			
		Počet sadeníc:	ks	7 690			
		Potreba hodín:	Nh	69,21	2,40		166,10
		Odvody 35,2 %	€				58,47
		<i>Materiálové náklady:</i>					
		• sadenice	€			1 947,00	
		• kompost	€			262,00	
		• ostatné	€			19,00	
1		Zalesnenie spolu	€			2 228,00	1 761,63
ZRN spolu:							3 989,63 €

3. Premeny porastov na porasty s prevahou ihličnanov

Pre príklad je zvolená premena listnatého porastu v rubnej dobe na ihličnatý. Pri zalesnení sa vychádza z HSLT. Pre lepšiu ujímavosť sadeníc sú navrhnuté krytokorenné sadenice v počte 5 000 ks/ha, čo predstavuje náklady na zalesnenie vo výške zhruba 2 700 €/ha. Náklady na umelú obnovu lesa, ak by sa nepoužili krytokorenné sadenice by boli nižšie, priemerne sa udávajú náklady vo výške 1 500 €/ha.

4. Udržiavanie nižšieho zakmenenia

Výpočet náhrady pre obhospodarovateľa by mohol vychádzať z určenia rozdielu hodnoty porastu pred znížením zakmenenia a po jeho znížení. Hodnota zakmenenia vstupuje do výpočtu všeobecnej hodnoty lesného porastu podľa postupu vo vyhláske MF SR č. 492/2004 Z. z. o stanovení všeobecnej hodnoty majetku v časti určenia základnej hodnoty lesného porastu

№ п/п	№ запису	Скорочений опис	Од. вим.	Кількість	Ціна за од. Євро	Ціна в євро	
						Матеріал. витрати	Витрати на працю
1	2	3	4	5	6	7	8
		<i>Заліснення:</i>					
		Спосіб: ручний, ямкова посадка, площадки 35 × 35 см, клас ґрунту 4, ступінь забур'яненості 0, глибина ямки 20 см					
		Площа:	га	1,4998			
		Реєстр. номер норми: 1094			0,56		
1	530/90	Кількість саджанців:	шт.	7 690			
		Час у нормогод./10 садж.:	год.	430,64			
		Зарплата:	год.	430,64	2,40		1 033,54
		Збори 35,2 %					363,80
		<i>Доставка саджанців:</i>					
		Реєстр. номер норми: 4022	год.	0,56			
		Час у нормогод./100 садж.:	год.	43,06			
		Потрібно годин:	€	43,06	2,40		103,34
		Збори 35,2 %					36,38
		<i>Удобрення компостом:</i>					
		Реєстр. номер норми: 641					
		Час на 50 м несення та удобр. нормогод./10 ям:	год.	0,09			
		Кількість саджанців:	шт.	7 690			
		Потрібно годин:	год.	69,21	2,40		166,10
		Збори 35,2 %	€				58,47
		<i>Матеріальні витрати:</i>					
		• саджанці	€			1 947,00	
		• компост	€			262,00	
		• інше	€			19,00	
1		Заліснення разом	€			2 228,00	1 761,63
		Основні бюджетні витрати разом:					3 989,63 €

3. Зміни насаджень на насадження з переважанням хвойних порід

Для прикладу вибрано зміну листяного насадження за оборот рубки на хвойне. При залісненні виходимо з ГГТЛ. Для кращого приживання саджанців рекомендуються саджанці з закритою кореневою системою в розрахунку 5 000 шт./га, що представляє витрати на заліснення у сумі біля 2 700 євро/га. Витрати на штучне поновлення лісу, якщо не використовувати саджанці із закритою кореневою системою, будуть нижчі, в середньому наводяться витрати у розмірі 1 500 євро/га.

4. Утримання меншої повноти

Обрахунок витрат користувача може виходити з встановлення різниці вартості насадження до і після зменшення повноти. Оцінка повноти входить до обрахунків загальної вартості лісових насаджень згідно з методикою постанови Міністерства фінансів № 492/2004 Зб. з. Про вста-

($H_{por_{zijk}}$), ktorá sa určuje v €/ha. Základná hodnota lesného porastu sa stanoví ako súčet hodnoty jednotkovej sadzby lesného porastu danej dreviny vo veku 3 rokov (c_{jk}), príloha č. 15, tab. VI, a súčinu vekového hodnotového faktora dreviny (fa_{ijk}), príloha č. 15, tab. IV.1 – IV.6, a hodnoty ťažbového výnosu v rubnej dobe (Hut_{jk}), príloha č. 15, tab. V, zníženého o hodnotu jednotkovej sadzby lesného porastu danej dreviny vo veku 3 rokov (c_{jk}), príloha č. 15, tab. VI, upravený na skutočné zastúpenie dreviny a zakmenenie lesného porastu v €/ha:

$$H_{por_{zijk}} = [(Hut_{jk} - c_{jk}) \cdot fa_{ijk} + c_{jk}] kd - zst_{ijk} \cdot z \text{ [€/ha], [€/m}^2\text{]}$$

Vypočítaná hodnota sa dosadí do vzorca pre stanovenie jednotkovej východiskovej hodnoty lesného porastu (VH_{LPa}) v €/ha. Jednotková východisková hodnota lesného porastu sa stanoví ako súčet základnej hodnoty drevin skutočného zastúpenia (k), veku (i), bonity (j) a zakmenenia (z) upravenej o poškodenie lesného porastu (k_p v %) a hodnoty faktora polohy (f_p) v €/ha: $VH_{LPa} = H_{por_{zijk}} \cdot (1 - k_p) + f_p$ [€/ha], [€/m²]

Následne sa stanoví jednotková všeobecná hodnota lesného porastu v €/ha ($V\check{S}H_{LPJM}$), ktorá predstavuje súčin jednotkovej východiskovej hodnoty lesného porastu VH_{LPa} a koeficienta polohovej diferenciacie (k_{PD}) v €/ha:

$$V\check{S}H_{LPJM} = VH_{LPa} \cdot k_{PD} \text{ [€/ha], [€/m}^2\text{]}$$

Výsledná všeobecná hodnota lesného porastu ($V\check{S}H_{LP}$) vyjadrená v € je súčinom jednotkovej všeobecnej hodnoty lesného porastu a výmery lesného porastu JPRL (na štyri desiatinné miesta, M):

$$V\check{S}H_{LP} = M \cdot V\check{S}H_{LPJM} \text{ [€]}$$

Ocenenie vykonávajú znalci, no v tomto prípade sa nejedná o právny úkon, ale o dohodu, preto ocenenie podľa uvedeného postupu môže vykonať osoba, ktorá vie odčítať údaje z PSL (tabuľky a mapy) a vykonať potrebnú úpravu v PSL – upraviť zakmenenie.

Ďalej je nutné počítať s nákladmi na vyššie prebievky a prerezávky, na ktoré sú priemerné náklady 150 €/ha, po zvýšení objemov môže cena dosiahnuť 200 – 250 €/ha, záleží od návrhu.

5. *Skrátenie rubných dôb*

Pri extrémnom skrátení rubných dôb, napr. udržiavanie porastov vo fáze húštin až žrdovín sa stáva obhospodarovanie vo vzťahu k produkcii dreva neatraktívnym. Obhospodarovateľ bude pravdepodobne požadovať všetky náklady na obhospodarovanie a ušlý zisk – cenu dreva. Do predpokladaných nákladov je potrebné zaradiť hodnotu dreva v rubnej dobe, ktorá by sa dosiahla, ak by sa nevyžadovali zmeny, náklady na ťažbu žrdovín (cca 20 €/m³) a na umelú obnovu (1 500 €/ha), keďže stromy by sa udržiavali vo veku pred plodením v krátkych 20 – 30 ročných cykloch.

новлення загальної вартості майна у частині визначення базової вартості лісових насаджень ($H_{\text{Pror}_{zijk}}$), яка оцінюється в євро/га. Базова вартість лісового насадження встановлюється як сума значень наведеної розцінки (ставки) конкретної породи дерев у віці 3 років (c_{ijk}), додаток № 15, табл. VI, добутку вікового вартісного фактора породи дерев (fa_{ijk}), додаток № 15, табл. IV.1 – IV.6, та вартості прибутку із заготівлі за оборот рубки ($H_{\text{ut}_{jk}}$), додаток № 15, табл. V, зменшеного на значення наведеної розцінки (ставки) конкретної породи дерева у віці 3 років (c_{jk}), додаток № 15, табл. VI, з урахуванням реального представлення породи і повноти лісового насадження в євро/га:

$$H_{\text{Pror}_{zijk}} = [(H_{\text{ut}_{jk}} - c_{jk}) \cdot fa_{ijk} + c_{ijk}] kd - zst_{ijk} \cdot z \text{ [євро/га], [євро/м}^2\text{]}.$$

Розрахована вартість уводиться у формулу для встановлення вихідної базової вартості одиниці лісового насадження ($VH_{L_{Pa}}$) в євро/га. Вихідна базова вартість одиниці лісового насадження визначається як сума базової вартості реально представлених порід дерев (k), віку (i), бонітету (j) та повноти (z), з урахуванням пошкодження лісового насадження (k_p у %) та вартості фактора розташування (f_p) в євро/га:

$$VH_{L_{Pa}} = H_{\text{Pror}_{zijk}} \cdot (1 - k_p) + f_p \text{ [євро/га], [євро /м}^2\text{]}$$

Після цього визначається загальна вартість одиниці лісового насадження в євро/га ($V\check{S}H_{L_{PMJ}}$), яка становить добуток вихідної вартості одиниці лісового насадження $VH_{L_{Pa}}$ та коефіцієнта диференціації розташування (k_{pD}) в євро/га:

$$V\check{S}H_{L_{PMJ}} = VH_{L_{Pa}} \cdot k_{pD} \text{ [євро/га], [євро/м}^2\text{]}$$

Кінцева загальна вартість лісового насадження ($V\check{S}H_{LP}$), виражена в євро, є добутком загальної вартості одиниці лісового насадження та площі лісового насадження J_{PRL} (чотири знаки після коми, M):

$$V\check{S}H_{LP} = M \cdot V\check{S}H_{L_{PMJ}} \text{ [євро]}$$

Оцінку роблять експерти, але в цьому разі йдеться не про правовий акт, а про угоду, тому оцінку за наведеною методикою може виконати особа, яка вміє прочитати дані з Програми догляду за лісами (таблиці і мапи) і виконати необхідні зміни в Програмі – змінити повноту.

Далі потрібно врахувати витрати на прорідження і прочищення, на які витрачається в середньому 150 євро/га, в результаті збільшення об'ємів ціна може досягнути 200 – 250 євро/га, залежно від пропозиції.

5. *Скорочення обороту рубки*

При екстремальному скороченні обороту рубки, напр., утримання насаджень у фазі жердняка лісогосподарювання стає невигідним щодо продукування деревини. Лісогосподар імовірно буде вимагати компенсації всіх витрат на господарювання та на втрачений прибуток – ціну деревини. До прогнозованих витрат необхідно зарахувати вартість деревини за

6. *Dôsledné vylepšovanie nárastov a kultúr*

Opatrenie zahŕňa náklady na výsadbu sadeníc formou dopĺňovania existujúcich nárastov a kultúr, ktoré sa dajú odvodiť z nákladov na umelú obnovu lesa zvýšené o zhruba 10 až 20 % kvôli vyššej prácnosti, čo by predstavovalo zhruba 1 800 €/ha. Ak by sa použili krytokorenné sadenice náklady by boli vyššie, zhruba vo výške 2 500 až 4 000 €/ha.

7. *Ochrana lesa pred škodlivými činiteľmi*

Opatrenie zahŕňa náklady na všetky opatrenia v rámci ochrany lesa pred škodlivými činiteľmi ako sú umiestňovanie lapákov a lapačov, ochrany proti odhryzu apod. Na základe údajov z rezortnej štatistiky LH dosahujú zhruba výšku 1,8 až 2 €/ha obhospodarovanej plochy.

8. *Zalesňovanie nelesných pôd*

Opatrenie zahŕňa náklady na výsadbu sadeníc, ktoré sú podobné nákladom na umelú obnovu lesa, čo by predstavovalo podľa údajov z rezortnej štatistiky LH zhruba 1 500 €/ha. Ak by sa použili krytokorenné sadenice náklady by boli vyššie, zhruba vo výške 2 500 až 4 000 €/ha.

9. *Údržba lesných ciest*

Opatrenie zahŕňa náklady na všetky opatrenia v rámci údržby lesných ciest a zväžníc ako sú opravy povrchu ciest, opravy nerovností, opravy okrajov ciest a zväžníc, čistenie rigolov apod. Na základe údajov z rezortnej štatistiky LH dosahujú zhruba výšku 5 až 10 €/ha obhospodarovanej plochy.

5.2 Kompenzačné mechanizmy pre podporu manažmentových opatrení hydrických funkcií lesov

Kompenzačné mechanizmy za netrhové statky a služby sú väčšinou ekonomické nástroje, ktoré majú za cieľ internalizovať environmentálne náklady alebo náklady na plytvanie prostredníctvom finančných iniciatív. Mali by umožniť poskytovateľovi služieb (vlastníkovi lesa), byť schopný obhospodarovať les bez vzniknutých nákladov, ktoré sú neprimerané získaným benefitom. Kompenzačné mechanizmy sa zakladajú na rôznych princípoch, podľa ktorých sú jednotlivé

оборот рубки, якої можна було б досягти, якби не вимагалися зміни, витрати на заготовівлю жердняка (біля 20 євро/м³) та на штучне поновлення (1 500 євро/га), адже дерева утримувалися б у віці до плодоношення в коротких 20 – 30-річних циклах.

6. *Послідовне поліпшення якості підросту і культур*

Захід охоплює витрати на посадку саджанців шляхом доповнення існуючих підросту і культур, які можна вивести з витрат на штучне поновлення лісу, збільшені майже на 10 – 20 % вищі трудозатрати, що представляє приблизно 1 800 євро/га. При використанні саджанців із закритою кореневою системою витрати би збільшились, сягаючи 2 500 – 4 000 євро/га.

7. *Захист лісу від шкідливих чинників*

Захід включає витрати на всі дії у рамках захисту лісу від шкідливих факторів, а саме: розміщення ловильних дерев та пасток, захист від об'їдання тощо. На основі даних відомчої статистики, лісове господарство досягає рівня приблизно 1,8 – 2 євро/га площі, на якій ведеться господарування.

8. *Заліснення нелісових земель*

Захід включає витрати на посадку саджанців, які приблизно відповідають витратам на штучне поновлення лісу, що за даними статистики лісового господарства представляє приблизно 1 500 євро/га. При використанні саджанців із закритою кореневою системою витрати би збільшились, сягаючи 2 500 – 4 000 євро/га.

9. *Утримання лісових доріг*

Захід включає витрати на всі дії у рамках утримання лісових доріг і волоків, як наприклад, ремонт дорожнього полотна, ремонт вибоїн, планування укосів доріг і волоків, очищення кюветів тощо. На основі даних відомчої статистики, лісове господарство досягає рівня приблизно 5 – 10 євро/га площі, на якій ведеться господарування.

5.2 Компенсаційні механізми підтримки заходів щодо посилення гідрологічних функцій лісів

Компенсаційні механізми за неринкові форми благ і послуг – це переважно економічні інструменти, мета яких – інтегрувати природоохоронні витрати або перевитрати шляхом фінансових ініціатив. Вони мають уможливити тим, хто надає послуги (власнику лісу), здатність вести лісогосподарування без витрат, що перевищують прибуток. Компенсаційні механізми засновуються на різних принципах, згідно з якими окремі інструменти поділяються

nástroje rozdelené do skupín. Podľa trojstupňovej typológie finančných mechanizmov rozlišujeme verejné (štátne), miešané (verejno-súkromné) a súkromné (trhové) mechanizmy. Verejné finančné mechanizmy zahŕňajú verejné nástroje, ktoré pozostávajú z negatívnych podnetov (dane, poplatky a zataženia) a pozitívnych podnetov (dotácie a subvencie). Zmiešané verejno-súkromné finančné mechanizmy zobrazujú štátne intervencie, ktoré sú dobrovoľnej povahy (verejno-súkromné kontrakty) alebo zamerané na vytvorenie nových trhov pre externality lesných ekosystémov (obchodovateľné povolenia). Súkromné finančné mechanizmy zahŕňajú všetky trhové riešenia, ktoré sú vyvinuté v rámci špecifických verejných intervencií. Pre každý kompenzačný mechanizmus sú popísané ich výhody a nevýhody ako aj aplikovateľnosť na netrhové statky a služby.

5.2.1 Klasifikácia kompenzačných mechanizmov

Pre klasifikáciu finančných mechanizmov existuje a sa používa veľký počet typológií. Zakladajú sa na rôznych princípoch podľa ktorých sú jednotlivé nástroje rozdelené do skupín. Kompletný prehľad uvádza MAVSAR a kol. (2008):

Klasifikácia podľa zamerania (JOHNSON a kol. 2001; POWELL a kol. 2002):

- Samo-organizované súkromné dohody
- Otvorené obchodné schémy
- Verejné platobné schémy

Klasifikácia ekonomických inštrumentov (MENDES 2002):

- Súkromné nástroje
- Zmiešané verejno-súkromné nástroje
- Verejné nástroje

Klasifikácia finančných nástrojov za vodohospodárske služby (SMITH a kol. 2006):

- Súkromné platobné schémy
- Obchodné schémy
- Certifikačné schémy na environmentálne statky
- Verejné platobné schémy

Trojstupňová typológia politických nástrojov (JANN 1981; MAYNTZ 1987; BE-MELMANS-VÍDEC a kol. 1998; WEISS 2000):

- Regulačné nástroje – direktívne pravidlá, zakazujúce pravidlá, povolenia
- Ekonomické (finančné, fiškálne) nástroje – negatívne motivácie (dane), pozitívne stimuly (subvencie), kontraktačné akcie, ponuka infraštruktúry, nákup statkov a služieb štátom, trhová rekreácia
- Informačné nástroje – zabezpečovanie informácií, plánovanie, presvedčanie, symbolické odmeny, príklady

на певні групи. За триступеневою типологією фінансових механізмів розрізняються суспільні (державні), змішані (державно-приватні) та приватні (ринкові) механізми. Державні фінансові механізми включають державні інструменти, які складаються з негативних стимулів (податки, платежі та відрахування) та позитивних стимулів (дотації та субвенції). Змішані державно-приватні фінансові механізми відображають державні інтервенції добровільного характеру (державно-приватні контракти) або спрямовуються на створення нових ринків для екстернальності лісових екосистем (торговий дозвіл). Приватні фінансові механізми охоплюють усі ринкові можливості, утворені в рамках специфічних державних інтервенцій. Для кожного з компенсаційних механізмів описані відповідні вигоди і невигоди, а також здатність застосування у сфері неринкових благ та послуг.

5.2.1 Класифікація компенсаційних механізмів

Існує і використовується велика кількість типологій щодо класифікації фінансових механізмів. Вони засновуються на різних принципах, за якими окремі інструменти діляться на групи. Комплексний огляд наводить MAVSAR та ін. (2008):

Класифікація за направленням (JOHNSON та ін. 2001; POWELL та ін. 2002):

- самоорганізовані приватні угоди
- відкриті торговельні схеми
- державні платіжні схеми

Класифікація економічних інструментів (MENDES 2002):

- приватні інструменти
- змішані державно-приватні інструменти
- державні інструменти

Класифікація фінансових інструментів за водогосподарські послуги (SMITH та ін. 2006):

- приватні платіжні схеми
- торговельні схеми
- сертифікаційні схеми для природоохоронних благ
- державні платіжні схеми

Триступенева типологія політичних інструментів (JANN 1981; MAUNTZ 1987; VEMELMANS-VIDES та ін. 1998; WEISS 2000):

- регуляційні інструменти – директивні правила, заборонні правила, дозволи
- економічні (фінансові, фіскальні) інструменти – негативні мотивації (податки), позитивні стимули (субвенції), контрактаційні акції, пропозиції інфраструктури, закупівля благ і послуг державою, ринкова рекреація

Tradičné a súčasné politické nástroje (CUBBAGE a kol. 2007):

- Tradičné politické nástroje – regulácia, vzdelávanie a výskum, ochrana, podpora
- Súčasnú inováciu – trhové mechanizmy, nové trhové prístupy, vládne vlastníctvo, trhový predaj a produkcia, medzinárodné procesy trvalo udržateľného obhospodarovania

Tabuľka 5.1 Klasifikácia kompenzačných, resp. finančných mechanizmov

Typ	Mechanizmus	Príklady
Verejné mechanizmy	Dane, poplatky a zaťaženia	Dane, oslobodenie od dane, osobitné dane, poplatky a zaťaženie užívateľov napr. za pitnú vodu, turistiku, ťažbu nerastných surovín, atď.
	Subvencie	Subvencie, napr. za obnovu prírody blízkych alebo zmiešaných lesov, edukačné aktivity, atď.
Zmiešané verejno-súkromné mechanizmy	Verejno-súkromné zmluvy	Ochrana prírody na báze dobrovoľných zmlúv
	Obchodovateľné povolenia (cap and trade schemes)	Schémy obchodu s emisiami
Súkromné mechanizmy	Nákup statkov a služieb	Výkup plodov, vstupné poplatky, licencie na zber húb a lesných plodov, poľovnícke licencie, atď.
	Nákup pôdy	Nákup pôdy na špecifické účely ako ochrana pitnej vody, ochrana prírody, nákup práv rozvoja
	Prenájom pôdy	Prenájom pôdy na špecifické účely
	Eko-sponzoring	Eko-sponzoring podnikateľov na obchodné účely napr. sponzoring zalesňovania, udržiavanie prírodných monumentov, projekty ochrany prírody a obnovy, atď.
	Dary	Dary súkromných osôb napr. na projekty ochrany prírody, sponzorstvo stromov alebo ochranných oblastí, dobrovoľná práca, atď.
	Certifikácia	Certifikácia trvalo udržateľného obhospodarovania lesov, organickej produkcie, regionálnych zdrojov produktov, atď.

Zdroj: MAVSAR et al. (2008)

MAVSAR a kol. (2008) vo svojej štúdií aplikuje trojstupňovú typológiu finančných mechanizmov, ktorá vyplýva zo charakteristík centralizovaných a decentralizovaných nástrojov a zahŕňa už existujúce trhové riešenia pre lesné statky

- інформаційні інструменти – забезпечення інформації, планування, переконання, символічні винагороди, приклади
- Традиційні і сучасні політичні інструменти* (Субваге та ін. 2007):
- традиційні політичні інструменти – регулювання, освіта та дослідження, охорона, підтримка
 - сучасні інновації – ринкові механізми, нові ринкові методи, державна власність, ринковий продаж і продукція, міжнародні процеси сталого ведення господарювання.

Таблиця 5.1 Класифікація компенсаційних або фінансових механізмів

Тип	Механізм	Приклади
Державні механізми	Податки, платежі та відрахування	Податки, звільнення від податків, особливий податок, платежі та відрахування користувачів, напр., за питну воду, туризм, видобуток корисних копалин тощо.
	Субвенції	Субвенції, напр., на поновлення наближених до природних або змішаних лісів, освітню діяльність тощо.
Змішані державно-приватні механізми	Державно-приватні угоди	Охорона природи на базі добровільних угод.
	Торгові дозволи	Схеми торгівлі квотами на викиди.
Приватні механізми	Закупівля благ і послуг	Закупівля плодів, вступні внески, дозвіл на збирання грибів та ягід, ліцензії на добування мисливських тварин тощо.
	Закупівля землі	Закупівля землі для специфічних цілей, як, напр., охорона питної води, охорона природи, закупівля прав розвитку.
	Оренда землі	Оренда землі для специфічних цілей.
	Екоспонсорство	Екоспонсорство підприємців з комерційною метою, напр., спонсорство заліснення, утримання пам'яток природи, проекти з охорони та оновлення природи тощо.
	Пожертвування	Пожертвування приватних осіб, наприклад, на проекти охорони природи, спонсорування окремих дерев або охоронних територій, добровільна праця тощо.
	Сертифікація	Сертифікація сталого ведення лісового господарства, органічної продукції, регіональних ресурсів товарів тощо.

Джерело: MAVSAR та ін. (2008)

MAVSAR та ін. (2008) у своїй науковій праці використовує триступеневу типологію фінансових механізмів, яка впливає з характеристики централізованих і децентралізованих інструментів і включає вже існуючі ринкові

a služby. Rozlišuje verejné (štátne), miešané (verejno-súkromné) a súkromné (trhové) mechanizmy:

1. Verejné finančné mechanizmy: táto kategória zahŕňa čisto verejné nástroje Pigouvského typu a skladá sa z negatívnych podnetov (dane, poplatky a zaťaženia) a pozitívnych podnetov (dotácie a subvencie).
2. Zmiešané verejno-súkromné finančné mechanizmy: pod touto kategóriou sa zobrazujú štátne intervencie Coasianskeho typu, ktoré sú dobrovoľnej povahy (verejno-súkromné kontrakty) alebo zamerané na vytvorenie nových trhov pre externality lesných ekosystémov (obchodovateľné povolenia).
3. Súkromné finančné mechanizmy: táto kategória zahŕňa všetky trhové riešenia, ktoré sú vyvinuté v rámci špecifických verejných intervencií. Verejní alebo súkromní aktéri môžu používať tieto mechanizmy, ktoré zahŕňajú obchod so statkami a službami, nákup alebo prenájom pôdy, sponzoring alebo označovanie.

5.2.2 Používané finančné mechanizmy

Dane, poplatky a zaťaženia

Charakteristika:

Dane sú platby fyzických alebo právnických osôb, ktoré sú vynútiteľné, nenávratné, zákonom určené a pravidelne sa opakujúce, a ktorú vyberá štát a orgány miestnej samosprávy v prospech verejných rozpočtov a účelových fondov na úhradu verejných výdavkov vo vopred určenej výške a s presne určeným termínom splatnosti. Zvyčajne platba uvalená vládou sa nazýva daň, vrátane daní v najužšom zmysle ako dane z príjmu, vlastníctva nehnuteľnosti, dane z pridanej hodnoty, ale aj poplatky a zaťaženia, ktoré sú uložené na určité verejné služby. Tieto termíny sa nepoužívajú súdržne. Diferenciácia daní alebo oslobodenie od dane môže byť chápaná ako zmiešaná forma dane a podpory, ak nejaké subjekty alebo správanie sa uprednostňuje.

Okrem finančnej funkcie pre štát, majú dane aj funkciu kontroly určitého správania sa: jedno z takýchto opatrení je používanie *environmentálnych daní* (eko-dane, ekologické zdanenie), ktoré podporujú ekologický trvalo udržateľné aktivity.

Silné stránky:

- Jednoduché formy daní sú jednoducho aplikovateľné a administrovateľné.
- Vyňatie z dane fungujú ako stimuly a sú relatívne lacné, pretože nie všetky náklady sa musia neutralizovať.
- Účelovo viazané dane môžu vybudovať fondy na opatrenia manažmentu lesov, sú často lepšie akceptované pretože je stanovený explicitný účel

можливості для лісових благ і послуг. Розрізняє нижченаведені суспільні (державні), змішані (державно-приватні) і приватні (ринкові) механізми.

1. Державні фінансові механізми: ця категорія включає суто державні інструменти «типу Пігу» й складається з негативних імпульсів (податки, платежі та відрахування) і позитивних імпульсів (дотації та субсидії).
2. Змішані державно-приватні фінансові механізми: до цієї категорії належать державні інтервенції «типу Коуза» добровільного характеру (державно-приватні контракти) або спрямовані на створення нових ринків для екстерналій лісових екосистем (торгові дозволи).
3. Приватні фінансові механізми: ця категорія включає усі ринкові можливості, які створені в рамках специфічних суспільних інтервенцій. Суспільні або приватні гравці можуть використовувати механізми, які включають торгівлю майном і послугами, закупівлю або оренду землі, спонсорство або сертифікацію.

5.2.2 Використання фінансових механізмів

Податки, платежі та відрахування

Характеристика:

Податки – це платежі фізичних або юридичних осіб, які є обов'язковими, невідворотними, встановленими законом й регулярно повторюваними, які в наперед встановлених розмірах і в точно визначені терміни стягує держава та органи місцевого самоврядування на користь державних бюджетів і цільових фондів з метою оплати державних витрат. Звичайно платіж, встановлений урядом, називається податком. Він включає податок у вузькому смислі як податок на прибуток, на нерухомість, податок на додану вартість, а також платежі та відрахування, які збираються для виконання відповідних суспільних послуг. Ці поняття не використовуються як єдине ціле. Диференціацію податків або звільнення від податку можна розуміти як змішану форму податку і допомоги, якщо перевага надається окремим суб'єктам або діяльності.

Крім державних фінансових функцій, податки виконують функцію контролю певної діяльності: один з таких заходів – використання природоохоронних податків (екоподатки, екологічне оподаткування), які підтримують тривалу екологічну діяльність.

Сильні сторони:

- прості форми податків легкі у застосуванні та адмініструванні;
- звільнення від податків функціонують як стимули і вони відносно дешеві, оскільки не всі витрати мають нейтралізуватися;
- податки цільового призначення можуть створювати фонди для заходів

zbieraných peňazí.

- Eko-dane na zdroje súvisiace s lesom odradzujú využívanie lesa, ale keď sú uvalené na nelesné zdroje zatraktívniť lesné zdroje pri vzájomnom porovnaní.
- Environmentálne banky používajú trhové mechanizmy, ktoré umožňujú efektívne zabezpečovanie služieb súvisiacich s lesom a ponúkajú nové trhové možnosti vlastníkom pôdy.

Slabé stránky:

- Jednoduché dane nezabezpečujú fondy, ktoré sú priamo vhodné pre lesnícke opatrenia.
- Oslobodenie od dane je relatívne lacné ale nie je vysoko efektívne.
- Limitovaná akceptovateľnosť nových daní.
- Nízka politická váha lesníckeho sektora pri lobbingu za eko-dane alebo pri reforme zelených daní.
- Náklady na administráciu environmentálnych bánk.

Aplikovateľnosť na netrhové statky a služby:

Dane sú aplikovateľné na väčšinu úžitkov lesa, avšak ako jednoduché dane na obchodované statky a služby nie sú uskutočniteľné. Môžu byť aplikované, avšak vo forme oslobodenia od dane alebo ako účelovo viazané dane, ktoré plnia fondy investujúce do lesov prostredníctvom subvencií alebo verejno-súkromných kontraktov.

Subvencie

Charakteristika:

Dotácie alebo subvencie sú vládne platby jednotlivcom alebo právnym subjektom bez priameho dôvodu. Väčšinou sa jedná o pomoc alebo podporu z verejných prostriedkov, ktoré sú viazané na určité požiadavky a zamerané v prospech žiaduceho správania. Odlišnosť oproti kontraktu je v tom, že subvencie sú vyplatené všetkým subjektom, ktoré plnia určitý súbor požiadaviek, štát nemôže rozhodovať o jednotlivých projektoch. Forma subvencie alebo podpory je mnohoraká, zahŕňa priame platby, zvýhodnené úrokové sadzby pri úveroch, štátne garancie alebo oslobodenie od dane (nepriame dotácie).

Silné stránky:

- Subvencie sú jednoducho aplikovateľné.
- Subvencie fungujú ako iniciatíva a nie sú preto drahé.

Slabé stránky:

- Subvencie nie sú často efektívne pri ich praktickej aplikácii kvôli ziskovému správaniu sa verejných a súkromných aktérov.
- Sú rozmiestňované neracionálne.

лісового менеджменту, звичайно вони краще сприймаються суспільством, тому що мета зібраних коштів чітко визначена;

- екоподатки на ресурси, пов'язані з лісами, відштовхують від використання лісів, але якщо оподатковуються нелісові ресурси, це може зробити привабливішими лісові ресурси (у порівнянні);
- природоохоронні банки використовують ринкові механізми для того, щоб ефективно забезпечувати послуги, пов'язані з лісами, і пропонують нові ринкові можливості для землевласників.

Слабкі сторони:

- прості податки не наповнюють фонди, що безпосередньо відповідають заходам лісівництва;
- звільнення від податку відносно дешево, але не дуже ефективне;
- обмежене сприйняття суспільством нових податків;
- незначна політична вага сектора лісівництва при лобіюванні екоподатків або при реформі зелених податків;
- витрати на адміністрування природоохоронних банків.

Застосування щодо неринкових благ і послуг:

Податки можна поширити на більшість корисних функцій лісів, проте у якості простих податків на ринкові блага і послуги вони не прийнятні. Вони можуть бути застосовані, але лише у вигляді звільнення від податку або як податки з цільовим призначенням, які наповнюють лісові інвестиційні фонди шляхом субвенцій або державно-приватних контрактів.

Субвенції

Характеристика:

Дотації або субвенції – це державні платежі фізичним або юридичним суб'єктам без наведення прямої причини. Здебільшого йдеться про допомогу або підтримку формою державних коштів, що пов'язані з певними вимогами і направлені на користь потрібної діяльності. На відміну від контракту, субвенції виплачуються усім суб'єктам, які виконують визначений набір вимог, держава не може приймати рішення по індивідуальних проектах. Форма субвенції або підтримки є багатогранна, охоплює прямі платежі, вигідні процентні ставки кредитів, державні гарантії або звільнення від податку (непрямі дотації).

Сильні сторони:

- субвенції легко застосовуються;
- субвенції діють як ініціатива і тому вони незатратні.

Слабкі сторони:

- субвенції часто неефективні в їх практичному застосуванні через корисливу поведінку державних і приватних гравців;

- Subvencie zvyčajne dostávajú podniky, ktoré sa k nim vedia dostať – čo negatívne ovplyvňuje menšie podniky.

Aplikovateľnosť na netrhové statky a služby:

Subvencie sú v princípe aplikovateľné na všetky úžitky lesa. Subvencie sú často pridelené na určité formy manažmentu namiesto toho, aby boli zamerané na zabezpečovanie určitých služieb. To je preto, lebo skutočné zabezpečovanie týchto je často komplikované vyhodnotiť. Podporované formy manažmentu sa zdajú byť spojené so zabezpečením požadovaných sociálnych úžitkov. Táto praktika zlačňuje mechanizmus ale predpokladá sa aj že je menej transparentný. Efektívnosť potom závisí (medzi inými aspektmi ako napr. efekt módnjej tendencie) na tom, ako dobre podporená forma manažmentu v skutočnosti zvýši zabezpečovanie požadovanej služby (MAVSAR a kol. 2008).

Verejno-súkromné zmluvy

Charakteristika:

Verejno-súkromná zmluva je forma spolupráce medzi verejným a súkromným sektorom s cieľom financovania produkcie verejných statkov a poskytovania verejnoprospešných služieb. O verejno-súkromné zmluvy sa jedná vtedy, keď pri zazmluvňovaní špecifických služieb nejedná vláda ako autorita ale ako súkromná jednotka. Kontrakty sú odsúhlasené dobrovoľne medzi obidvoma stranami a na určitú časovú periódu. Obsah zmluvy v oblasti lesníctva môže byť zrieknutie sa ťažbových aktivít (totálna ochrana), alebo zachovanie resp. zavádzanie určitých foriem manažmentu. Zatiaľ čo totálna ochrana môže byť dosiahnuteľná prostredníctvom regulácií, kontrakty sú hlavne vhodné pre implementáciu špecifických opatrení manažmentu, ktoré majú napríklad vysokú rekreačnú alebo historickú hodnotu, sú v záujme ochrany biodiverzity alebo plnia funkciu ochrany vodných zdrojov. Na rozdiel od subvencií sú tieto zmluvy dobrovoľné pre obidve strany, poskytovateľa a vládu, ktorá to financuje. Financovanie opatrení ochrany prírody na privátnych pozemkoch je často vykonávané prostredníctvom kontraktov medzi verejným subjektom a vlastníkom pôdy (zmluvná ochrana prírody).

Silné stránky:

- Jedná sa o vzájomnú spoluprácu, nie konkurenciu.
- Dobrovoľná báza na obidvoch stranách robí tento mechanizmus dobre akceptovateľný pre zainteresované osoby.
- Veľmi vhodný typ finančného mechanizmu, keď sa požaduje určitý druh špecifického manažmentu a vlastník lesa má know how.
- Významným dôvodom, prečo vstúpiť do verejno-súkromných partnerstiev je fakt, že verejné statky a služby môžu byť týmto spôsobom dodané efektívnejšie a za nižšiu cenu.

- субвенції розміщуються нерационально;
- субвенції звичайно отримують підприємства, які вміють до них дістати – що негативно впливає на менші підприємства.

Застосування щодо ринкових благ та послуг:

Субвенції в принципі можна застосовувати для всіх корисних функцій лісів і часто призначаються для конкретних форм менеджменту замість того, аби спрямовуватися на забезпечення певних послуг. Це пояснюється тим, що їх реальне забезпечення складно оцінити. Підтримані форми менеджменту на перший погляд пов'язані із забезпеченням необхідних соціальних благ. Така практика робить механізм дешевшим, але водночас і менш прозорим. Так що ефективність залежить (серед інших аспектів, як напр., ефекти модної тенденції) від того, наскільки підтримана форма менеджменту справді забезпечить підвищення якості відповідної послуги (Mavsar та ін. 2008).

Державно-приватні угоди

Характеристика:

Державно-приватна угода – це форма співпраці між державним і приватним сектором з метою фінансування суспільних благ та суспільно корисних послуг. Про державно-приватні угоди йдеться, якщо при укладанні угоди про специфічні послуги уряд виступає не як державна влада, а як приватна установа. Контракти укладаються добровільно між обома сторонами на певний визначений період. Змістом угоди в галузі лісівництва може бути відмова від заготівельної діяльності (тотальна охорона) або збереження чи започаткування певних форм менеджменту. Якщо тотальну охорону можна досягти шляхом регулювання, то контракти придатні, зокрема, для втілення специфічних заходів менеджменту, які мають, наприклад, високу рекреаційну або історичну цінність, відповідають інтересам охорони біологічного різноманіття або виконують функцію захисту водних ресурсів. На відміну від субвенцій, такі угоди є добровільними для обох сторін – постачальника послуг та уряду, який їх фінансує. Фінансування заходів охорони природи на приватних угіддях часто виконується шляхом контрактів між державним суб'єктом і власником землі (охорона природи на договірній основі).

Сильні сторони:

- йдеться про співробітництво, а не про конкуренцію;
- добровільна база для обох сторін робить цей механізм прийнятним для зацікавлених сторін;
- надзвичайно придатний тип фінансового механізму, коли вимагається певний тип специфічного менеджменту, а власник лісу має ноу-хау;
- важливою причиною для входження в державно-приватні партнерства є той факт, що суспільні блага і послуги можуть у цьому разі надаватися ефективніше і за нижчу ціну.

Slabé stránky:

- Nepružnosť spôsobená uzavretím dlhodobého kontraktu.
- Efektívnosť a rovnosť je garantovaná len vtedy, ak sa používajú jasne vybrané kritéria a procedúry pre distribúciu financií.
- Spoločné zdieľanie rizika.
- Súkromný sektor má vyššie náklady financovania ako verejný sektor (náklady financovania súkromného sektora sú približne o 1 – 3 % vyššie ako náklady dlhu verejného sektora).

Aplikovateľnosť na netrhové statky a služby:

Aplikovateľné na ekosystémové služby lesov, ktoré sú spojené s určitým pozemkom. Verejno-súkromné zmluvy sú vhodné pre implementáciu špecifických opatrení manažmentu, sú v záujme ochrany biodiverzity alebo plnia funkciu ochrany vodných zdrojov.

Obchodovateľné povolenia

Charakteristika:

Obchodovateľné povolenia sú nástrojom ekonomickej politiky, pod ktorým rozumieme právo na využívanie zdrojov, s ktorými sa môže obchodovať na voľnom alebo kontrolovanom trhu. Vytváranie trhov je jedna z najdôležitejších nástrojov environmentálnej politiky okrem regulácií a daní. V porovnaní k reguláciám sú trhy oveľa efektívnejšie, pretože firmy môžu optimalizovať svoj produkčný systém úroveň emisií vzhľadom k ich špecifickým kapacitám. Existuje veľa spôsobov ako sa môžu vytvárať trhy prostredníctvom intervencií štátu: Nastavenie zodpovednosti môže vytvoriť iniciatívy pre firmy aby konali viac ekologicky a takisto môžu vytvoriť trhy pre alternatívne produkty ako napríklad obnoviteľné materiály. Definovanie minimálnej produkčnej kvóty vytvorí trh pre určité produkty ako napr. elektrina z obnoviteľných zdrojov vrátane elektriny z biomasy. Obchodovanie zvyšuje ekonomickú efektívnosť manažmentu zdrojov prostredníctvom toho, že sa kupujú povolenky od tých, ktorí sú schopní prispôsobiť sa efektívnejšiemu spôsobu (SMITH a kol. 2006).

Silné stránky:

- Efektívnosť trhového mechanizmu.
- Používanie obchodovateľných povolení zvyšuje flexibilitu regulačného rámca ochrany životného prostredia.
- Obchodovateľné povolenia poskytujú väčšiu environmentálnu istotu a z toho dôvodu obchodovateľné povolenie je možné preferovať pred uplatnením emisných daní.

Slabé stránky:

- Transakčné náklady pre vytvorenie trhu a kontrolu dodržiavania.
- Všetky argumenty hovoriace v prospech použitia obchodovateľných povo-

Слабкі сторони:

- негнучкість, спричинена укладенням довгострокового контракту;
- ефективність і рівність гарантуються лише при використанні чітко обраних критеріїв і процедур розподілу коштів;
- спільний розподіл ризиків;
- приватний сектор має вищі, ніж державний, витрати коштів (витрати на фінансування приватного сектора приблизно на 1 – 3 % вищі, ніж витрати державного сектора).

Застосування щодо ринкових благ та послуг:

Застосовуються на екосистемні послуги лісів, пов'язані з певним угіддям. Державно-приватні угоди придатні для імплементації специфічних заходів менеджменту, вони виходять з інтересів охорони біорізноманіття або виконують функцію захисту водних ресурсів.

Торгові дозволи

Характеристика:

Торгові дозволи – це інструмент економічної політики, під яким розуміємо право на використання ресурсів, якими можна торгувати на вільному або регульованому ринку. Створення ринків – це один з найважливіших інструментів природоохоронної політики, поряд з регулюванням і податками. У порівнянні з регулюванням, ринки значно ефективніші, тому що фірми можуть оптимізувати свою систему виробництва, рівень емісій з оглядом на їх специфічні потужності. Існує багато способів створення ринків шляхом інтервенції держави. Налаштування відповідальності може стати поштовхом для фірми з метою їх більш екологічної діяльності, а також створення ринків для альтернативних продуктів, наприклад, поновлювальних матеріалів. Визначення мінімальної квоти для продукції сформує ринок для певних продуктів, наприклад, електроенергію з поновлювальних джерел, включаючи електроенергію з біомаси. Торгівля збільшує ефективність менеджменту ресурсів шляхом купівлі дозволу від тих, хто спроможний пристосуватися до ефективнішого способу діяльності (Смітн та ін. 2006).

Сильні сторони:

- ефективність ринкового механізму;
- використання торгових дозволів збільшує гнучкість регуляційних рамок охорони довкілля;
- торгові дозволи дають більші природоохоронні гарантії, і з цих причин торговому дозволу можна надати перевагу перед застосуванням емісійних податків.

Слабкі сторони:

- транзакційні витрати для створення ринку і контроль за їх дотриманням;

lení sú do určitej miery ovplyvňované konkrétnymi podmienkami danej ekonomiky, ako aj formou, akou sú aplikované.

Aplikovateľnosť na netrhové statky a služby:

Aplikovateľné na ochranu klímy (sekvestrácia uhlíka), ochranu biodiverzity alebo stanovišť, ochranu pôdy a ťažbu a získavanie prírodných zdrojov ako napr. voda.

Nákup statkov a služieb

Charakteristika:

Najjednoduchší a čistý trhový mechanizmus financovania úžitkov lesa je priama kúpa statkov ako drevo, palivo, lesné plody, huby, zeleň atď., alebo služieb ako ubytovanie, vzdelávacie služby alebo dobrodružné výlety, právo vstupu na pozemok alebo do športového zariadenia, právo poľovníctva alebo rybárčenia.

Zoznam statkov a služieb, s ktorými sa môže obchodovať na trhoch je dlhý, avšak obchod nie je vždy dobre rozvinutý a statky a služby sú sčasti definované zákonom ako verejné statky alebo podľa ich charakteru. Najmä služby sú často náchylné aby boli považované za verejné statok ako napríklad ochranná funkcia lesov môže byť ťažko rozdelená medzi rozličných užívateľov.

Silné stránky:

- Efektívnosť trhového mechanizmu.

Slabé stránky:

- Je ťažké definovať a zabezpečiť vlastnícke práva pre mnohé statky a služby.
- Množstvo a kvalitu určitých služieb je ťažko merať a hodnotiť.

Aplikovateľnosť na netrhové statky a služby:

Aplikovateľné na všetky statky ako sú lesné plody, divina, ryby a priame využívané služby ako poľovníctvo, rybárstvo, rekreácia, príjemné pocity a zážitky. Obchod požaduje jasné vlastnícke práva, ktoré sú ťažko uplatniteľné pre mnohé lesné statky a služby. Nie je to dobre rozvinuté pri takých statkoch a službách, ktoré sú sčasti definované zákonom alebo kvôli ich povahe ako verejné statky. Pri službách ktorých kvantita a kvalita nie je ľahko definovateľná alebo pri ktorých je potrebný špeciálny know how, sú viac vhodné iné mechanizmy ako nákup alebo prenájom pôdy.

Nákup pôdy

Charakteristika:

Nákup pôdy je možno najdrahší spôsob zabezpečiť poskytovanie žiaducich produktov, ale zároveň je najjednoduchší. Je to najvhodnejšie riešenie z organi-

- всі аргументи на користь використання торгових дозволів певною мірою перебувають під впливом конкретних умов даної економіки, а також форми, якою вони впроваджуються.

Застосування щодо неринкових благ і послуг:

Їх можна застосувати для охорони клімату (секвестрація вуглецю), охорони біорізноманіття або місцевості, захисту ґрунтів, для заготівлі та добування природних ресурсів, напр., води.

Закупівля благ і послуг

Характеристика:

Найпростішим і суто ринковим механізмом фінансування корисних функцій лісів є пряма купівля благ, як, наприклад, деревини, палива, лісових ягід, грибів, трав тощо або послуг: проживання, освітні послуги, пригодницькі походи, право вступу на ділянку або у спортивний заклад, право на полювання або риболовлю.

Перелік благ і послуг, якими можна торгувати на ринку, довгий, однак ринок не завжди достатньо розвинений, а блага й послуги частково визначені законом як суспільні блага або відповідають їх характеру. Зокрема, послуги часто були близькі до того, аби їх приймали за суспільні блага, наприклад, захисну функцію лісів важко розділити між різними користувачами.

Сильні сторони:

- ефективність ринкового механізму.

Слабкі сторони:

- важко визначити та забезпечити права власності на значну кількість благ і послуг;
- кількість і якість певних послуг важко вимірювати і оцінювати.

Застосування щодо неринкових благ і послуг:

Їх можна застосувати на всі блага, наприклад, лісові ягоди, дичину, рибу, а також на прямо використані послуги – мисливство, рибальство, рекреацію, добре самопочуття і гарні враження. Торгівля вимагає чітких прав власності, які важко застосувати для багатьох лісових благ і послуг. Вони недостатньо розвинені для таких благ і послуг, які лише частково встановлені законом або через характер їх суспільних послуг. Для послуг, якість і кількість яких нелегко встановити або для яких потрібні спеціальні ноу-хау, доцільнішими є інші механізми, наприклад, закупівля або оренда землі.

Закупівля землі

Характеристика:

Закупівля землі, мабуть, найдорожчий спосіб, яким забезпечується надання потрібної продукції, а водночас – найпростіший. Це найвідповідніше рішення

začného hľadiská, ak produkcia požaduje špecifický spôsob obhospodarovania a know how je na strane užívateľa.

Charakteristické pre tento mechanizmus je to, že vlastnícke práva sú v rukách jednej osoby. Vlastník môže slobodne a flexibilne rozhodnúť o obhospodarovaní pozemku, môže vybrať stratégiu manažmentu, môže zmeniť túto stratégiu v budúcnosti, môže obhospodarovať tento pozemok za účelom multifunkčných úžitkov a môže zmeniť ciele manažmentu kedykoľvek. Ďalej budúce zabezpečovanie statkov a služieb na týchto pozemkoch nezávisí na trhoch alebo vóli poskytovateľa.

V mnohých prípadoch je potrebná len časť pozemkov pre zabezpečovanie požadovaných služieb (napr. rekreačné lesy alebo zásobárne vody) a len časť je zaujímavá (napr. v blízkosti mesta alebo obce), v tomto prípade existuje dvojité monopol a neexistuje reálny trh. Obidve strany musia potom súhlasiť na báze negociácií, ktoré silne závisia na zdôrazňovaní potreby pre obidve strany (želanie predat' na strane vlastníka pôdy alebo politického mandátu nakúpiť na strane interesujúcej sa strany).

Silné stránky:

- Vlastnícke práva sú v rukách jednej osoby s najvyšším záujmom na využívaní pozemku.
- Vlastník môže kedykoľvek slobodne a flexibilne rozhodnúť o manažmente.
- Vhodné pre multifunkčné lesníctvo.
- Poskytovanie statkov a služieb je zabezpečené a nezávisí na trhu alebo vóli poskytovateľa.

Slabé stránky:

- Drahé, pretože sa nadobudnú všetky vlastnícke práva.
- V prípade jednostranného alebo dvojitého monopolu neexistuje reálny trh. Toto môže zapríčiniť vysoké ceny pôdy.
- Požadované pozemky nie sú vždy na predaj.
- Nemusi byť dostatok hotovostných finančných prostriedkov u potenciálnych záujemcov o pôdu.

Aplikovateľnosť na netrhové statky a služby:

V princípe aplikovateľný pre všetky statky a služby, ale obzvlášť vhodný pre komplexné služby alebo keď know how obhospodarovania pozemku je na strane interesujúcej sa strany, napr. v prípade rekreácie, pitnej vody alebo služieb ochrany prírody.

Prenájom pôdy

Charakteristika:

V prípade prenájmu jednou osobou platí nájom za právo mať v držbe majetok, ktorý patrí inej osobe na určitý čas. Nájom môže byť splatený naraz, ale poväč-

ня з організаційної точки зору, якщо виробництво вимагає специфічного способу господарювання, а ноу-хау є на стороні користувача.

Типовим для цього механізму є те, що права власності є в руках одної особи. Власник може вільно і гнучко вирішити спосіб господарювання на угідді, може вибрати стратегію менеджменту, може змінити цю стратегію в майбутньому, може вести господарювання на угідді з метою досягнення багатофункціональної користі й будь-коли може змінити цілі менеджменту. У подальшому забезпечення благ і послуг на цих угіддях не залежатиме від ринків або волі послогодавця.

У багатьох випадках для забезпечення відповідних послуг (наприклад, рекреаційні ліси або водойми) потрібна лише частина угідь і лише частина з них цікава (наприклад, поблизу міста або села), тому в даному випадку існує подвійна монополія і нема реального ринку. Для цього необхідна згода обох сторін, яка досягається шляхом обговорення умов (бажання продати з боку власника землі або купити з боку зацікавленої сторони).

Сильні сторони:

- права власності знаходяться в руках одної особи з найбільшим бажанням використати угіддя;
- власник будь-коли може вільно й гнучко прийняти рішення по менеджменту;
- доцільне для ведення багатофункціонального лісового господарства;
- надання благ і послуг є забезпеченим і не залежить від ринку або волі послогодавця.

Слабкі сторони:

- затратне, тому що набуваються усі права власності;
- у випадку односторонньої або двосторонньої монополії немає реального ринку, що може призвести до значного підвищення цін на землю;
- угіддя, які викликають інтерес, не завжди продаються;
- може не вистачати достатньої кількості коштів у потенційних покупців землі.

Застосування щодо неринкових благ і послуг:

У принципі захід можна застосувати на всі блага і послуги, зокрема він придатний для комплексних послуг або якщо ноу-хау господарювання в угіддях здійснюється зацікавленою стороною, наприклад, у випадку рекреації, питної води або природоохоронних послуг.

Оренда землі

Характеристика:

При оренді одною особою сплачується оренда за право мати в розпорядженні майно, яке належить іншій особі, на визначений час. Оренда може

šine sa vypláca v ročných platbách. Obdobie nájmu môže byť až 99 rokov. Môže byť zadefinované na fixné obdobia alebo ako periodický prenájom alebo nie je definované trvanie (prenájom podľa priania). Prenájom lesov nie je rovnaký ako prenájom poľnohospodárskej pôdy. Príklady z lesníctva sa vzťahujú na špecifické využitie ako napríklad rekreačné účely, športové zariadenia, využívanie zdrojov pitnej vody, ochrana prírody alebo pohrebne miesta.

Silné stránky:

- Jasný mechanizmus podobný nákupu pôdy, ale škála vlastníckych práv/možnosti je obmedzená.
- Platba je realizovaná periodicky, napr. ročne a nie je potrebný celkový kapitál v čase kontraktu.
- Nevzdáva sa všetkých vlastníckych práv a nie navždy.
- Vhodný nástroj v prípade nedostatku finančných prostriedkov na kúpu pôdy alebo pozemku.

Slabé stránky:

- Drahé, pretože sa nadobudne väčšina vlastníckych práv.
- V prípade monopolu môže byť cena prenájmu vysoká.
- Požadované parcely nie sú vždy k dispozícii na prenájom.

Aplikovateľnosť na netrhové statky a služby:

Podobné ako výkup pôdy, prenájom je obzvlášť vhodný pre komplexné služby alebo keď know how manažmentu je na strane užívateľa.

Eko-sponzoring

Charakteristika:

Sponzorstvo je biznis medzi sponzorom, ktorý zabezpečuje financovanie, zdroje alebo služby a sponzorovanou stranou, ktorá ponúka určité benefity na oplátku. Na rozdiel od darov, sponzoring je zmluvný záväzok so vzájomným prospechom a hodnota zabezpečených financií môže byť zvyčajne odpočítaná z daňových povinností podniku. Komerčnou výhodou je zvyčajne spojenie imidžu sponzora, značky alebo produktu s investíciou do sponzoringu. Poväčšine sponzor získava právo reklamy alebo môže získať benefity pre svoj personál. Sponzori môžu byť úspešne získaní pre podporu nejakej udalosti alebo projektu, ktorý ponúka vysokú možnosť zviditeľnenia sa (napr. vysoká návštevnosť nejakej udalosti alebo veľký počet návštevníkov). Sponzorovaný projekt, organizácie alebo udalosť by mali zodpovedať typu sponzorujúcej spoločnosti. Ďalej obecenstvo by mala byť cieľová skupina spoločnosti za účelom získania zamýšľaného reklamného efektu.

Silné stránky:

- Môže byť dodatočným príjmom.

бути виплачена одноразово, однак здебільшого здійснюється кількома платежами. Період оренди може сягати до 99 років. Вона може бути визначена на зафіксований період, може бути періодична оренда або оренда без визначення тривалості (оренда за згодою). Оренда лісів не збігається з орендою сільськогосподарської землі. Приклади з лісівництва відносяться до специфічного використання, наприклад, рекреаційні цілі, спортивні заклади, використання ресурсів питної води, охорона природи або місця для поховання.

Сильні сторони:

- чіткий механізм, подібний до купівлі землі, але шкала прав власності/можливостей обмежена;
- платіж реалізується періодично, напр., раз у рік і не потрібен загальний капітал під час контракту;
- власник не відмовляється назавжди від усіх прав власності;
- придатний інструмент у разі нестачі коштів для купівлі землі або угоди.

Слабкі сторони:

- затратна, тому що переходить більшість прав власності;
- у разі монополії ціна оренди може бути надто високою;
- бажані ділянки не завжди пропонуються в оренду.

Застосування щодо неринкових благ і послуг:

Так само, як і викуп землі, оренда надзвичайно доречна для комплексних послуг, або якщо ноу-хау менеджменту у руках користувача.

Екоспонсорство

Характеристика:

Спонсорство – це бізнес між спонсором, який забезпечує фінансування, ресурси або послуги, та спонсорованою стороною, яка пропонує певні взаємовигоди. На відміну від пожертвувань, спонсорство є договірним зв'язком із взаємною користю для обох сторін, а вартість забезпечених коштів відраховується з податкових обов'язків підприємства. Комерційною вигодою є зазвичай поєднання іміджу спонсора, торгової марки або продукту з інвестицією у спонсорство. Спонсор переважно дістає право реклами або може отримати вигоди для свого персоналу. Спонсори можуть бути успішно використані для підтримки певного заходу або проекту, який пропонує широкі можливості для презентації (напр., висока відвідуваність певної акції або велика кількість відвідувачів). Спонсорований проект, або заходи мають відповідати типу спонсорської організації. Крім того, публіка має бути цільовою групою суспільства з метою отримання задуманого рекламного ефекту.

Сильні сторони:

- може бути додатковим прибутком;

- Môže takisto zabezpečiť vlastníkovi lesa publicitu.
- Predstavuje marketingový prínos pre sponzora.

Slabé stránky:

- Náročný trh pre vlastníkov lesa, pretože verejný imidž je silne spojený s verejným záujmom alebo charitou (lesné holdingy sú neznáme „bez mená“).
- Väčšinou sa získajú relatívne nízke sumy prostredníctvom jednotlivých projektov.
- Ako protihodnotu sponzorskej činnosti je potrebné zabezpečiť reklamu daného sponzora.

Aplikovateľnosť na netrhové statky a služby:

Vhodné pre služby vo verejnom záujme a pre charitu ako napr. vzdelávacie služby, ochrana biodiverzity, občianska vybavenosť, rekreačné a kultúrne aktivity.

Dobročinné príspevky (Donácie)

Charakteristika:

Dobročinné príspevky sú dary dané dobrovoľne a bez spätných pohnutí. Pováčšine sú dávané na charitatívne účely. Dobročinné príspevky majú rôznu formu, hotovosť, fondy, statky a služby vrátane dobrovoľnej práce. Môžu byť dávané organizáciami alebo súkromnými osobami. Na rozdiel od sponzorstva firmy dávajú dobročinné príspevky bez očakávaných benefitov na oplátku. Dobročinné príspevky súvisiace s lesom sú darované často na záchranu vzácnych alebo nádherných stromov alebo miest, rekreačné zariadení, ekologickým organizáciám alebo na projekty v rámci rozvojovej spolupráce. Dobročinné príspevky sú známe aj ako sponzorstvo, donori ako sponzori. Obidvoje sponzorovanie ako biznis aktivita a dobročinné príspevky bez prijatých benefitov na revanš sú väčšinou orientované na charitu a sociálne účely. Avšak v marketingu je dôležitý rozdiel. V prípade sponzorstva vlastník pozemku musí vyvinúť dobre definovaný produkt, kde musí byť úžitok pre sponzorujúcu firmu dobre viditeľný. V prípade dobročinných príspevkov by mal byť v strede záujmu charitatívny účel.

Silné stránky:

- Môže byť dodatočným príjmom alebo môže priniesť dobrovoľnú pracovnú silu.
- Môže takisto zabezpečiť vlastníkovi lesa publicitu.
- Donor nevyžaduje od obdarovaného žiadne priame protiplnenie.
- Finančná podpora je najjednoduchší a najrýchlejší spôsob podpory.

- так само може забезпечити власнику лісу публічність;
- приносить спонсору маркетинговий прибуток.

Слабкі сторони:

- вимогливий ринок для власників лісів, оскільки публічний імідж тісно пов'язаний з суспільними інтересами і благодійністю (лісові холдинги невідомі «без імені»);
- здебільшого отримуються відносно незначні суми через окремі проекти;
- винагородою спонсорської діяльності є необхідність забезпечення реклами даному спонсору.

Застосування щодо неринкових благ і послуг:

Захід доречний для послуг в інтересах суспільства і в цілях доброчинності чи благодійності, напр., освітні послуги, охорона біорізноманіття, благоустрій громади, рекреаційна та культурна діяльність.

Благодійні внески

Характеристика:

Благодійні внески – це пожертвування, що надаються добровільно і без очікування зворотних дій. Здебільшого йдуть на благодійні цілі. Благодійні внески мають різну форму – готівку, фонди, блага і послуги, включаючи добровільну працю. Можуть надаватися організаціями або приватними особами. На відміну від спонсорства, фірми роблять благодійні пожертви без очікування вигод взамін. Благодійні внески, пов'язані з лісами, часто робляться для збереження рідкісних або незвичайних дерев чи місць, рекреаційних закладів, надаються екологічним організаціям або на проекти в рамках співпраці заради розвитку. Благодійні внески відомі і як спонсорство, а дарувальники як спонсори. Обидва – спонсорство як бізнес-діяльність і благодійні пожертви без отримання пільг взамін – зосереджені переважно на благодійності та соціальних потребах. Проте є важлива відмінність у маркетингу. У разі спонсорства власник угоддя мусить створити добре визначений продукт, де користь для фірми-спонсора має бути виразною. У разі благодійних пожертвувань у центрі уваги знаходиться благодійна мета.

Сильні сторони:

- може бути додатковим прибутком або може притягти добровільну роботу силу;
- може також забезпечити публічність власнику лісів;
- дарувальник не вимагає від одержувача жодних прямих взаємних послуг;
- фінансова підтримка – це найпростіший і найшвидший спосіб підтримки.

Slabé stránky:

- Podobne ako pri eko-sponzoringu existuje náročný trh pre vlastníkov lesa, pretože ich verejný imidž nie je silne spojený s verejným záujmom alebo charitou.
- Väčšinou sa zozbierajú relatívne nízke sumy.

Aplikovateľnosť na netrhové statky a služby:

Podobne ako pri eko-sponzoringu sú dobrovoľné príspevky vhodné pre služby vo verejnom záujme a pre charitu ako napr. vzdelávacie služby, ochrana biodiverzity, občianska vybavenosť, rekreačné a kultúrne aktivity

Certifikácia

Charakteristika:

Certifikácia alebo označenie je definované ako potvrdenie určitej charakteristiky alebo kvality osoby, organizácie, produktu alebo procesu autoritou alebo nezávislou stranou. V praxi sa jedná o hodnotenie vykonávané nezávislou treťou stranou, či hospodárenie v lesoch zodpovedá ekologickým, ekonomickým a sociálnym štandardom podľa medzinárodne uznaných kritérií. Ak je hospodárenie v súlade so štandardami vydá sa lesníkovi lesa osvedčenie o výsledku tohto hodnotenia – certifikát. Základná myšlienka ekologického označovania alebo označenia trvalo udržateľnosti je to, že spotrebiteľia podporujú prostredníctvom ich zodpovedných volieb produkty vyrábané environmentálne a trvalo udržateľným spôsobom. Najdôležitejšie certifikačné schémy v lesníctve sa vzťahujú na drevo z trvalo udržateľného LH. Certifikácia je nástroj pre integrovanú ochranu prírody, pretože že sú ekologické štandardy požadované certifikačnými systémami. Certifikácia by mala zabezpečiť trhové benefity producentovi z hľadiska vyšších cien alebo zvýšeného podielu na trhu. Podľa viacerých štúdií (napr. BAHARUDDIN et SIMULA 1994, 1997; RAMETSTEINER, 2000) neexistuje veľa dôkazov o výraznej cenovej premii za certifikované drevo. V niektorých trhových segmentoch avšak certifikované drevo má výhody čo sa týka cien a prístupu na trh. V Európe sú relevantné najmä dve hlavné certifikačné schémy: FSC (Forest Stewardship Council so 100 tis. ha certifikovaných lesov) a PEFC (Pan European Forest Certification s 200 tis. ha certifikovaných lesov).

Pri ostatných lesných produktoch, najmä potravinách, sa môže zväziť certifikácia organickej produkcie. Základné štandardy existujú aj pre vianočné stromčeky (značka „bio vianočný stromček“ alebo stromy z certifikovaných fariem).

Слабкі сторони:

- так само, як і в екоспонсорстві, існує вимогливий ринок власників лісів, тому що їх суспільний імідж не дуже пов'язаний із інтересами громади або благодійністю;
- звичайно збираються відносно невеликі суми.

Застосування щодо неринкових благ і послуг:

Так само, як і в екоспонсорстві, добровільні пожертвування придатні у сфері послуг в інтересах суспільства і для благодійності, напр, освітні послуги, охорона біорізноманіття, благоустрій громади, рекреаційна та культурна діяльність.

Сертифікація

Характеристика:

Сертифікація, тобто позначення (маркування), визначається як підтвердження певної характеристики або якості особи, організації, продукції або процесу авторитетною чи незалежною стороною. На практиці йдеться про оцінку, надану незалежною третьою стороною, яка визначає, чи господарювання в лісах відповідає екологічним, економічним і соціальним стандартам згідно з міжнародними визнаними критеріями. Якщо господарювання відповідає стандартам, власнику лісу видається посвідчення про результат такої оцінки – сертифікат. Основна ідея екологічного підтвердження сталого розвитку полягає в тому, що споживачі підтримують шляхом їх відповідального вибору продукти, вироблені з акцентом на природоохоронний аспект і сталий розвиток. Найважливіші сертифікаційні схеми у лісівництві торкаються деревини, отриманої від сталого ведення лісового господарства. Сертифікація – це інструмент інтегрованої охорони природи, тому що екологічні стандарти вимагаються сертифікаційними системами. Сертифікація має забезпечити ринкові вигоди виробнику з точки зору вищої ціни або збільшення його частки на ринку. Відповідно до багатьох досліджень (напр., VANARUDDIN і SIMULA 1994, 1997; РАМЕТСТЕЙНЕР 2000), є небагато доказів про виразну перевагу в ціні за сертифіковану деревину. Однак у деяких сегментах ринку сертифікована деревина має вигоди в ціні та у можливостях виходу на ринок. У Європі визначальними є дві основні схеми сертифікації: FSC (Forest Stewardship Council) та PEFC (Pan European Forest Certification).

Для інших видів лісової продукції, зокрема продуктів харчування, може братися до уваги сертифікація органічної продукції. Базові стандарти існують також для новорічних ялинок (марка «біо новорічна ялинка» або ялинки з сертифікованих господарств).

Silné stránky:

- Preferencie spotrebiteľov sú priamo prevedené do platieb
- Informácia pre spotrebiteľa a zabezpečenie súladu certifikátov podľa medzinárodných záväzkov pre štáty, ktoré sú nimi viazané

Slabé stránky:

- Relatívne vysoké transakčné náklady na procedúru certifikácie
- Môže vylúčiť malých vlastníkov lesa
- Závisí na ochote a schopnosti spotrebiteľov platiť a na verejnom povedomí

Aplikovateľnosť na netrhové statky a služby:

Použiteľné na financovanie ekosystémových služieb lesov a súvisiacich charakteristík lesných produktov a na trvalo udržateľný manažment lesov. Označenie je zvyčajne spojené s obchodovanými statkami a službami, benefit je však pre multifunkčné lesy pri koncepte organickej, integrovanej produkcie alebo trvalo udržateľného manažmentu.

Záver

Z dôvodu neustále rastúceho významu verejnoprospešných funkcií lesov dochádza k značnému obmedzovaniu vlastníckych práv. Lesy sú majetkom a zároveň výrobným prostriedkom konkrétnych vlastníkov, ktorých záujem sa prirodzene orientuje na ekonomické využívanie svojho majetku a podnikateľský zisk. Na druhej strane les tvorí základnú zložku životného prostredia. Na skĺbenie týchto aspektov treba vytvoriť primerané právne prostredie tak, aby sa zabezpečili oprávnené záujmy vlastníkov a užívateľov lesov a tiež ich účinná ochrana. Jedným zo základných predpokladov na dosiahnutie tohto zámeru je vytvorenie vhodných ekonomických podmienok pre trvalo udržateľné hospodárenie v lesoch a zlepšenie účinnosti kompenzácie náhrad za obmedzenie vlastníckych práv k lesným pozemkom.

Na zabezpečenie spoločenskej objednávky na funkcie netrhového charakteru slúži v súčasnosti na Slovensku systém subvencií, náhrad ujemy, oslobodenie od dane. Zatiaľ však tento systém nemožno považovať za plne funkčný. Pretože nároky na poskytovanie a využívanie nedrevných produktov a verejnoprospešných služieb lesným hospodárstvom sa budú neustále zvyšovať, treba hľadať ďalšie možnosti lepšieho zhodnocovania jeho potenciálu a ďalšie spôsoby zvyšovania produkcie a jej poskytovania za finančnú náhradu. K tomuto treba dosiahnuť celospoločenský konsenzus pri formovaní systému ekonomického zabezpečenia spoločenskej objednávky na doposiaľ neobchodované ekologické a sociálne funkcie lesov poskytované lesným hospodárstvom. Možno to zabezpečiť najmä vypracovaním a uplatňovaním zodpovedajúcich marketingových, ekonomických, finančných a politických opatrení a nástrojov.

Сильні сторони:

- надання переваги споживачами прямо пропорційні платежам;
- інформація для споживача та забезпечення відповідності сертифікату міжнародним зобов'язанням держав-підписантів.

Слабкі сторони:

- відносно високі транзакційні витрати на процедуру сертифікації;
- можуть виключатися малі власники лісів;
- залежить від бажання і платоспроможності споживачів та від суспільної свідомості.

Застосування щодо неринкових благ і послуг:

Захід придатний для фінансування екосистемних послуг лісів і пов'язаних з ними характеристик лісової продукції та для сталого ведення лісового господарства. Сертифікація, як правило, пов'язана з торговими благами і послугами, однак вигоду отримують багатофункціональні ліси з концепцією отримання органічної, інтегрованої продукції або сталого господарування.

Висновки

У зв'язку з постійно зростаючим значенням соціальних функцій лісів відчутно обмежується право на власність. Ліси є власністю і водночас засобом виробництва конкретних власників, інтерес яких природним чином орієнтується на економічне використання свого майна і підприємницьку вигоду. З іншого боку, ліс являє собою основну складову навколишнього середовища. Щоб узгодити ці аспекти, необхідно створити відповідне правове поле таким чином, щоб забезпечити законні інтереси власників і користувачів лісів, а також їх ефективний захист. Одною з головних передумов досягнення цієї мети є створення сприятливих економічних умов для сталого лісокористування і покращення ефективності компенсацій за обмеження прав власності на лісові угіддя.

Для забезпечення суспільного замовлення функцій неринкового характеру нині у Словаччині служить система субвенцій, компенсації втрат, звільнення від податку. Хоча поки що цю систему не можна вважати повністю функціональною. Оскільки витрати на надання і використання недеревинної продукції та суспільнокорисних послуг лісовим господарством будуть постійно збільшуватися, потрібно шукати інші можливості для кращого оцінювання його потенціалу і нові способи збільшення продукції та її надання за фінансову винагороду. Для цього необхідно досягти загального суспільного консенсусу при формуванні системи економічного забезпечення суспільного замовлення на ті екологічні і соціальні функції лісів, що надаються лісовим господарством і досі залишаються неринковими. Це можна забезпечити, зокрема, шляхом розробки та застосування відповідних маркетингових, економічних, фінансових і політичних заходів та інструментів.

SÚHRN

Dvojazyčná slovensko-ukrajinská publikácia, členená do piatich kapitol, prezentuje výsledky výskumu zameraného na vzťah medzi lesom a mierou povodňovej hrozby v povodí rieky Bodrog, na oboch stranách slovensko-ukrajinskej hranice. Po metodologickej stránke sa opiera o širokú škálu vedeckých postupov a nástrojov, od využitia existujúcich poznatkov a databáz, cez dialkový prieskum Zeme po hydrologické modelovanie a simulácie.

Prvá kapitola sa zamerala na analýzu prírodných pomerov záujmového územia s ohľadom na potenciál vzniku povodní. Povodňovú hrozbu v povodí Bodrogu ovplyvňuje viacero faktorov. V podmienkach záujmového územia patrí medzi najvýznamnejšie priepustnosť pôd a horninového prostredia, ako aj lesnatosť čiastkových povodí. Kým priepustnosť pôd a podložia vyplýva z prírodných procesov, lesnatosť je ovplyvňovaná aj zmenami v spoločenskom zriadení a hospodárstve. V hodnotenom období rokov 1990 – 2013 prevažovali pozitívne zmeny lesnej pokrývky nad negatívnymi. V celom záujmovom území bolo vyčlenených 403 čiastkových povodí malých vodných tokov, čiže povodí s rozlohou 0,5 až 160 km². Len 3,7 % plochy malých povodí (15 povodí) bolo zaradených do kategórie „nízka povodňová hrozba“. Väčšina územia – 68,7 % (284 povodí) bola klasifikovaná v triede „stredná“ a až 27,5 % (104 povodí) do triedy „vysoká povodňová hrozba“. Vplyvom zvýšenia podielu lesnej pokrývky došlo v 23 malých povodiach k zníženiu povodňovej hrozby, len v 1 prípade k jej zvýšeniu.

Štruktúrou lesov v slovenskej časti povodia sa zaoberala kapitola 2. V štruktúre tu má rozhodujúce zastúpenie 75 – 90 % kategória hospodárskych lesov, ktorú nasledujú lesy účelové v rozpätí 10 – 20 % a ochranné (5 %), najmä s protieróznou a vodohospodárskou funkciou. Vyčlenené sú 3 stupne ochranných pásiem vodných zdrojov a 5 stupňov ochrany prírody. Svojou rozlohou nemajú pre celé povodie Bodrogu zásadný význam. Zásoba dreva v lesných porastoch povodia Bodrogu je približne 61 mil. m³, z čoho tvorí 65 – 75 % buk. Ročná ťažba dreva je 1,34 mil. m³, z čoho je približne 80 % v obnovných porastoch. Pri obnove lesných porastov sa dosahuje podiel prirodzenej obnovy v rozsahu 65 – 80 %. Celoročné obhospodarovanie lesov determinujú relatívne zložité terénne podmienky. Sklony svahov do 50 % s celoročnou priechodnosťou terénom zaberajú 30 – 35 %. Porasty s rovnakými sklonmi svahov, ale s obmedzenou priechodnosťou terénu len za určitých klimatických podmienok, zaberajú približne 55 – 75 % a úplne technologicky nepriechodné a neprístupné terény zaberajú 9 – 12 %. Výnimkou v tomto rozsahu sú lesy na dolnom toku Latorice, kde je len 1 % nepriechodných lesných terénov. Najviac, približne 40 – 70 %

РЕЗЮМЕ

Двомовна словацько-українська публікація, розділена на п'ять частин, представляє результати дослідження, присвяченого взаємовідношенням між лісом та ступенем паводкової небезпеки в басейні річки Бодрог по обидва боки словацько-українського кордону. З методологічної точки зору праця спирається на широкий діапазон наукових підходів та інструментів, від використання існуючих знань і бази даних через дистанційне зондування Землі до гідрологічного моделювання та симуляції.

Перший розділ містить аналіз природних умов досліджуваної території з урахуванням паводкового потенціалу. Небезпека паводків у басейні річки Бодрог може виникнути внаслідок багатьох чинників. В умовах досліджуваної території до найважливіших факторів належить водопроникність ґрунтів і гірських порід, а також лісистість прилягаючих водозборів. Тоді як проникність ґрунтів і підґрунтя впливає з природних процесів, лісистість залежить від змін у суспільній організації та господарюванні. Упродовж досліджуваного періоду 1990 – 2013 років позитивні зміни лісового покриву переважали над негативними. На всій досліджуваній території було виділено 403 прилягаючі водозбори малих водотоків, тобто водозбори площею 0,5 – 160 км². Лише 3,7 % площі малих водозборів (15 водозборів) було віднесено до категорії з «низькою паводковою небезпекою». Більшість території – 68,7 % (284 водозбори) було класифіковано в «середній» групі та аж 27,5 % (104 водозбори) – у групі «високої паводкової небезпеки». Внаслідок підвищення частки лісового покриву у 23 малих водозборах відбулося зменшення паводкової небезпеки і лише в одному випадку – її збільшення.

Структура лісів у словацькій частині басейну розглядається у 2-му розділі. У цій структурі визначальною мірою 75 – 90 % представлена категорія експлуатаційних лісів, за якою йдуть ліси цільового призначення в діапазоні 10 – 20 % та захисні (5 %), зокрема з протиерозійною та водогосподарською функцією. Виділено 3 ступені захисних смуг водних ресурсів і 5 ступенів охорони природи. Ці ступені для усього басейну Бодрогу не мають суттєвого значення через свою площу. Запас деревини у лісових насадженнях басейну приблизно 61 млн. м³, з яких 65 – 75 % представляє бук. Річна заготівля деревини – 1,34 млн. м³, з яких приблизно 80 % у поновлюваних насадженнях. При лісовідновленні досягнуто частку природного поновлення в обсязі 65 – 80 %. Цілорічне ведення лісового господарства визначають відносно складні місцеві умови. Схили з нахилом до 50 % та цілорічно прохідною територією займають 30 – 35 %. Насадження з таким же нахилом схилів, але з обмеженою прохідністю, можливою лише за певних кліматичних

porastov má približovaciú vzdialenosť do 200 m. Podiely väčších približovacích vzdialeností sa postupne znižujú, ale sú aj vzdialenosti nad 1 000 alebo aj 2 000 m so zastúpením približne 2 – 5 %.

Štruktúra a manažment lesov v ukrajinskej časti povodia bola predmetom tretej kapitoly. Do povodia Bodrogu tu patria čiastkové povodia Uhu (lesnatosť 71 %) a Latorice (43 %). V štruktúre lesov v povodí oboch riek tvoria hospodárske lesy 36 % a 41 %. Na lesy prírodoochranného, zdravotno-rekreačného a ochranného určenia pripadá 54 %, resp. 43 %. Unikátne v oboch povodiach sú lesy na rezervnej pôde a krovínové formácie, ktoré zaberajú v povodí Uhu 10 % a Latorice 15 %. V ukrajinskej časti povodia sa lesné porasty nachádzajú prevažne na stredne strmých a strmých svahoch (45 % a 37 %), len 9 % lesnej výmery tvoria veľmi strmé svahy. V oboch ukrajinských povodiach prevažuje formácia bukových lesov (82 % plochy pokrytej lesom). Na súbor čistých bučín pripadá 35 %, hrabovo-bukových 27 % a smrekovo-jedľovo-bukových 15 % lesov. Rozšírené sú bukovo-jedľové (16 %), zriedkavé v povodí Uhu sú javorovo-bukové súbory lesných typov (1,4 %). Ihličnany majú nepatrný podiel a prevažuje v nich smrek. Štruktúra porastov podľa vekových tried je nerovnomerná: na mladiny pripadá okolo 12 %, strednovékové 60 %, predrubné 12 %, rubné a prestarnuté 16 %. Zásoba dreva v území dosahuje približne 67,2 mil. m³. Priemerný ročný objem ťažby hmoty je 461,1 tis. m³, z čoho 48 % sa vyťaží holorubným spôsobom. Napriek o niečo vyššej zásobe v porovnaní so slovenskou časťou, je teda ročný objem ťažby výrazne nižší. Takmer polovica (44 %) vyťaženej hmoty pripadá na palivové drevo. V obnove lesných porastov je podiel prirodzeného zmladenia v povodí Uhu 90 % a Latorice 72 %. Pri ťažbe dreva sa prevažne uplatňujú pozemné metódy približovania, ktoré na povrchu rúbanísk spôsobujú najväčšie škody. Okolo 40 % dreva sa približuje na vzdialenosť 500 – 1 000 m, na 1 000 a viac metrov 30 % hmoty. Príznačné je, že väčšia časť lesných masívov (64 %) má hustotu ciest v rozmedzí 0,2 – 0,6 km/100 ha, pričom ich technický stav (okolo 30 %) je neuspokojivý. Súčasný technologický stav lesného hospodárstva naruša hydrický režim územia a zvyšuje pravdepodobnosť vzniku povodňových situácií na Uhu a Latorici.

Štvrtá kapitola si kládla za cieľ rozšíriť súčasné poznatky o vplyve lesa na hydrologiu povodia a podporiť koncept integrovaného manažmentu povodia pomocou odborného opisu hydrologických odoziev na zmeny v štruktúre krajiny. Vyhodnocuje možnosti využitia novovytvoreného hydrologického modelu ISSOP s využitím teoretického príkladu rozsiahleho odlesnenia. Veľmi dobré výsledky kalibrácie podporujú platnosť prezentovaných záverov a vytvárajú predpoklady pre ďalšie štúdie z oblasti vplyvu zmien krajinnej štruktúry na hydrologický cyklus povodia. Výsledky zdôraznili význam lesa pri ovplyvňovaní hydrologického režimu vo vysoko zalesnených povodiach na východnom

умов, займають приблизно 55 – 75 %, а технологічно абсолютно непрохідні і недоступні території займають 9 – 12 %. Виняток у цьому розташуванні становлять ліси у нижній частині річки Латориця, де лише 1 % непрохідних лісових територій. Найбільше, приблизно 40 – 70 % насаджень, має віддалі трельювання до 200 м. Частка більшої віддалі трельювання поступово зменшується, однак мають місце також віддалі понад 1 000 або навіть 2 000 м, представлені приблизно 2 – 5 %.

Структура лісів та ведення лісового господарства в українській частині басейну річки Бодрог – тема третього розділу. До нього належать прилягаючі водозбори річки Уж (лісистість 71 %) та Латориці (43 %). У структурі лісів у басейнах обох річок експлуатаційні ліси складають відповідно 36 % і 41 %. На ліси природоохоронного, рекреаційно-оздоровчого та захисного призначення припадає відповідно 54 % та 43 %. Унікальними в обох басейнах є ліси на землях запасу і чагарникові угруповання, які займають у басейні Ужа 10 % і Латориці 15 %. В українській частині басейну лісові насадження знаходяться переважно на схилах з середнім та стрімким ухилом (45 % і 37 %), лише 9 % площі лісів розташовані на схилах з дуже стрімким ухилом. В обох українських басейнах переважає формація букових лісів (82 % території, покритої лісами). На формацію чистих бучин припадає 35 %, грабово-букових – 27 % і ялиново-ялицево-букових – 15 % лісів. Поширені буково-ялицеві (16 %), рідкісними в басейні Ужа є яворово-букові формації типів лісу (1,4 %). Частка хвойних лісів незначна, в них переважає ялина. Структура насаджень за класами віку нерівномірна: на молодняки припадає приблизно 12 %, на середньовікові 60 %, пристигаючі 12 %, стиглі та перестійні 16 %. Запас деревини на цій території сягає приблизно 67,2 млн. м³. Середній річний об'єм заготівлі – 461,1 тис. м³, з яких 48 % заготовлюється суцільно лісосічним способом. Отже, всупереч дещо вищому запасу, у порівнянні зі словацькою частиною, річний об'єм заготівлі тут значно менший. Майже половина (44 %) заготовленої деревини припадає на дрова паливні. При лісовідновленні частка природного поновлення в басейні річки Уж становить 90 %, а Латориці 72 %. Під час заготівлі деревини в переважній мірі застосовуються наземні методи тракторного трельювання, які завдають найбільше шкоди поверхні зрубів. Близько 40 % деревини трельюється на віддалі 500 – 1 000 м, а понад 1 000 метрів – 30 % деревини. Характерним є те, що більшість лісових масивів (64 %) має густоту доріг у діапазоні 0,2 – 0,6 км/100 га, причому їх технічний стан (близько 30 %) незадовільний. За такого стану організації технологічних процесів лісокористування порушується гідрологічний режим цієї території і підвищується ймовірність виникнення паводкових ситуацій на Ужі і Латориці.

Мета четвертого розділу – розширити сучасні знання про вплив лісів

Slovensku a v Zakarpatskej oblasti Ukrajiny. Celkové odlesnenie, čiže teoretické nahradenie lesa pokrývajúceho štyri pätiny povodia trávnatým povrchom, môže zvýšiť celkový odtok až o 20,4 %. Tento vplyv bol zrejмый počas kulminačných prietokov, kedy je regulačný účinok lesa obzvlášť významný. Napriek tomu, že povrchový odtok v modelových povodiach predstavuje len malú časť dlhodobej vodnej bilancie, svojím epizodickým výskytom počas intenzívnych zrážok významne prispieva ku kulminačným prietokom. Hodnotenie hydrologickej odozvy povodia na simulovanú extrémnu zrážkovú udalosť preukázalo, že les významne zmenil parametre povrchu a dráhy odtoku a ovplyvnil čas, počas ktorého simulovaná povodňová vlna dosiahla uzáverový profil povodia. V použítom hydrologickom modeli ISSOP boli upravené niektoré pôvodné parametre týkajúce sa kategórií lesa na základe empirických údajov získaných na väčšom počte lesných porastov na Slovensku v rámci programu monitoringu lesa ICP Forests. Takáto úprava parametrov môže zlepšiť vhodnosť modelu pre lesnícky výskum a aplikácie v stredoeurópskych lesoch.

Piata kapitola sa venovala ekonomickým aspektom manažmentových opatrení pre zlepšenie hydrických funkcií lesov. Z dôvodu neustále rastúceho významu verejnoprospešných funkcií lesov dochádza k značnému obmedzovaniu vlastníckych práv. Na skĺbenie týchto aspektov treba vytvoriť primerané právne prostredie tak, aby sa zabezpečili oprávnené záujmy vlastníkov a užívateľov lesov a tiež ich účinná ochrana. Jedným zo základných predpokladov na dosiahnutie tohto zámeru je vytvorenie vhodných ekonomických podmienok pre trvalo udržateľné hospodárenie v lesoch a zlepšenie účinnosti kompenzácie náhrad za obmedzenie vlastníckych práv k lesným pozemkom. Systém subvencií, náhrad ujmy a oslobodení od dane zatiaľ nemožno považovať za plne funkčný. Pretože nároky na poskytovanie a využívanie nedrevných produktov a verejnoprospešných služieb lesným hospodárstvom sa budú neustále zvyšovať, treba hľadať ďalšie možnosti lepšieho zhodnocovania jeho potenciálu a ďalšie spôsoby zvyšovania produkcie a jej poskytovania za finančnú náhradu. K tomuto treba dosiahnuť celospoločenský konsenzus pri formovaní systému ekonomického zabezpečenia spoločenskej objednávky na doposiaľ neobchodované ekologické a sociálne funkcie lesov poskytované lesným hospodárstvom. Možno to zabezpečiť najmä vypracovaním a uplatňovaním zodpovedajúcich marketingových, ekonomických, finančných a politických opatrení a nástrojov.

Prezentované výsledky reagujú na narastajúci záujem o multifunkčný manažment lesov s ohľadom na ich hydrické funkcie. Využitie môžu nájsť pri hodnotení povodňového potenciálu, analýzach príčin súčasného stavu a návrhu protiopatrení, ako aj v komplexných systémoch na podporu rozhodovania a prispieť tak k riešeniu konfliktov medzi záujmami na poskytovanie rôznych ekosystémových služieb lesných porastov.

на гідрологію басейнів і підтримати концепцію інтегрованого менеджменту басейнів за допомогою фахового опису гідрологічних наслідків на зміни в структурі ландшафту. У розділі дається оцінка можливостей використання новоствореної гідрологічної моделі ISSOP з використанням теоретичного прикладу масштабного знеліснення. Дуже гарні результати калібрування підтверджують чинність презентованих узагальнень і створюють умови для дальшого вивчення впливу змін структури ландшафту на гідрологічний цикл басейнів. Результати підтвердили значення впливу лісів на гідрологічний режим у високо заліснених водозборах Східної Словаччини та Закарпатської області України. Суцільне знеліснення, тобто теоретична заміна лісів, що займають 4/5 басейну, трав'янистим покриттям може підвищити загальний стік води аж на 20,4 %. Цей вплив був особливо помітним під час кульмінаційних витрат води, коли регуляційна дія лісів особливо важлива. Всупереч тому, що поверхневий стік води в модельних водозборах представляє лише незначну частину за довгий період, своїм епізодичним проявом упродовж інтенсивних опадів він суттєво впливає на кульмінаційні витрати води. Оцінка гідрологічної реакції водозбору на симульовані екстремальні опади показала, що ліс значною мірою змінює параметри поверхні і шляхи стоку води та впливає на час, за який симульована паводкова хвиля досягла кінцевого створу водозбору. У використаній гідрологічній моделі ISSOP було застосовано деякі вихідні параметри щодо категорії лісів на основі емпіричних даних, отриманих з більшої кількості лісових насаджень у Словаччині в рамках програми моніторингу лісів ICP Forests. Така зміна параметрів здатна поліпшити придатність моделі у дослідженні лісів та застосуванні в центральноевропейських лісах.

П'ятий розділ присвячений економічним аспектам заходів господарювання для поліпшення гідрологічних функцій лісів. Через постійно зростаюче значення суспільно корисних функцій лісів відбувається значне обмеження права власності. Для поєднання цих аспектів потрібно створити відповідне правове середовище таким чином, аби забезпечити обґрунтовані інтереси власників та користувачів лісу, а також надійний захист їх інтересів. Одною з основних передумов досягнення цього наміру є створення належного економічного клімату для сталого господарювання в лісах та поліпшення ефективності компенсацій за обмеження права власності на лісові угіддя чи користування ними. Систему субвенцій, компенсацій збитків та звільнення від оподаткування поки що не можна вважати цілком функціональною. Оскільки вимоги щодо надання та використання недеревинної продукції та суспільно корисних послуг лісовим господарством будуть і надалі зростати, треба шукати інші можливості кращого використання його потенціалу, а також інші способи зростання кількості продукції та її надання за фінансову

винагороду. Для цього потрібно досягти загального консенсусу у формуванні системи економічного забезпечення суспільного замовлення на екологічні і соціальні функції лісів, надані лісовим господарством, які досі не були предметом торгівлі. Це можна забезпечити, зокрема, розробкою і застосуванням відповідних маркетингових, економічних, фінансових, політичних заходів та інструментів.

Представлені висновки є в певній мірі відповіддю на зростаючий інтерес до багатофункціонального менеджменту лісів з огляду на їх гідрологічні функції. Вони можуть бути використані при оцінці паводкового потенціалу, аналізі причин сучасного стану і протипаводкових заходів, у комплексних системах підтримки прийняття рішень, а також можуть стати вкладом у вирішення конфлікту інтересів при наданні лісовими насадженнями різних екосистемних послуг.

SUMMARY

This bilingual publication – in Slovak and Ukrainian – presents, in five chapters, the results of research aimed at relationship between forests and the magnitude of flood hazard in Bodrog river catchment, at the both sides of Slovakia-Ukraine border. Concerning the topic's complexity, the aim of the publication is not to completely cover all of its aspects. However, this book tries to complement the discussion on different factors by scientific knowledge. Moreover, its significance is based on the frequency of floods in this predominantly forested area, which is unusually high, especially in the last 20 years.

Bodrog is the river with culmination of water level 7 m above its minimal levels. Bodrog's watershed belongs to the most endangered areas in central Europe in the term of flood hazard. This results especially from the natural conditions within watershed, in particular soil permeability and a high proportion of so-called flysch zone (strata of sandstone and claystone) from the catchment area. In addition, some other factors also contribute to the high frequency of floods – high precipitation amounts or rapid snowmelt in Eastern Carpathians, density and arrangement of river network, and not least also human activity. A man not always manages the landscape with respect to natural hazards, which further increases the magnitude of flood initialization hazard.

Unfortunately, within last decades this flood potential resulted in both local and regional flooding of large extent. Regional floods are known from the years 1974, 1979, 1980, 1998, 1999, 2000, 2001, 2004, 2006 and 2010.

That situation, as well as significance and importance of the forests for the hydrological regime in the landscape, led to the preparation and implementation of the project “HYDROFOR: Systems of optimal forest management for enhancing the hydrological role of forests in preventing the floods in Bodrog river catchment” (<http://www.nlcsk.sk/hydrofor>). Chief project coordinator, NGO FORZA – Agency for sustainable development of the Carpathian region located in Uzhgorod, Ukraine, deals with education of professional community and international projects in the field of forestry and flood protection. *Forest Research Institute* in Zvolen, Slovakia, implemented the project on the Slovak side. The Institute is a scientific research component of the National Forest Centre (www.nlcsk.org). Partner forestry research organization, covering the scientific aspect on the Ukrainian side, was the *Ukrainian Research Institute of Mountain Forestry* in Ivano-Frankivsk. The Institute has a long experience of scientific research and application of acquired knowledge in forest management in the Ukrainian Carpathians. Project Hydrofor was implemented in the years 2013–2015 within the framework of ENPI Cross-border Cooperation Programme (<http://www.huskroua-cbc.net>).

The first chapter is aimed at analysis of natural conditions within study area with respect to flood initialization hazard. Particularly geological, relief, climate and hydrological conditions as well as soil cover are analyzed. The focus is set also on changes that have occurred in forest cover over the period 1990–2013. The flood hazard evaluation was based on available data and the impact of the identified changes in forest cover to flood hazard was assessed. Flood initialization hazard in the Bodrog river catchment is influenced by several factors. The most important is the permeability of soils and bedrock, as well as the proportion of forest cover within sub-basins. While the permeability results from natural processes, forest cover is affected also by social and economic changes. During the period 1990–2013, positive changes in forest cover dominated over the negative ones. In the whole study area, 403 smaller sub-basins have been allocated with an area of 0.5 to 160 km². Only 3.7% of the area (15 sub-basins) were categorized within „low flood hazard“ class. Most of the area – 68.7% (284 sub-basins) was classified within class “medium hazard” and 27.5% (104 sub-basins) as the class “high hazard”. Due to increasing proportion of forest cover during given period, the reduction of flood hazard occurred in 23 sub-basins, increase occurred only in one case.

The second chapter is devoted to forest management in the Slovakian part of Bodrog river catchment. It is based on an analysis of forest stand data from a database of actual management plans for forest units. In the forest structure, category of commercial forests with share 75–90% is crucial. It is followed by category of special-purpose forests with 10–20% and protection forests (5%), especially with erosion control and water management functions. Allocated are three levels of protection zones of water resources and 5 degrees of nature conservation. However, their area is not essential within Bodrog river catchment. The stock volume is approximately 61 million m³ in Slovak part of the watershed, of which 65 to 75% consists of beech. Annual timber production is 1.34 million m³, of which about 80% consists of final harvests. When restoring the forests, the proportion of natural regeneration is in the range of 65–80%. Year-round forest management is determined by relatively difficult terrain conditions. Slopes with inclination up to 50%, passable year-round, occupy 30–35%. Stands with the same slope inclination, but with limited passability (only under certain climatic conditions), take up about 55–75% and technologically completely impassable and inaccessible terrains occupy 9–12%. The most of stands, about 40–70%, have a skidding distance up to 200 m. Shares of larger skidding distances gradually reduce, but the distances of more than 1000 or even 2000 m are also present, with the share about 2–5%.

The structure and forest management in the Ukrainian part of the catchment were the subject of the third chapter. Bodrog catchment includes there

two main sub-basins of the rivers Uzh (forest cover 71%) and Latorica (43%). The forest structure within the sub-basins consists first of all of commercial forests with 36% and 41%. Nature conservation, health-recreational and protective forests compose 54% and 43%. Unique in both basins are forests on reserve land and scrubland formations that occupy in sub-basins 10% and 15% respectively. In the Ukrainian part of the watershed, the forests are located mostly on medium to steep and steep slopes (45% and 37%), only 9% of forests grow on very steep slopes. Formation of beech forests (82% of the forest-covered area) predominate in both sub-basins. Pure beech stands accounts for 35%, hornbeam-beech for 27% and spruce-fir-beech forests for 15%. Beech and fir stands covers 16% of the area. Conifers have little proportion with spruce prevailing. The age structure is uneven: young stands are estimated to account for 12%, middle-age 60%, near-mature 12%, mature and overmature stands 16%. The stock volume is approximately 67.2 million m³. The average annual harvested volume is 461100 m³, of which 48% is harvested by clear-cuts. Despite slightly higher stock volume if compared with the Slovak part, the annual harvested volume is significantly lower. Almost half (44%) of the extracted volume accounts for fuel wood. Concerning forest regeneration, the share of natural regeneration in the Uzh river sub-basin is 90% and in Latorica river sub-basin is 72%. Surface methods of skidding are mainly applied, which cause most damage to the surface of harvested areas. About 40% of wood is skidded for at a distance of 500 to 1000 m, and over 30% at a distance of 1000 m and more. It is symptomatic that the majority of forested areas (64%) have a road density in the range of 0.2 to 0.6 kilometers/100 ha, while their technical condition (about 30%) is unsatisfactory. Actual technological state of forestry undermines the hydric regime within study area and increases the probability of flood initialization at Uzh and Latorica rivers.

The fourth chapter contributes to the discussion on significance of forest influence on watershed hydrology, because the disparity exists between the public expectations and real effects of forests on floods. The research aimed at effect of the forests on water balance is presented within two highly afforested watersheds in Slovakia and Ukraine. The integrated watershed management is supported through the well-founded description of hydrological responses to land cover changes. The research tests the applicability of the newly developed hydrological model ISSOP (Integrated System for Simulation or Runoff Processes) using theoretical example of extensive deforestation. The model's well-performing calibration supports the validity of inferences based on model's outputs and gives opportunities for next studies exploring the effect of land-structure changes on hydrologic cycle in the watersheds. The simulations emphasized the importance of forest in water-regime regulation under given con-

ditions. Extensive deforestation (i.e. the theoretical substitution of the forests covering four fifths of watershed by a grassland) can increase total runoff by 20.4%. Such effect was apparent mainly during discharge culminations, when regulatory effect of forest is particularly important. Although the surface runoff accounts for a minor proportion of the long-term water balance in simulation watersheds, it occurs episodically in response to intensive precipitation and thus it contributes effectively to culmination discharges. Evaluation of the hydrological response to the simulated extreme precipitation showed that forest significantly modified surface parameters and water flow paths, and affected the time needed for the simulated flood wave to reach the catchment outlet. In the utilized hydrological model ISSOP, the original parameters of some forest categories were modified based on the long-term empirical data of the stand-scale forest hydrology collected in a number of forest stands across Slovakia within the ICP Forests monitoring programme. Such a re-parameterization can enhance models' suitability in forestry research and applications in the Central European temperate forests. Although the scenario of extensive deforestation is rather unrealistic in Central Europe, this theoretical experiment shows the worst-case scenario of the total forest removal, for example, in the period following large-scale disturbances. At the same time, the experiment shows the maximum effect, which the forest might have in the investigated watershed, and thus supports the evaluation of the water-regulatory forest function.

The fifth chapter is aimed at economic aspect of management measures for better fulfillment of forest hydric functions. Measures are evaluated from the viewpoints of 3 different objectives: increasing the capacity of water resources, flood mitigation and maintaining the current rate of water discharges. Economic aspects and implications of the necessary measures, as well as compensatory mechanisms to support management measures in improvement of forest hydric functions are discussed as well. Financial mechanisms used for the compensation are evaluated in terms of their strengths and weaknesses. Due to the ever-growing importance of social functions of forests, property rights are greatly restricted. On combining these aspects, an appropriate legal environment needs to be created so as to safeguard the legitimate interests of owners and users of forests and also their effective protection. One of the basic prerequisites for achieving this goal is to create suitable economic conditions for sustainable forest management and improve the efficiency of compensatory payment for the restriction of property rights to forest land. The subsidies, compensation and exemptions could not yet be considered fully operational. Because the demands on the provision and use of non-wood products and benefits provided by forest management will steadily increase, further possibilities should be explored for better recovery of its potential and other ways of increasing production and its

provision for financial compensation. For this to be achieved, a society-wide consensus on the development of a system to economically ensure social demands for ecological and social functions of forests provided by forestry, which were not traded until now. This can be ensured particularly through the development and application of the corresponding marketing, economic, financial and political measures and tools.

The presented results react on the growing interest in the multifunctional forest management with respect to forest water-regulatory functions. They can be used in flood potential evaluation, analysis of actual state and proposals of mitigation measures, as well as in complex decision-support systems dealing with the trade-offs between the provisioning of diverse ecosystem services such as wood production, flood regulation and biodiversity maintenance.

LITERATÚRA / ЛІТЕРАТУРА

- ALEWELL, C., ARMBRUSTER, M., BITTERSÖHL, J., EVANS, C. D., MEESENBURG, H., MORITZ, K., PRECHTEL, A., 2001: Are there signs of acidification reversal in freshwaters of the low mountain ranges in Germany?, *Hydrology and Earth System Sciences*, 5, 3:367–378.
- ALILA, Y., KURAS, P. K., SCHNORBUS, M., HUDSON R., 2009: Forests and floods: A new paradigm sheds light on age-old controversies. *Water Resource Research*, 45:1–24.
- ANDRÉASSIAN, V., 2004: Waters and forests: from historical controversy to scientific debate. *Journal of Hydrology*, 291, 1–2:1–27.
- AUGUSTO, L., RANGER, J., BINKLEY, D., ROTHE, A., 2002: Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. *Annals of Forest Science*, 59:233–253.
- BAHREMAND, A., DE SMEDT, F., CORLUIY, J., LIU, Y. B., POOROVA, J., VELČIKÁ, L., KUNIKOVA, E., 2006: WetSpa Model Application for Assessing Reforestation Impacts on Floods in Margecany–Hornad Watershed, Slovakia. *Water Resources Management*, 21:1373–1391.
- BARA, M., KOHNOVÁ, S., GAÁL, L., SZOLGAY, J., HLAVČOVÁ, K., 2009: Estimation of IDF curves of extreme rainfall by simple scaling in Slovakia. *Contributions to Geophysics and Geodesy*, 39:187–206.
- BAUMANN, M., KUEMMERLE, T., ELBAKIDZE, M., OZDOGANA, M., RADELOFF, V. C., KEULER, N. S., PRISHCHEPOV, A. V., KRUIHLOV, I., HOSTERT, P., 2011: Patterns and drivers of post-socialist farmland abandonment in Western Ukraine. *Land Use Policy*, 28:552–562.
- BEMELMANS-VIDEC, M., L. RIST and R. C. VEDUNG, (eds.), 1998: *Carrots, Sticks, and Sermons: Policy Instruments and Their Evaluation*. Transaction Publisher, New Brunswick, NJ. 280 p.
- BIELY, A., BEZÁK, V., ELEČKO, M., GROSS, P., KALIČIAK, M., KONEČNÝ, V., LEXA, J., MELLO, J., NEMČOK, J., POLÁK, M., POTFAJ, M., RAKÚS, M., VASS, D., VOZÁR, J., VOZÁROVÁ, A., 2002: Geologická stavba. Mapa v mierke 1 : 500 000. In: *Atlas krajiny SR*. Bratislava, Banská Bystrica: Ministerstvo životného prostredia SR, SAŽP. s. 74–75.
- BOSCH, J. M., HEWLETT, J. D., 1982: A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *Journal of Hydrology*, 55: 3–23.
- BYBLUK, N., STYRANIVSKY, O., KORZHOV, V., KUDRA, V., 2010: Timber harvesting in the Carpathians: Ecological problems and methods to solve them. *Journal of forest science*. 56, 7:333–340.

- CALANCA, P., ROESCH, A., JASPER, K., WILD, M., 2006: Global warming and the summertime evapotranspiration regime of the Alpine region. *Climatic Change*, 79:65–78.
- CALDER, I. R., 1998: Water-resource and land use issues. SWIM Paper 3. Colombo: IIMI. 33 p.
- CALDER, I., ex NISBET T., 2005: Water Use by Trees, Forestry Commission Information Note, Forestry Commission, Edinburgh. 8 p. Available at: <http://www.forestry.gov.uk>.
- CALDER, I. R., AYLWARD, B., 2006: FOREST AND FLOODS: Moving to an evidence-based approach to watershed and integrated flood management. *International Water Resource Association*, 31:1–13.
- CALDER I. R., AYLWARD B., 2006: Forest and Floods: Moving to an Evidence-based Approach to Watershed and Integrated Flood Management, *International Water Resources Association, Water International*, 31, 1: 541–543.
- CALDER, I. R., 2007: Forests and water – ensuring forest benefits outweigh water costs. *Forest Ecology and Management*, 251:110–120.
- CALDER, I. R., SMYLE J., AYLWARD B., 2007: Debate over flood-proofing effects of planting forests. *Nature*, 450: 945 p.
- CALDWELL, P. V., KENNEN, J. G., SUN, G., KIANG, J. E., BUTCHER, J. B., EDDY, M. C. et al., 2015: A comparison of hydrologic models for ecological flows and water availability. *Ecohydrology*. Available at: doi:10.1002/eco.1602
- CAMBEL, B., REHÁK, Š., 2002: Priepustnosť a retenčná schopnosť pôd. Mapa v mierke 1 : 1 000 000. In: Atlas krajiny SR. Bratislava, Banská Bystrica: Ministerstvo životného prostredia SR, SAŽP. 108 p.
- CUBBAGE, F., HAROU, P., SILLS, E., 2007: Policy instruments to enhance multi-functional forest management. *Forest Policy and Economics*, 9, 7:833–851.
- DE GROOT, R., BRANDER, L., VAN DER PLOEG, S., COSTANZA, R., BERNARD, F., BRAAT, L. P. et al., 2012: Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, 1:50–61.
- DUAN, Q., GUPTA, V.K., SOROOSHIAN, S., 1992: Effective and efficient global optimization for conceptual rainfall-runoff models. *Water Resource Research*, 28:1015–1031.
- ECKHARDT, K., BREUER, L., FREDE, H. G., 2003: Parameter Uncertainty and the Significance of Simulated Land Use Change Effects. *Journal of Hydrology*, 273:164–176.
- EEA, 2006: The thematic accuracy of Corine land cover 2000. Assessment Using LUCAS (Land Use/Cover Frame Statistical Survey), Technical report No 7/2006. European Environmental Agency, Copenhagen. Available at: http://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2006_7.
- EHLSCHLAEGER, C., 1989: Using the AT Search Algorithm to Develop Hyd-

- rologic Models from Digital Elevation Data. Proceedings of International Geographic Information Systems (IGIS) Symposium, 89, (Baltimore, MD, 18–19 March 1989), p. 275–281.
- ELFERT, S., BORMANN, H., 2010: Simulated impact of past and possible future land use changes on the hydrological response of the Northern German lowland “Hunte” catchment. *Journal of Hydrology*, 383:245–255.
- EU-DEM. Digital Elevation Model over Europe. Available at: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eu-dem>
- FAO, 2008: Forests and water: A thematic study prepared in the framework of the Global Forest Resources Assessment 2005, FAO Forestry paper 155, Rome. 93 p. Available at: <http://www.fao.org/docrep>
- FAO, 2010: Global Forest Resources Assessment 2010: Main Report. FAO Forestry Paper No. 163. Available at: <http://www.fao.org/forestry/fra/fra2010/en>
- FEDOROV, S. F., MARUNICH S. V., 1989: Forest cut and forest regeneration effects on water balance and river runoff. In: Roald, L., Nordseth, K., Hassel, K. A., 1989: FRIENDS in Hydrology, IAHS Publication No. 187, International Association of Hydrological Sciences, IAHS Press, Institute of Hydrology, Wallingford, Oxfordshire OX10 8BB, UK. p. 291–297.
- FEZZI, C., HARWOOD, A. M., LOVETT, A. A., BATEMAN, I. J., 2015: The environmental impact of climate change adaptation on land use and water quality. *Nature Climate Change*, 5:255–260.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS/CENTER FOR INTERNATIONAL FORESTRY RESEARCH (FAO/CIFOR), 2005: Forests and Floods: Drowning in Fiction or Thriving on Facts? Bangkok. 40 p. Available at: <http://www.fao.org/docrep/008/ae929e/ae929e00.htm>
- GRIFFITHS, P., KUEMMERLE, T., BAUMANN, M., RADELOFF, V. C., ABRUDAN, I. V., LIESKOVSKY, J., MUNTEANU, C., OSTAPOWICZ, K., HOSTERT, P., 2013a: Forest disturbances, forest recovery, and changes in forest types across the Carpathian ecoregion from 1985 to 2010 based on Landsat image composites. *Remote Sensing of Environment*, 151:72–88.
- GRIFFITHS, P., MÜLLER, D., KUEMMERLE, T., HOSTERT, P., 2013b: Agricultural land change in the Carpathian ecoregion after the breakdown of socialism and expansion of the European Union, *Environmental Research Letters*, 8, 4. 12 p.
- HENRY, N., 1998: Overview of the Caspar Creek watershed study. In: Ziemer, R. R., technical coordinator. Proceedings of the conference on coastal watersheds: the Caspar Creek story, 1998 May 6; Ukiah, CA. General Tech. Rep. PSW GTR-168. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, p. 1–9.

- HEWLETT, J. D., 1982: Principles of Forest Hydrology. The University of Georgia Press, Athens, 183 p.
- HLAVČOVÁ, K., HORVÁT, O., SZOLGAY, J., DANKO, M., KOHNOVÁ, S., 2007: Scenarios of land use changes and simulations of hydrological responses in the Poprad river basin. *Meteorological Journal*, 10:199–203.
- HLAVČOVÁ, K., SZOLGAY, J., KOHNOVÁ, S., HORVÁT, O., 2009: The limitations of assessing impacts of land use changes on runoff with a distributed hydrological model: case study of the Hron River. *Biologia*, 64:589–593.
- HORNBECK, J. W., EAGAR, C., BAILEY, A. S., CAMPBELL, J. L., 2014: Comparisons with results from the Hubbard Brook Experimental Forest in the Northern Appalachians. In *Response of a Forest Watershed Ecosystem: Commercial Clearcutting in the Southern Appalachians*, New York: Oxford University Press, p. 213–228.
- HORVÁT, O., 2008: Description of the rainfall-runoff model FRIER. *SAH – Slovak Association of Hydrogeologists, Groundwater XIV*, 1:37–45.
- HUBER CH., 2005: Long Lasting Nitrate Leaching after Bark Beetle Attack in the Highlands of the Bavarian Forest National Park, reproduced from *Journal of Environmental Quality*. Published by ASA, CSSA, and SSSA, Published online September 8, 2005. Available at: <http://www.dzumenvis.nic.in>
- ГОЛУБЕЦЬ, М. А., 2007: Ретроспектива і перспектива лісової типології. Львів: Поллі, 36 с.
- ГНИЛКО, О. М., 2011: Тектонічне районування Карпат у світі терейнової тектоніки (Tectonic zoning of the Carpathians in terms of the terrane tectonics) // *Геодинаміка* 1 (10). С. 47–57
- CHESAPEAKE BAY PROGRAM, 1997: Riparian Forest Buffers in the Chesapeake Bay Watershed“, The Chesapeake Bay Program, 410 Severn Ave., Suite 109, Annapolis, MD 21403., Available at: www.chesapeakebay.net/content/publications/cbp_12188.pdf
- IUFRO (International Union of Forest Research), 2007: Research Spotlight: How do Forests Influence Water?, IUFRO Fact Sheet No 2, Vienna, Austria, Available at: <http://www.iufro.org/science/task-forces/water/publications>
- JANN, W., 1981: Kategorien der Policy-Forschung. Speyerer Arbeitshefte 37. Speyer: Hochschule für Verwaltungswissenschaften.
- JOHNSON, N., A. WHITE and D. PERROT-MAITRE, 2001: Developing Markets for Water Services from Forests: Issues and Lessons for Innovators. Washington D.C.: Forest Trends, World Resources Institute, the Katoomba Group. 26 p.
- KEENAN R. J., GERRAND, A., NAMBIAR, S., PARSONS, M., 2006: Plantations and Water: Plantation Impacts on Stream Flow, *SCIENCE for DECISION MA-*

- KERS, Commonwealth of Australia. Available at: <http://www.forestry.org.au/pdf/pdf-public/policies>
- KEETON, W., S., CROW, S., M., 2009: Sustainable Forest Management Alternatives for the Carpathian Mountain Region: Providing a Broad Array of Ecosystem Services. In: Soloviy, I., Keeton, W. S. (eds.): *Ecological Economics and Sustainable Forest Management: Developing a Trans-disciplinary Approach for the Carpathian Mountains*. Lviv: Ukrainian National Forestry University Press. p. 109–127.
- KEETON, W. S., P. ANGELSTAM, M. BAUMFLEK, Y. BIHUN, M. CHERNYAVSKYY, S. M. CROW, A. DEYNEKA, M. ELBAKIDZE, J. FARLEY, V. KOVALYSHYN, B. MAHURA, S. MYKLUSH, J. R. NUNERY, I. SOLOVITY, and L. ZAHVOYSKA, 2013: Sustainable forest management alternatives for the Carpathian Mountain region, with a focus on Ukraine. In: Kozak, J., Ostapowicz, K., Bytnerowicz, A., Wyzga, B. (eds.): *The Carpathians: Integrating Nature and Society Towards Sustainability*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. p. 331–352.
- KINDERMANN, G. E., MCCALLUM, I., FRITZ, S., OBERSTEINER, M., 2008: A global forest growing stock, biomass and carbon map based on FAO statistics. *Silva Fennica*, 42:387–396.
- KINNER, D., MITASOVA, H., HARMON, R., TOMA, L., STALLARD, R., 2005: GIS-based Stream Network Analysis for The Chagres River Basin, Republic of Panama. *The Rio Chagres: A Multidisciplinary Profile of a Tropical Watershed*, R. Harmon (Ed.), Springer/Kluwer, p. 83–95.
- KOSTKA, Z., HOLKO, L., 2006: Role of forest in hydrological cycle – forest and runoff. *Meteorological Journal*, 9:143–148.
- KOSTKA, Z., HOLKO, L., 2007: Effect of land use change on hydrological regime in the upper Vah river catchment. *Meteorological Journal*, 10:193–197.
- KOVALCHUK, I., KRAVCHUK, Y., MYKHNOVYCH, A., POLYPOVYCH, O., 2012: Recent Landform Evolution in the Ukrainian Carpathians. In: Lóczy, D., Stankoviansky, M. (eds.): *Recent Landform Evolution: The Carpatho-Balkan-Dinaric region*. Dordrecht Heidelberg London New York: Springer. p. 177–204.
- KOZAK, J., ESTREGUIL, C., VOGT, P., 2007: Forest cover and pattern changes in the Carpathians over the last decades. *Eur. J. Forest. Res.*, 126:77–90.
- KOZAK, J., ESTREGUIL, C., OSTAPOWICZ, K., 2008: European forest cover mapping with high resolution satellite data: The Carpathians case study. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 10:44–55
- KUEMMERLE, T., HOSTERT, P., RADELOFF, V. C., PERZANOWSKI, K., KRUHLOV, I., 2007: Post-socialist forest disturbance in the carpathian border region

- of Poland, Slovakia, and Ukraine. *Ecological Applications*, 17:1279–1295.
- KUEMMERLE, T., CHASKOVSKYY, O., KNORN, J., RADELOFF, V. C., KRHLIOV, I., KEETON, W., HOSTERT, P., 2009: Forest cover change and illegal logging in the Ukrainian Carpathians in the transition period from 1988 to 2007. *Remote Sensing of Environment*, 113:1194–1207.
- КОРЖОВ, В. Л., 2011: Вдосконалення лісокористування як чинник запобігання кліматичним змінам //Наукові праці Лісівничої академії наук України. Випуск 9. С. 189–193.
- КОРЖОВ, В. Л., 2004: Оптимальна транспортна мережа у лісфонді як фактор екологічної стабільності та сталого природокористування //Науковий вісник. Лісова інженерія, техніка, технологія і довкілля. Вип. 14.3. Львів: УкрДЛТУ. С. 201–207.
- КОРЖОВ, В. Л. 2015: Особливості гідрологічної ролі гірських лісових територій при виникненні паводків //Науковий вісник НЛТУ України: збірник науково-технічних праць. Випуск 25. 3. Львів, С. 9–16.
- LANGHAMMER, J., SU, Y., BERNSTEINOVÁ, J., 2015: Runoff Response to Climate Warming and Forest Disturbance in a Mid-Mountain Basin. *Water*, 7:3320–3342.
- LEE, R., 2005: *Forest Hydrology*. Dehra Dun, Bishen Singh Mahendra Pal Singh, 349 p.
- LEWIS, J., EADS, R. E., ZIEMER, R. R., 2000: Research in the Caspar Creek Experimental Watersheds, Northern California. EOS, Transactions. American Geophysical Union, 81: F380. Available at: <http://www.fs.fed.us/psw/topics/water/caspar/caspubs.shtml>
- LIU, Y. B., DE SMEDT, F., 2004: WetSpa extension, documentation and user manual, Department of Hydrology and Hydraulic Engineering, Vrije Universiteit Brussel, Belgium. Available at: http://www.vub.ac.be/WetSpa/downloads/WetSpa_manual.pdf
- MALÍK, P., BAČOVÁ, N., HRONČEK, S., IVANIČ, B., KÁČER, Š., KOČICKÝ, D. et al., 2007: Zostavovanie geologických máp v mierke 1 : 50 000 pre potreby integrovaného manažmentu krajiny. ŠGÚDŠ Bratislava. Manuskript – archív Geofondu ŠGÚDŠ č. 88158, 552 p.
- MAVSAR, R., RAMČILOVIĆ, S., PALAHÍ, M., WEISS, G., RAMETSTEINER, E., TYKKÁ, S., APELDOORN, R. V., VREKE, J., WIJK, M. V., JANSE, G., PROKOFIEVA, I., REKOLA, M., KUULUVAINEN, J., 2008: Study on the Development and Marketing of Non-Market Products and Services, DG AGRI, Study Contract N: 30-CE-0162979/00-21, Study report, November 2008, 127 p.
- MAYNTZ, R., 1987: Politische Steuerung und gesellschaftliche Steuerungsprobleme – Anmerkungen zu einem theoretischen Paradigma. In: *Jahrbuch zur Staats- und Verwaltungswissenschaft*, Band 1. Baden-Baden: Nomos.

- P. 89–110.
- MAZÚR, E., LUKNIŠ M., 1986: Geomorfologické členenie SSR a ČSSR. Časť Slovensko. Mapa v mierke 1 : 500 000. Slovenská kartografia, Bratislava.
- MCINTOSH, P. D, 2003: Estimated effects of potential forestry operations on water quantity, Koonya district. Unpublished report, Forest Practices Board, Hobart . Available at: <http://www.fpa.tas.gov.au>
- MENDES, A., 2002: Economic Instruments for National Forest Programmes. In: Tikkanen, I., Glück, P., Pajuoja, H., 2002: Cross-Sectoral Policy Impacts on Forests. EFI Proceedings No. 46. European Forest Institute. Joensuu. p. 119–140.
- MESSERLI, B., IVES, J. D. (eds.), 1997: Mountains of the World: A Global Priority. Parthenon, Publishing, New York and Carnforth, 495 p.
- MIDRIAK, R., 1997: Ohrozenie povrchu krajiny – limit jej trvalo udržateľného rozvoja. In: Zbor. Medzinár. vedec. konf. Les – Drevo – Životné prostredie '97, Sekcia 8: Trvalo udržateľný rozvoj krajiny, Technická univerzita vo Zvolene, p. 21–26.
- MIDRIAK, R., ZAUŠKOVÁ L., 2004: Povrchový odtok z lesa – zdroj mútnosti vody vo vodárenských nádržiach. In: Beseda, I., et al.: Aktuálne problémy kontaminácie životného prostredia z hľadiska toxikológie a ekotoxikológie III. časť. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. p. 10–16.
- MICHEL, A. K., SEIDLING, W., LORENZ, M., BECHER, G. (eds.), 2014: Forest condition in Europe: 2013 Technical report of ICP Forests; Report under the UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP). Thünen Working Paper, 19, 134 p.
- MINÁR, J., TRIZNA, M., BARKA, I., BONK, R., 2005: Povodňový potenciál na území Slovenska. Geografika Bratislava, 68 p.
- MUELLER, E. N., FRANCKE, T., BATALLA, R. J., BRONSTERT, A., 2009: Modeling the effects of land-use change on runoff and sediment yield for a meso-scale catchment in the Southern Pyrenees. *Catena*, 79: 288–296.
- NASH, J. E., SUTCLIFFE, V., 1970: River flow forecasting through conceptual models. Part I. A discussion of principles. *Journal of Hydrology*, 10:272–290.
- NETELER, M. , MITÁŠOVÁ, H., 2008: Open Source GIS: A GRASS GIS Approach. New York: Springer. 420 p.
- NIEHOFF, D., FRITSCH, U., BRONSTERT, A., 2002: Land-use impacts on storm-runoff generation: scenarios of land-use change and simulation of hydrological response in a meso-scale catchment in SW-Germany. *Journal of Hydrology*, 267:80–93.
- NISBET, T., 2005: Water Use by Trees, Forestry Commission, Information Note, Forestry Commission, Edinburgh, 8 p.

- PAGAN, J., RANDUŠKA, D., 1997: Atlas drevín I., Bratislava: Obzor, 360 p.
- PAGAN, J., RANDUŠKA, D., 1998: Atlas drevín II., Bratislava: Obzor, 408 p.
- PAJUOJA, H., 2002: Cross-Sectoral Policy Impacts on Forests. EFI Proceedings No. 46. European Forest Institute. Joensuu.
- PAVLENDÁ, P., PAJTÍK, J., PRIWITZER, T., SAPULIAK, J., KONÔPKA, M., KRUPOVÁ, D. et al., 2013: Monitoring lesov Slovenska. ČMS Lesy, Správa za rok 2012. Zvolen, NLC, 151 p.
- POWELL, I., WHITE, A., LANDELL-MILLS, N., 2002: Developing Markets for the Ecosystem Services of Forests. Washington D.C.: Forest Trends, 12 p.
- ПАРПАН, В. І., ЧЕРНЯВСЬКИЙ, М. В., ІЛЬЧУК, В. М., 1997: Екологічні засади класифікації лісів України з урахуванням їх цільового призначення // Екологія та ноосферологія. Том 3, № 1–2. С. 16–24.
- ПАРПАН, В. І., КОРЖОВ, В. А., 2003: Проблеми удосконалення лісокористування в Карпатах // Науковий вісник. Лісівничі дослідження в Україні (IX-ті Погребняківські читання). – Вип. 13.3. Львів: УкрДЛТУ. С. 273–278.
- ПАРПАН, В. І. 1996: Сучасні засади гірського лісівництва // Науковий вісник НАТУ України: збірник науково-технічних праць. Випуск 5.3 Львів, С. 158–162.
- ПАРПАН, В., ГУДИМА, В., ПАРПАН, Т., ТОКАР, В. 2015: Сучасна структура гірських лісів Українських Карпат // Історичні і сучасні аспекти вивчення біоти Карпат: матеріали наукової конференції присвяченої 60-річчю Високогірного біологічного стаціонару Львівського національного університету імені Івана Франка (27–30 липня 2015 року). Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, С. 47–48.
- ПАРПАН, Т., ГУДИМА, В. 2015: Природно-антропогенні зміни в гірських лісових екосистемах Українських Карпат / Парпан Т. В., Гудима В. Д. // Лісівництво і агролісомеліорація. Харків: УкрНДІАГА, Вип. 126. С. 212–217.
- ПАРПАН, Т. В., КІЧУРА, А. В., 2015: Стабілізуюче і протипаводкове значення лісового покриву водозборів річок Ужа і Латориці // Науковий вісник НАТУ України: збірник науково-технічних праць. Випуск 25.8 Львів, С. 195–202.
- RAO, L. Y., SUN, G., FORD, C. R., VOSE, J. M., 2011: Modeling potential evapotranspiration of two forested watersheds in the southern Appalachians. Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers, 54:2067–2078.
- REMÍÁŠOVÁ, R., 2009: Priestorová regionalizácia klimatických charakteristik s bodovým meraním. Dizertačná práca, SvF STU v Bratislave, Bratislava, 111 p.

- SEIDL, R., SCHELHAAS, M. J., RAMMER, W., VERKERK, P. J., 2014: Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage. *Nature Climate Change*, 4:806–810.
- ŚLĄCZKA, A., KRUGŁOW, S., GOLONKA, J., OSZCZYPKO, N., POPADYUK, I. 2006: Geology and hydrocarbon resources of the Outer Carpathians, Poland, Slovakia and Ukraine: General geology. In: Golonka, J., Picha, F. (eds.): *The Carpathians and Their Foreland: Geology and Hydrocarbon Resources*, AAPG Memoir 84, 600 p.
- SMITH a GATTIE ex TRIMBLE, S. W., 2007: *Encyclopedia of Water Science*, 2nd Edition., CRC Press, 1370 p.
- SMITH, M., DE GROOT, D., BERGKAMP, G., (eds.) 2006: Pay – Establishing payments for watershed services. IUCN, Gland, 109 pp. Available at: <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2006-054.pdf>
- SOLÍN, L. 2006: Identification of homogenous regional classes for flood frequency analysis in the light of regional taxonomy. *Hydrological Sciences Journal*, 50:1105–1118.
- SOLÍN, L., 2011a: Regionálna variabilita povodňovej hrozby malých povodí na Slovensku. *Geografický časopis*, 63:29–52.
- SOLÍN, L., 2011b: Hodnotenie povodňového rizika – súčasný stav výskumu. In: *Manažment povodí a povodňových rizík: zborník príspevkov – proceedings of the conference*. Bratislava: VÚVH, 2011, p. 1–9.
- STOHLGREN, T., JARNEVICH, C., KUMAR, S., 2007: Forest legacies, climate change, altered disturbance regimes, invasive species and water. *Unasylva*, 229:44–49.
- STREAMBANK STABILIZATION EC-12 California Stormwater BMP Handbook, Construction, January 2003, Available at: www.cabmphandbooks.com
- STREBEL et RENGER ex ŠÁLY, R., 1998: *Pedológia, vysokoškolské skriptá*, Technická univerzita vo Zvolene, 177 p.
- SUN, G., McNULTY, S. G., SHEPARD, J. P., AMATYA, D. M., RIEKERK, H., COMMERFORD, N. B. et al., 2001: Effects of timber management on wetland hydrology in the eastern United States. *Forest Ecology and Management*, 143:227–236.
- SUN, G., McNULTY, S. G., LU, J., AMATYA, D. M., LIANG, Y., KOLKA, R. K., 2005: Regional annual water yield from forest lands and its response to potential deforestation across the southeastern United States. *Journal of Hydrology*, 308:258–268.
- SVIČEK, M., 2009: Expertný systém identifikácie zanedbaných pôd prostredníctvom vlastníckych a užívateľských vzťahov. In: Zaušková L. (ed.): *Pustnutie krajiny – ochrana pôdy – krajinná ekológia*. Zborník referátov z vedeckého seminára pri príležitosti život. jubilea – 70. výročia narodenia prof. Ing. Ru-

- dolfa Midriaka, DrSc., 9. 9. 2009, Banská Bystrica: Ústav vedy a výskumu Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, p. 155–162.
- ŠÁLY, R., ŠURINA, B., 2002: Pôdy. Mapa v mierke 1 : 500 000. In: Atlas krajiny SR. Bratislava, Banská Bystrica: Ministerstvo životného prostredia SR, SAŽP. p. 106–107.
- ŠMELKO, Š., ŠEBEŇ, V., 2009: Aktuálne informácie o lese na nelesných pozemkoch podľa NIML SR 2005 – 2006, metodika ich získania a námety na jej využitie v krajinskej ekológii. In: Zaušková L. (ed.): Pustnutie krajiny – ochrana pôdy – krajinná ekológia. Zbor. refer. z vedec. seminára pri príležitosti život. jubilea – 70. výročia narodenia prof. Ing. Rudolfa Midriaka, DrSc., 9. 9. 2009 Banská Bystrica: Ústav vedy a výskumu Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, p. 163–175.
- ŠPAČEK, Š., 1999: Spojitá vektorová mapa 50. Kartografické listy, 7:71–74.
- TATE, K. W., 1996: Interception on Rangeland Watersheds; Rangeland Watershed Program, Factsheet, No. 36. Available at: <https://globalrangelands.org/dlio/50403>
- USGS: Landsat satellite data courtesy of the U.S. Geological Survey (USGS). Available at: <http://earthexplorer.usgs.org>
- UUNILA, L., GUY, B., PIKE, R., 2006: Hydrologic effects of mountain pine beetles in the interior pine forests of British Columbia: key questions and current knowledge. *Streamline*, 9:1–6.
- VAN DIJK, A. I. J. M., KEENAN, R., 2007: Planted forests and water in perspective. *Forest Ecology and Management*, 251:1–9.
- VERBUNT, M., GROOT ZWAAPTINK, M., GURTZ, J., 2005: The hydrologic impact of land cover changes and hydropower stations in the Alpine Rhine basin. *Ecological Modelling*, 187, 10: 71–84.
- VÖRÖSMARTY, C., SAHAGIAN, D., 2000: Anthropogenic disturbance of the terrestrial water cycle. *BioScience*, 50:753–765.
- VRUGT, J. A., GUPTA, H. V., BOUTEN, W., SOROOSHIAN, S., 2003: A Shuffled Complex Evolution Metropolis algorithm for optimization and uncertainty assessment of hydrologic model parameters. *Water Resources Research*, 39:1–16/1–14.
- WAGENER, T., 2007: Can we model the hydrological impacts of environmental change? *Hydrological Processes*, 21:3233–3236.
- WEISS, G., 2000: Evaluation of policy instruments for protective forest management in Austria. *Forest Policy and Economics* 1, 243–255.
- ZACHAR, D. et al., 1982: Les v krajine. *Príroda*. 237 p.
- ZÁKON O LESOCH č. 326/2005
- ZAUŠKOVÁ L., MIDRIAK R., 2009: Pustnutie krajiny Slovenska – hazard, alebo šanca v hospodárskej kríze? In: Blaas G. (ed.): *Dosahy finančnej a hospo-*

- dárskej krízy na pôdohospodárstvo – možnosti riešenia. Nitra: Slovenská akadémia pôdohospodárskych vied, Zborník 64, s. 7–85.
- ZBGIS®: Geodesy, Cartography and Cadastre Authority of Slovak Republic [Úrad geodézie, kartografie a katastra SR]. Available at: <https://zbgis.sk-geodesy.sk/tkgis/default.aspx>
- ZHANG, T., ZHANG, X., XIA, D., LIU, Y., 2014: An Analysis of Land Use Change Dynamics and Its Impacts on Hydrological Processes in the Jialing River Basin. *Water*, 6:3758–3782.

ZOZNAM AUTOROV

Mgr. IVAN BARKA, PhD.

Národné lesnícke centrum
– Lesnícky výskumný ústav Zvolen
T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen
e-mail: barka@nlcsk.org

Dr. Ing. TOMÁŠ BUCHA

Národné lesnícke centrum
– Lesnícky výskumný ústav Zvolen
T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen
e-mail: bucha@nlcsk.org

Ing. JURIJ DERBAL

FORZA – Agentúra pre trvalo udržateľný
rozvoj karpatskej oblasti
ul. Švabska 51a, 88018 Užhorod
e-mail: yuriy.derbal@forza.org.ua

doc. RNDr. TOMÁŠ HLÁSNY, PhD.

Národné lesnícke centrum
– Lesnícky výskumný ústav Zvolen
T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen
e-mail: hlasny@nlcsk.org

Kandidát poľnohospodárskych vied

ANASTASIA KIČURA
Zakarpatská pobočka Ukrajinského výskumné-
ho ústavu horských lesov P. S. Pasternaka
ul. Duchnoviča, 105, Mukačevo, 89600
e-mail: kichura_a@ukr.net

Mgr. DUŠAN KOČICKÝ, PhD.

ESPRIT, s. r. o.
Pletiariska 2, 969 01 Banská Štiavnica
e-mail: esprit@esprit-bs.sk

Kandidát technických vied, starší výskumný
pracovník VOLODYMYR KORŽOV, člen koreš-
pondent Lesníckej akadémie vied Ukrajiny
Ukrajinský výskumný ústav horských lesov
P. S. Pasternaka
Ul. Gruševského 31, 76018 Ivano-Frankovsk
e-mail: vl.korzhov@ukr.net

Ing. MIROSLAV KOVALČÍK, PhD.

Národné lesnícke centrum
– Lesnícky výskumný ústav Zvolen
T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen
e-mail: mkovalcik@nlcsk.org

RNDr. MARTIN MARETTA, PhD.

ESPRIT, s. r. o.
Pletiariska 2, 969 01 Banská Štiavnica
e-mail: esprit@esprit-bs.sk

Doktor biologických vied, prof. VASIL P ARPAN,

člen Lesníckej akadémie vied Ukrajiny
Ukrajinský výskumný ústav horských lesov
P. S. Pasternaka
Ul. Gruševského 31, 76018 Ivano-Frankovsk
e-mail: ukrirmf.inf@ukr.net

Kandidát biologických vied, starší výskumný

pracovník TARAS P ARPAN, člen korešpondent
Lesníckej akadémie vied Ukrajiny
Ukrajinský výskumný ústav horských lesov
P. S. Pasternaka
Ul. Gruševského 31, 76018 Ivano-Frankovsk
e-mail: tarasparpan@gmail.com

doc. Ing. RUDOLF PETRÁŠ, CSc.

Národné lesnícke centrum
– Lesnícky výskumný ústav Zvolen
T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen
e-mail: petras@nlcsk.org

Ing. MATEJ SCHWARZ

Národné lesnícke centrum
– Lesnícky výskumný ústav Zvolen
T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen
e-mail: schwarz@nlcsk.org

Ing. ZUZANA SITKOVÁ, PhD.

Národné lesnícke centrum
– Lesnícky výskumný ústav Zvolen
T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen
e-mail: sitkova@nlcsk.org

Mgr. KATARÍNA SUJOVÁ, PhD.

Národné lesnícke centrum
– Lesnícky výskumný ústav Zvolen
T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen
e-mail: sujova@nlcsk.org

СПИСОК АВТОРІВ

Магістр ІВАН БАРКА, PhD.

Лісовий науково-дослідний інститут
– Національний лісовий центр м. Зволен
Т. Г. Масарика 22, 960 92 Зволен,
e-mail: barka@nlcsk.org

Доктор наук, Інж. ТОМАШ БУХА
Лісовий науково-дослідний інститут
– Національний лісовий центр м. Зволен
Т. Г. Масарика 22, 960 92 Зволен
e-mail: bucha@nlcsk.org

Інж. ЮРІЙ ДЕРБАЛЬ
Громадська організація «Агентство сприяння
сталому розвитку Карпатського регіону
«ФОРЗА»
вул. Швабська, 51а, м. Ужгород, 88018
e-mail: yuriy.derbal@forza.org.ua

доц. доктор природничих наук
ТОМАШ ГЛАСНИЙ, PhD.
Лісовий науково-дослідний інститут
– Національний лісовий центр м. Зволен
Т. Г. Масарика 22, 960 92 Зволен
e-mail: hlasny@nlcsk.org

Кандидат сільськогосподарських наук
АНАСТАСІЯ КІЧУРА
Закарпатське відділення Українського
науково-дослідного інституту гірського
лісівництва ім. П. С. Пастернака
вул. Духновича, 105, Мукачєво, 89600
e-mail: kichura_a@ukr.net

Магістр ДУШАН КОЧИЦКИЙ, PhD.
ESPRIT, s. r. o.
Плетіарска 2, 969 01 Банска Штявнїца
e-mail: esprit@esprit-bs.sk

Кандидат технічних наук, старший науковий
співробітник ВОЛОДИМИР КОРЖОВ,
член-кореспондент Лісівничої академії наук
України
Український науково-дослідний інститут
гірського лісівництва ім. П. С. Пастернака
вул. Грушевського, 31, Івано-Франківськ,
76018
e-mail: vl.korzhov@ukr.net

Інж. МИРОСЛАВ КОВАЛИК, PhD.
Лісовий науково-дослідний інститут

– Національний лісовий центр м. Зволен
Т. Г. Масарика 22, 960 92 Зволен
e-mail: mkovalcik@nlcsk.org

Доктор природничих наук
МАРТИН МАРЕТТА, PhD.
ESPRIT, s. r. o.
Плетіарска 2, 969 01 Банска Штявнїца
e-mail: esprit@esprit-bs.sk

Доктор біологічних наук, професор ВАСИЛЬ
ПАРПАН, дійсний член Лісівничої академії
наук України
Український науково-дослідний інститут
гірського лісівництва ім. П. С. Пастернака
вул. Грушевського, 31, Івано-Франківськ, 76018
e-mail: ukrtrimf@ukr.net

Кандидат біологічних наук, старший
науковий співробітник ТАРАС ПАРПАН,
член-кореспондент Лісівничої академії наук
України
Український науково-дослідний інститут
гірського лісівництва ім. П. С. Пастернака
вул. Грушевського, 31, Івано-Франківськ,
76018
e-mail: tarasparpan@gmail.com

доц. Інж. РУДОЛФ ПЕТРАШ, кандидат наук
Лісовий науково-дослідний інститут
– Національний лісовий центр м. Зволен
Т. Г. Масарика 22, 960 92 Зволен
e-mail: petras@nlcsk.org

Інж. МАТЕЙ ШВАРЦ
Лісовий науково-дослідний інститут
– Національний лісовий центр м. Зволен
Т. Г. Масарика 22, 960 92 Зволен
e-mail: schwarz@nlcsk.org

Інж. ЗУЗАНА СІТКОВА, PhD.
Лісовий науково-дослідний інститут
– Національний лісовий центр м. Зволен
Т. Г. Масарика 22, 960 92 Зволен
e-mail: sitkova@nlcsk.org

Магістр КАТАРИНА СУЙОВА, PhD.
Лісовий науково-дослідний інститут
– Національний лісовий центр м. Зволен
Т. Г. Масарика 22, 960 92 Зволен
e-mail: sujova@nlcsk.org





ISBN 978-80-8093-211-4



The Programme is co-financed by the
European Union



www.huskroua-cbc.net

Publikácia sa zameriava na vzťah medzi lesom a povodňovou hrozbou v povodí Bodrogu, analyzuje prírodné podmienky územia a stav lesného hospodárstva v slovenskej a ukrajinskej časti povodia. Podrobne sa venuje vplyvu lesov na hydrologickú bilanciu a podáva výsledky testovania modelu ISSOP pri zmene štruktúry využitia krajiny v dvoch zalesnených povodiach na Slovensku a Ukrajine. Analyzuje tiež ekonomické aspekty a možné kompenzačné mechanizmy pre manažment lesa zameraný na zlepšenie plnenia hydrických funkcií lesa. Publikácia je určená vedeckým pracovníkom, študentom a odbornej verejnosti so záujmom o vplyv lesa na vodný režim krajiny.

V danej publikácii visvitlujúťsa výsledaty doslídženňya vzaemov'jazku mizh lisom ta stupenem pavodkovoï zagrozi v baseïnu rïki Bodrog, analïzu prirodnyh umov doslídžuvanoï teritorïï, menedžmentu lisïv u slovačkïï i ukraïnskïïi častynah baseïnu rïki Bodrog. Detalno opysano vplyv lisïv na vodnyï balans ta rezultaty testuvannya hïdrologïčnoï modelï ISSOP pry oціnці vplyvu zmnï struktury lantschafytu na elementy hïdrologïčnogo balansu dvoch lisystyh baseïnyïv u Slovaččynï i Ukraïnï. Značnu uvagu prïdïleno ekonomïčnym aspektam zahodïv i kompensacïynym meħanïzmm pïdtrymky upravlïnïskyh rïšenï i dïï zadlya dlya posylenňya hïdrologïčnyh funkčïï lisïv.

Vydannya prïznachene dlya pracïvnykïv lisovogo hospodarstva ÿ oħorony dovķïllyā, upravlïnčïv, naukovčïv, studentïv lïgosopodarських спецïalnoŝteï, ŝyrokoĝo kola ĝromadskōŝtï.



ISBN 978-80-8093-211-4



9 788080 193211 4