

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta lesnická a dřevařská**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Varvara Kotereva**

**2022**

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra lesnických technologií a staveb

**Vliv lesní těžby dříví na komplexní vodohospodářskou funkci lesa**

Bakalářská práce

Autor: Varvara Kotereva

Vedoucí práce: doc. Ing. Martin Jankovský, PhD.

2022

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Varvara Kotereva

Lesnictví

Hospodářská a správní služba v lesním hospodářství

Název práce

**Vliv lesní těžby na komplexní vodohospodářskou funkci lesa**

Název anglicky

**The effects of forest harvesting on the complex water management function of forests**

---

### Cíle práce

Lesní těžba má potenciál vytvářet poškození lesních ekosystémů. V průběhu procesu výroby surového dříví může docházet k poškození zůstávajících stromů a pokud použijeme pozemní technologie, dochází i k poškození půdy zhutněním. Zhutnění půdy způsobuje změny její vlastností, které mohou mít negativní dopady na úroveň ekosystémových služeb poskytovaných lesy – půdochrannou, vodohospodářskou apod. Cílem práce je vypracovat podrobnou literární rešerši zaměřenou na vliv procesu výroby surového dříví na komplexní vodohospodářskou funkci lesa. Důraz bude kladen jak na vliv technologie těžby tak i na její intenzitu v různých výrobních podmínkách.

### Metodika

Student vypracuje podrobnou literární rešerši, zaměřenou na vliv výroby surového dříví na komplexní vodohospodářskou funkci lesa. V rešeršování literatury použije zejména cizojazyčné prameny z předních vědeckých databází, např. Web of knowledge, Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, Wiley online library apod. Kromě toho využije i domácích literárních zdrojů ve formě odborných monografií a učebnic, odborných časopisů a zpráv příslušných orgánů státní zprávy.

#### Doporučený rozsah práce

30-40 stran

#### Klíčová slova

lesní těžba, lesnické technologie, zhutnění půdy, povrchový odtok, kvalita vody

---

#### Doporučené zdroje informací

- Abari, M., Majnounian, B., Malekian, A., Jourgholami, M. (2017). Effects of forest harvesting on runoff and sediment characteristics in the Hyrcanian forests, northern Iran. *European Journal of Forest Research*. 136.
- Allman M., Ferenčík M., Jankovský M., Stanovský M., Messingerová V. 2015. Damage Caused by Wheeled Skidders on Cambisols of Central Europe. *Croatian Journal of Forest Engineering* 36(2): 205–215.
- Allman, M., Jankovský, M., Allmanová, Z., (2018). The cone index is a weak predictor of soil disturbance on forest soils of the Western Carpathians. *Journal of Sustainable Forestry*, 37 (1): 38-45.
- Allman M., Jankovský M., Messingerová V., Allmanová Z., Ferenčík M. 2015. Soil compaction of various Central European forest soils caused by traffic of forestry machines with various chassis. *Forest Systems* 24(3): 10 p.
- Allman M., Jankovský M., Messingerová V., Allmanová Z. 2017. Soil moisture content as a predictor of soil disturbance caused by wheeled forest harvesting machines on soils of the Western Carpathians. *Journal of Forestry Research* 28(2):283–289.
- DVOŘÁK, J. *Využití harvesterových technologií v hospodářských lesích = The use of harvester technology in production forests*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2012. ISBN 978-80-7458-028-4.
- LUKÁČ, T. *Lanovky v lesnictví*. Zvolen: ÚVVP LVH, 2001. ISBN 80-88677-82-3.
- NERUDA, J. – MENDELOVA ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ UNIVERZITA. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA. *Harvesterové technologie lesní těžby*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2008. ISBN 978-80-7375-146-3.
- RÓNAY, E. – DEJMAL, J. *Lesná ťažba*. Bratislava: Príroda, 1991. ISBN 80-07-00432-7.
- Zhang, M., Wei, X., Sun, P., Liu, S. (2012). The Effect of Forest Harvesting and Climatic Variability on Runoff in a Large Watershed: The Case Study in the Upper Minjiang River of Yangtze River Basin. *Journal of Hydrology*. s 464–465. 1–11.
- 

#### Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

#### Vedoucí práce

Ing. Martin Jankovský, Ph.D.

#### Garantující pracoviště

Katedra lesnických technologií a staveb

Elektronicky schváleno dne 25. 3. 2019

doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 08. 04. 2022

---

Prohlašuji, že jsem bakalářskou na téma Vliv lesní těžby dříví na komplexní vodohospodářskou funkci lesa vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Martina Jankovského, PhD. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V..... dne.....

Podpis autora

## Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Martinovi Jankovskému, PhD. za ochotu a rady, které mi poskytoval při psaní mé bakalářské práce.

## **Abstrakt**

Závěrečná práce je představena formou rešerše z odborné literatury. V závěrečné práci jsou podrobně rozebrané funkce lesa s hlubším prostudováním vodohospodářské funkce lesa, další část je věnována těžbě dříví a jednotlivým složkám výrobního procesu. Poslední část rešerše se věnuje přehledu dostupných informací na téma vlivu těžby dříví a lesních technologií na vodohospodářskou funkci lesa. Cílem předkládané závěrečné práce je analyzovat současný stav vědeckého poznání v oblasti vlivu lesní těžby na vodohospodářské funkce lesa. Je samozřejmostí, že zásah lidí do přírody ovlivňuje i tě její složky, se kterými nespolečně pracuje rovněž. Těžba dříví je složitý proces, který ovlivňuje nejen „zelenou“ složku lesa, ale také vodní bilanci a faunu. Ve větším počtu prostudované odborné literatury však je výsledkem, že tento zásah nemá velký vliv na vodohospodářskou funkci lesa. Nicméně je třeba se více věnovat vodní složce při hospodaření v lese, aby se zachovala tato tendence málo významného vlivu.

**Klíčová slova:** Funkce lesa, vodohospodářská funkce lesa, těžba dříví, lesní těžba, lesní dopravní síť, lesní technologie, zhutnění půdy, povrchový odtok, kvalita vody.

## **Abstract**

The final thesis is presented in the form of research from specialized literature. In this thesis, the functions of the forest are analyzed in detail with a deeper study of the complex water management function of the forest, the next part is devoted to forest harvesting and individual components of the production process. The last part of the research is devoted to an overview of available information on the effects of forest harvesting and forest technologies on the water management function of the forest. The aim of this thesis is to analyze the current state of scientific knowledge in the field of the influence of forest logging on the water management functions of the forest. It goes without saying that human intervention in nature also affects its components, with which it does not cooperate equally. Forest harvest is a complex process that affects not only the "green" component of the forest, but also the water balance and fauna. However, in a larger number of studied professional literature, the result is that this intervention does not have a great impact on the water management function of the forest. Nevertheless, more attention needs to be paid to the water component in forest management to maintain this trend of little impact.

**Key words:** Forest function, ecosystem services, forest water management function, forest harvesting, forest transport network, forest technology, soil compaction, surface runoff, water quality.



## *Obsah*

<b>Abstrakt.....</b>	<b>7</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>8</b>
<b>Seznam tabulek a obrázků .....</b>	<b>10</b>
<b>Úvod.....</b>	<b>11</b>
<b>1. Cíle práce .....</b>	<b>13</b>
<b>2. Rozbor problematiky .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1. Současný stav lesů v České republice.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2. Funkce lesního ekosystému. ....</b>	<b>14</b>
<b>2.3. Vodohospodářská funkce lesa .....</b>	<b>15</b>
<b>2.4. Lesní těžba .....</b>	<b>20</b>
<b>2.5. Vliv lesní těžby na komplexní vodohospodářskou funkce lesa.....</b>	<b>31</b>
<b>3. Metodika práce .....</b>	<b>36</b>
<b>4. Diskuse a výsledky.....</b>	<b>37</b>
<b>5. Závěr.....</b>	<b>38</b>
<b>6. Seznam literatury a použitých zdrojů.....</b>	<b>39</b>

## Seznam tabulek a obrázků

Tabulka 1 Typy vodní bilance.....	18
Tabulka 2 Váhy funkčně redukčních kritérií Zdroj: Vyskot, I. et al., 2003 .....	19
Obrázek 1 Těžba dříví (Brychta, 2018).....	22
Obrázek 2 Soustředování dříví ( <a href="https://chci-maturitu.estranky.cz/fotoalbum/doprava-drivi/technika-pro-soustredovani-drivi/slkt-s-rukou-a-svernym-oplenem.html">https://chci-maturitu.estranky.cz/fotoalbum/doprava-drivi/technika-pro-soustredovani-drivi/slkt-s-rukou-a-svernym-oplenem.html</a> ) .....	22
Obrázek 3 Odvoz dříví ( <a href="https://www.lesni-realitni.cz/doprava-dreva">https://www.lesni-realitni.cz/doprava-dreva</a> ).....	23
Obrázek 4 Výroba sortimentů ( <a href="https://www.poziadavka.sk/ponuky/ponuka-78458/Pilarska-vyroba---Agregatni-sortiment-reziva">https://www.poziadavka.sk/ponuky/ponuka-78458/Pilarska-vyroba---Agregatni-sortiment-reziva</a> ).....	23
Obrázek 6 "Dart board" reprezentace prostorových měřítek hodnocených zde: místní (účinky vodního nebo stojanového měřítka) jsou uvedeny v nejnvtřnějším kruhu, efekty stupnice krajiny (10-100 km <sup>2</sup> ) jsou zobrazeny ve středním kruhu a Národní (povodí Baltského moře) .....	33

## Úvod

Téma této závěrečné práce jsem si vybrala, jelikož mně vždy zajímala příroda a ochrana jejich samotných složek, které pak určitě mají vliv na život a zdraví všech lidí. Les je důležitou složkou tohoto systému. Lesy jsou základem existence evolučně příbuzných biologických druhů, garantem stability působícím proti současné klimatické změně, silným a obnovitelným zdrojem surovin, objektem aplikace potenciálně vysoce efektivní práce a získávání konkurenceschopných produktů. Udržitelné hospodaření v lesích by mělo být založeno na udržování rovnováhy výrobních, ochranných a jiných funkcí lesů. Kromě toho jsou ekologické a sociální funkce lesů uznávány jako hlavní složky určující účinnost využívání lesního fondu, na rozdíl od dříve zvažovaných rozhodujících ekonomických a obchodních úvah. Lesy určují globální rovnováhu skleníkových plynů, absorpci oxidu uhličitého z atmosféry (během fotosyntézy) a jeho uvolnění do atmosféry (během dýchání půdy, rozkladu rostlinných zbytků a lesních požárů). Celková uhlíková rovnováha mezi atmosférou a lesy je posunuta směrem k její akumulaci v živé a mrtvé biomase lesních ekosystémů. Na jedné straně je les obrovským zdrojem obnovitelných surovin, nenahraditelným ve výrobě materiálu a bez omezení v rozmanitosti a množství produktů získaných ze dřeva, ale na druhé straně ochranné funkce lesů v současné době určují lidské prostředí (zejména kvalitu atmosférického vzduchu, ochranu půdy a vody). Nehledě na ochranné funkce lesů v přírodním a člověkem vytvořeném prostředí (jehož poptávka neustále roste), dřevní hmota zůstane hlavním typem využití lesa ještě poměrně dlouhou dobu. Vzhledem k tomu, že těžba dříví a přeprava vytěženého dříví budou v budoucnu i nadále ve špičce konfliktu mezi ekologií a hospodářstvím, ekologizace technologií těžby dřeva a provádění ochranných opatření při odlesňování zůstává pořad aktuální. Těžba dřeva porušuje lesní půdy, ničí organický horizont, mísí genetické obzory, tvoří technogenní mikrorelief. Tohle všechno vede k tvorbě svahového odtoku a výskytu eroze půdy během silných dešťů a tání sněhu, zejména silně na vykácených horských svazích. Většina našeho pochopení vlivů lesní těžby pochází z minulých spárových spádových studií. Při posuzování vlivu těžby dříví na životní prostředí, největší pozornost se zaměřuje na otázky ochrany a obnovy rostlinné složky. V současné době není stanoven charakter a směr změny fyzikálně-chemických vlastností půdy pod vlivem hospodářské činnosti člověka. Vzhledem k tomu, že do značné míry souvisí strukturální integrita, výkonnost a produktivita lesních biogeocenóz a to všechno je určeno

vlastnostmi půdy a vodní rovnovahou, je relevantní identifikovat směr jejich transformace v procesu výroby surového dříví.

## **1. Cíle práce**

Cílem předkládané závěrečné práce je analyzovat současný stav vědeckého poznání v oblasti vlivu lesní těžby na vodohospodářské funkce lesa. Pro důkladnou analýzu problematiky je potřebné zpracovat rozsáhlou a vyčerpávající literární rešerši v souladu s nároky kladenými na metodiky provedení takovýchto rešerší. Vzhledem k rozsáhlosti dané problematiky jsme se v literární rešerši omezili na práce zkoumající vliv těžby dříví a procesu výroby surového dříví na vodohospodářskou funkci lesů reprezentovanou například velikostí povrchového odtoku vody na územích, kde byly vykonány těžební zásahy.

Během prozkoumání literární rešerši bude kladen důraz zejména na technologie těžby, výrobní podmínky a jejich vliv na povrchový odtok. Táto složka vodohospodářské funkce lesa je nejvíce ovlivněna těžební činností člověka, proto problematika této závěrečné práce bude zúžena na její prozkoumání.

## **2. Rozbor problematiky**

### **2.1. Současný stav lesů v České republice**

„Česká republika patří k zemím s vysokou lesnatostí. Lesní pozemky pokrývají v současné době 2 671 659 ha, což představuje 34 % z celkového území státu. Výměra lesů se od druhé poloviny 20. století soustavně zvyšuje.“

Největší podíl lesů v ČR patří vládě (56 %). Místní samosprávy a lesní družstva mají 18 % vlastnictví lesů a 26 % náleží soukromým vlastníkům. Celková plocha lesů ve vlastnictví ČR je (1 461 tis. ha), 1 218 000 ha spravuje s. p. Lesy České republiky, 122 tis. ha patří je pod vedením s. p. Vojenské lesy a statky ČR a s 95 tis. hospodáří Správa národních parků.

Podle údajů z lesních hospodářských plánů, které určují možnou výši těžby, je celková zásoba dříví 699 mil. m<sup>3</sup>. Průměrná zásoba dříví na 1 ha je 269 m<sup>3</sup>. Pokračuje zvyšování celkových zásob dřeva v lesích ČR. Kdybychom porovnávali naše údaje s třicátými léty minulého století, dalo by se říct, že se údaje o celkové zásobě našich lesů zdvojnásobily. S 1 hektarem dřeva a ročním přírůstkem dřeva na 1 hektar je Česká republika na předních řádcích v Evropě. Tato skutečnost ukazuje velký produkční kapitál ČR při zachování dbaní na všechny ostatní funkce lesů.

Tento příznivý stav je výsledkem trvale udržitelného rozvoje v hospodaření s lesy. (MZe, 2020)

### **2.2. Funkce lesního ekosystému.**

Podle lesního zákona č. 289/1995 Sb. se lesem rozumí lesní porosty s jejich prostředím a pozemky určené k plnění funkcí lesa. Funkcemi lesa podle tohoto zákona jsou přínosy podmíněné existencí lesa, které se člení na produkční a mimoprodukční. (Zákon č. 289/1995 Sb., Lesní zákon)

Termín struktura ekosystému se vztahuje ke statictějšímu aspektu struktury, zatímco termín funkce ekosystému se vztahuje k dynamickému aspektu popisu a studia. Funkce ekosystému úzce souvisí s obnovou jednotlivých složek lesního ekosystému, tvorba organické hmoty, recyklace materiálů a tok energie.

Z hlediska životního prostředí pojem funkce lesa označuje pro lidskou společnost důležitý aspekt existence a dynamiky lesních ekosystémů. Lze je rozdělit na (Lesnická a dřevařská fakulta. Mendelova univerzita v Brně):

- Produkční funkci lesa
  - dřevoprodukční
  - nedřevoprodukční – technické suroviny, potravinářské suroviny, krmné zdroje, léčivé suroviny, lesní zvěřina a ryby, suroviny pro dekorativní, různé lesní suroviny (dřevěné a ovocné stromy, semena dřevin a keřů)
- Mimoprodukční funkce lesa, teda vliv dřeva na jednotlivé složky životního prostředí:
  - Klimatická funkce – termoregulace, zvyšování srážek a změny rychlosti a směru větru
  - Hydrologická (hydrická) funkce – koloběh vody v krajině, dělí se pak na:
    - vodohospodářská;
    - regulace vody;
    - ochrana proti vodě a ochraně lesů.
  - Půdotvorná a půdoochranná funkce
  - Rekreační funkce
  - Ochranné funkce

### 2.3. Vodohospodářská funkce lesa

Vodohospodářská funkce lesa je jednou z nejdůležitějších funkcí, jelikož plní důležitou roli v získávání pitné vody. Téměř 60 % pitné vody v ČR je získáváno z povrchových zdrojů, tedy vodních toků nebo vodních nádrží. Lesy vodohospodářsky důležité, ve kterých je tato funkce výlučnou, prvořadou či rovnocennou funkcí produkční zaujímají v ČR 27,6 % plochy lesů. Z toho v ochranných pásmech zdrojů povrchové vody (PHO) se nachází téměř 11 % lesní plochy v ČR. (Městské lesy Prachatice)

Funkce vodohospodářské – bez zvýšení celkového příjmu vody v zdroje, lesy zmírňují povodně a zabraňují zaplavení nebo podporují lepší odvodnění půdy. Omezují nebo zabránují vstupu kontaminovaných látek do vodního toku a podporují ochranu kvality vody. (MeziStromy [online])

Vodoochranné funkce, které podporují rovnoměrnější přísun vody do zdrojů nebo zvýšení jejího příjmu, zejména v období minimálních zásob (KS., 1985):

- regulace vody, které bez zvýšení celkového příjmu vody do zdrojů zmírňují povodně a zabraňují zaplavení nebo podporují lepší odvodnění půdy;
- ochrana proti vodě, které udržují nebo zlepšují kvalitu vody, chrání nádrže před ucpáním a znečištěním.

Řízení mimoprodukčních funkcí lesa vede k podpoře, posílení i k vytváření hydrických a půdoochranných účinků pro celý vodohospodářský proces a dosažení potřebné úrovně kvality vody. Ekosystémy, hospodářské procesy a jiné objekty na lesních pozemcích hrají velkou roli v tvorbě kvalitního prostředí pro život.

Vodohospodářské funkce lesa se pak dělí na:

- Komplexní vodohospodářskou funkce: kvalitativní i kvantitativní hydrické a půdoochranné účinky pro ochranu povrchových odtoků; především je určeno pro lesy ochranných pásem vodárenských nádrží.
- Detenční vodohospodářská funkce: reguluje odvodňovací režim srážkové vody za účelem přiměřené ochrany kulturní krajiny před záplavami a vodní erozí oslabením velkých vod na malých tocích (bystřinách).
- Vodoochranná a vodohospodářská funkce: vodní regulace, ochrana půdy a další funkce lesů, které se společně projevují v určitých oblastech; ochrana půdy před vodní a větrnou erozí, stejně jako ochrana půdy, dopravních cest, osad před škodlivými účinky klimatických a hydrologických faktorů.

V lesích s těmito funkcemi se rozlišují skupiny lesů s lokálními funkcemi: protierozní, desukční (odsávací) a infiltrační (vsakovací). Podle nich se liší typ hospodaření s konkrétními lesními pozemky. (LDF Mendelova univerzita)

Po celém světě dodávají zalesněné povodí vodu pro zemědělské, městské, průmyslové a ekologické požadavky. V minulosti, lesní a vodní politiky byly často založeny na předpokladu, že, za jakýchkoli hydrologických a ekologických okolností, les byl nejlepší půdní kryt pro maximalizaci výnosu vody, dobítí podzemní vody, regulovat sezónní toky, a zajistit vysokou kvalitu vody. Realita je bohužel mnohem složitější a vztah mezi lesy a vodou není tak snadno vyřešen takovým obecným pravidlem. Druh a hustota lesní a keřové vegetace, původ změn-zalesňování—odlesňování, lesní požáry atd.- nebo režim srážek, jsou všichni zapojeni do hydrologické reakce na vegetační posuny.



Výzkum lesní hydrologie prováděný během posledních 40 let byl shrnut v několika recenzovaných studiích, např.: Hibbert (1967) Bosch a Hewlett (1982), Andreassian (2004), Bruijnzeel (2004), Brown a kol. (2005), Calder (2005, 2007), van Dijk and Keenan (2007) nebo Levia et al. (2011). Výzkum v malých experimentálních párových povodích jasně ukázal, že hospodaření s lesy může zvýšit roční výnosy vody (Webb et al., 2012; Van Haveren, 1988) a doplňování podzemní vody (Bent, 2001; Lasch et al., 2005; Peck a Williamson, 1987), ale také prokázali, že interakce lesů a vody jsou velmi složité a musí být analyzovány s přihlédnutím k místním podmínkám, zejména v semiaridních ekosystémech. (GARCIA-PRATS, D. DEL CAMPO, PULIDO-VELAZQUEZ, 2016)

Vodohospodářská funkce je cílená lesnická modifikace přírodních procesů, tj. úprava a ovlivňování přirozeného vodního režimu a vodní bilance k cíleným vodohospodářským účelům.

Stěžejním účinkem vodohospodářské funkce lesů je schopnost převést co největší množství disponibilní (srážkové) vody co nejefektivněji do porostní půdy jako fyziologického, ekofyzikálního, užitného a distribučního zdroje a odtud dále.

Poznatky klasické lesnické hydrologie uvádějí, že podstatnou složkou lesních ekosystémů v jejich působení na srážko-odtokové poměry je jen charakter lesní půdy. Ostatní složky – zejména druhová skladba, struktura, či věk nejsou tak rozhodným faktorem hydrických účinků lesů. Lesnická vodohospodářská praxe však pokládá kvalitu lesních porostů, především jejich druhovou skladbu a strukturu za zásadní faktor ovlivňující schopnost infiltrace – modifikací půdního prostředí, tvorbou nadložního humusu, jeho mocností a formou. Proces infiltrace srážkové vody do lesní půdy záleží na složení, věku, zakmenění a struktuře („konstrukci“) porostů, jejich fyziologii, morfologii i zdravotnímu stavu. Důležitý vliv při formování vodního režimu a vodní bilance lesních porostů především v iniciačních povodích mají i antropogenní impakty: vnější – klimatické změny, imisní zátěže, degradace půd; a vnitřní – jednostranné hospodářské požadavky (charakter zpřístupnění lesa, technologie těžby dřeva a jeho přiblížování, způsoby obnov porostů, volba dřevinné skladby, výchova porostů atd.).

Lesnické vodní hospodaření se dostatečně nezabývá „vlastní“ hydrickou a vodohospodářskou účinností lesních porostů (vodní bilancí a vodním režimem lesních ekosystémů). Není provozně řešen vodní režim porostů, jejich vodní bilance, nejsou uplatňována lesnická opatření k ovlivňování a modifikaci hydrických a vodohospodářských účinků dřevin a jejich porostů. Vodohospodářská funkce lesních porostů je „respektována“ pouze v kategorii, resp. v

subkategoriích „lesů zvláštního určení“; v lesích „hospodářských“ není provozně cíleně zajišťována ani podporována. Pouhou reminiscencí je např. dávná směrnice MLVH č.13/1972 o hydrických a vodohospodářských aspektech hospodaření v lesích.

Jako příklad uvádíme modelovou vodní bilanci porostů a její typy (Tabulka 1).  $HS = (H_s + H_{TR} + H_{IN} + H_{VP}) + (H_{OP} + H_{VS}) = H_{ETR} + H_{CO}$

$H_{ETR} (100 \%) = H_{TR} (60 \%) + H_{IN} (30 \%) + H_{VP} (10 \%)$

$H_{CO} (100 \%) = H_{OP} (\geq 0 \%) + H_{VS} (\leq 100 \%)$

Tabulka 1 Typy vodní bilance

		Produkční funkce	Vodohospodářská funkce
Pasivní	$HS < H_{ETR}$	–	–
Vyrovnaná	$HS = H_{ETR}$	+/-	0
Pozitivní	$HS > H_{ETR}$ ( $ko < 0,5$ )	++	+
Vysoce pozitivní	$HS > H_{ETR}$ ( $ko > 0,5$ )	++	++

$H_s$  = celkový úhrn srážek;  $H_{TR}$  = transpirační výpar;  $H_{IN}$  = intercepční výpar;  $H_{VP}$  = výpar z půdy;  $H_{OP}$  = povrchový odtok;  $H_{VS}$  = infiltrační odtok;  $H_{ETR}$  = celková evapotranspirace;  $H_{CO}$  = celkový odtok;  $ko$  = koeficient odtoku

Vzhledem ke vzájemné provázanosti a závislosti procesů a veličin v lesních ekosystémech působí i redukční kritéria synergicky na hodnotu reálného efektu REfl. Tyto vztahy nemají neměnný charakter, ale dynamicky se transformují v závislosti na aktuálním stavu lesních porostů. Výslednou hodnotu REfl tyto vazby ovlivňují prostřednictvím významových vah jednotlivých funkčně-redukčních kritérií. Tyto váhy byly stanoveny na základě analýzy lesnických databází a vědeckých poznatků o působení věku, zakmenění a zdravotního stavu. Vlastní váhy funkčně redukčních kritérií uvádí tabulka č. 2. (SCHNEIDER, KUPEC, VYSKOT a REBROŠOVÁ, 2008)

Tabulka 2 Váhy funkčně redukčních kritérií Zdroj: Vyskot, I. et al., 2003

Funkce lesa	vývojové fáze porostu (v % obmýtí)	Váhy redukčních kritérií vyjádřené poměrovými čísly		
		Váha věku $V_T$	Váha zakmenění $V_Z$	Váha zdravotního stavu $V_{ZS}$
<b>Bioprodukční</b>	0 - 20	0,85	0,05	0,1
	21 - 40	0,8	0,1	0,1
	41 - 60	0,7	0,1	0,2
	61 - 80	0,45	0,2	0,35
	80+	0,4	0,15	0,45
<b>Ekologicko-stabilizační</b>	0 - 20	0,8	0,05	0,15
	21 - 40	0,6	0,1	0,3
	41 - 60	0,5	0,2	0,3
	61 - 80	0,5	0,2	0,3
	80+	0,4	0,2	0,4
<b>Hydricko-vodohospodářská</b>	0 - 20	0,8	0,1	0,1
	21 - 40	0,7	0,2	0,1
	41 - 60	0,5	0,3	0,2
	61 - 80	0,3	0,4	0,3
	80+	0,3	0,4	0,3
<b>Edaficko-půdoochranná</b>	0 - 20	0,8	0,1	0,1
	21 - 40	0,7	0,2	0,1
	41 - 60	0,5	0,3	0,2
	61 - 80	0,3	0,3	0,4
	80+	0,3	0,3	0,4
<b>Sociálně-rekreační</b>	0 - 20	0,9	0,05	0,05
	21 - 40	0,8	0,1	0,1
	41 - 60	0,6	0,2	0,2
	61 - 80	0,4	0,3	0,3
	80+	0,4	0,3	0,3
<b>Zdravotně-hygienická</b>	0 - 20	0,9	0,05	0,05
	21 - 40	0,8	0,1	0,1
	41 - 60	0,5	0,2	0,3
	61 - 80	0,4	0,2	0,4
	80+	0,3	0,3	0,4

## 2.4. Lesní těžba

Při výkladu pojmu „těžba“ podle Stanka (2002), podle lesního zákona, ustanovení § 2 tohoto zákona, které obsahuje vymezení pojmů pro účely lesního zákona, je pojem „těžba lesních porostů“ poprvé zmíněna jako součást pojmu „hospodaření v lese“. Podle lesního zákon, pojem „lesní těžba není výslovně definován, protože jde o speciální pojem, které dostatečně srozumitelný pro lesnickou společnost. Pak konkrétním ustanovením, týkajícím se těžby dříví se věnuje samostatní paragraf lesní ho zákona.

„Dalším zdrojem definice může být dosud platná podniková norma PN 480004 - Těžba dřeva – Názvy a definice, která v části I. Těžba dřeva definuje pojem „těžba dřeva" jako jednu nebo více těžebních technologických operaci (podle těžební metody) počínaje kácením; termínu se používá i v širším významu, tj. včetně soustředování dříví.“

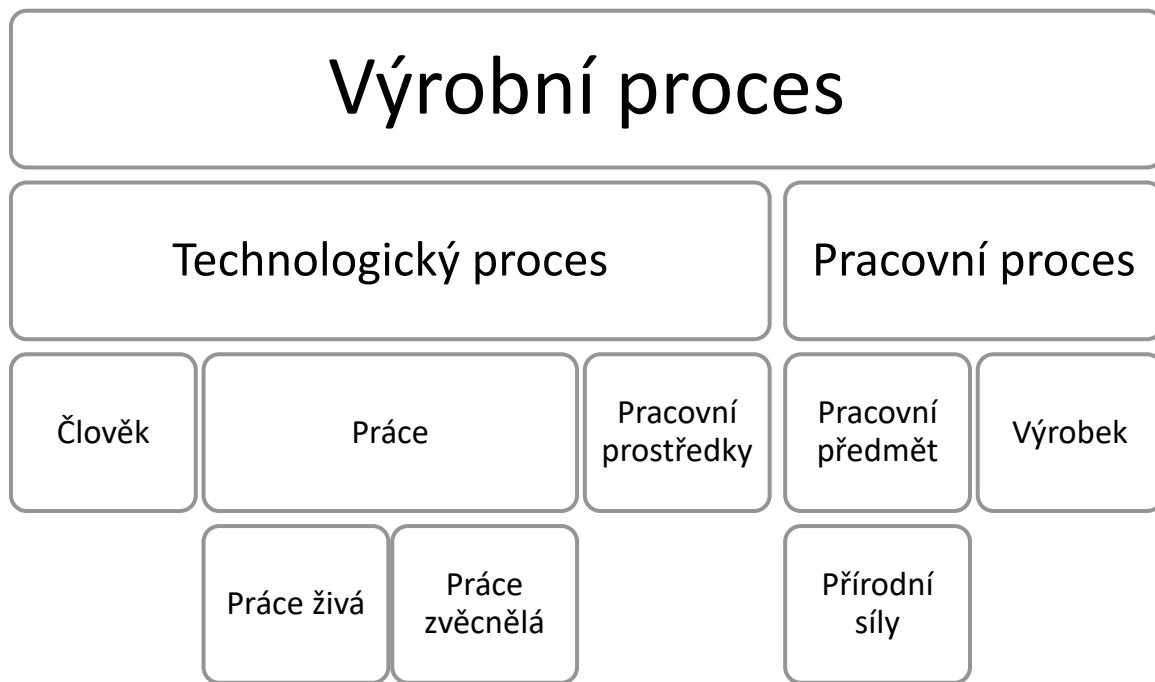
Podle § 33 lesního zákona je těžba dříví jednou s lesnických činnosti, vykonávaných v lese při hospodaření s ním a její naplní je kácení stromů, odvětňování pokácených stromů, v některých případech také odkornování kmenů a v závislosti na použité těžební metodě také další manipulace, například krácení kmenů na sortimenty požadovaných délek

(Štícha, 2017)

### **Struktura výrobního procesu těžby a dopravy dříví**

Výrobní proces je koordinace činností všech oddělení podniku (hlavní výroba, materiálové náklady a celková údržba, řízení, kontrola kvality, skladování, atd.), díky které z původních materiálů, polotovarů a dílů vychází výrobek, připraveny k dalšímu zpracování nebo použití.

**Výrobní proces se skládá z:**



(Simanov, 2004)

**Technologický proces** je součástí výrobního procesu, kde se kvantitativně nebo kvalitativně mění předmět práce.

**Pracovní proces** je část výrobního procesu, během které se pracovní předměty přetvářejí na výsledné produkty, např. příprava půdy pro přirozené zmlazení.

**Výrobní postup** je pořadí, ve kterém probíhají jednotlivé fáze výrobního procesu.

**Technologický postup** je dokončená část hlavní výroby, která má za následek změnu tvaru, velikosti, stavu a vlastností materiálů nebo polotovarů nebo jejich spojení.

**Technologický řetězec** jsou stroje a zařízení, zařazené do výrobního procesu v časové posloupnosti v souladu s technologickým procesem.

**Pracovní postup** je část procesu, kde člověk zasahuje do výrobního procesu svou prací.

**Výrobní proces** probíhá v jednotlivých fázích výroby v určitém pořadí.

Výrobní fáze - jedná se o specifický výrobní proces, v němž jsou důsledně prováděny některé výrobní operace v souladu s výrobním postupem, výsledkem kterých je zhotovení výrobku.

Mezi výrobní fáze patří:

- těžba dříví
- soustředování dříví
- odvoz dříví
- výroba sortimentů





Obrázek 1 Těžba dříví (Brychta, 2018)



Obrázek 2 Soustředování dříví (<https://chci-maturitu.estranky.cz/fotoalbum/doprava-drivi/technika-pro-soustredovani-drivi/slkt-s-rukou-a-svernym-oplenem.html>)





Obrázek 3 Odvoz dříví (<https://www.lesni-reality.cz/doprava-dreva>)



Obrázek 4 Výroba sortimentů (<https://www.poziadavka.sk/ponuky/ponuka-78458/Pilarska-vyroba---Agregatni-sortiment-reziva>)

Časové pořadí výrobních fází pak závisí na použité těžební metodě.

Pracovní operace je část výrobního procesu (a zároveň část výrobní fáze), která je vykonávána jedním nebo skupinou lidí na jednom místě práce, na jednom pracovišti, a to bez přerušení jiné činnosti. Nezáleží na tom, zda se operace provádí ručně nebo ručně.

V těžební činnosti považujeme za pracovní operace:

- Ve výrobní fázi těžba dříví:
  - kácení stromu
  - odvětvování
  - odkorňování
  - zkracování
  - snášení
  - ukládání
- Ve výrobní fázi soustředování dříví:
  - vyklizování (vynášení, snášení)
  - sestavení nákladu
  - přibližování (vyvážení)
  - třídění
  - jízda do porostu
- Ve výrobní fázi odvoz dříví:
  - nakládání
  - jízda s nákladem
  - skládání
  - jízda bez nákladu
- Ve výrobní fázi výroba sortimentů:
  - měření
  - příčné přeřezávání
  - třídění
  - odkorňování
  - štípání
  - štěpkování
  - ukládání
  - adjustace



Nicméně některé operace nemusí být provedeny vůbec, nebo mohou být uskutečněny v jiné výrobní fázi a na jiném místě, např. odkorňování nebo odvětvení může být přesunuto až na manipulační sklad. Časové pořadí operací uvnitř výrobní fáze závisí na použité těžební metodě a technologickém a pracovním postupu.

## Těžební metody

Výroba surového dříví je rozdělena do čtyř částí: těžba dříví, soustředování dříví, odvoz dříví a výroba sortimentů. Podle lokality realizace jednotlivých operací výrobních fází těžba dříví a výroba sortimentů se pak obvykle liší různé těžební metody.

Za základ systematiky těžebních metod proto byla vzata forma dříví, ve které je surové dříví dopraveno na odvozní místo. Podle toho rozeznáváme tři základní metody a jejich varianty (SIMANOV, Vladimír a Václav KOHOUT, 2004):

### Metoda sortimentní

- Úplné druhování dříví
  - přeprava "obchodovatelných" sortimentů
- Výřezy standardních délek
  - stejné standardní délky

### Metoda kmenová

- Druhování na odvozním místě
- Druhování na manipulačním skladě

### Metoda stromová

- Odvětvení na odvozním místě
- Odvětvení na manipulačním skladě
  - přeprava celých stromů do manipulačního skladu

## Metody a technologie používané v ČR

V ČR dominuje metoda kmenové délky (71%) s využitím řetězových pil pro kácení a odvětvení, stejně jako smyky a zemědělské traktory vybavené navijáky. Kabelový lanovkový systém "Larix" se používá v horských oblastech. Tímto způsobem se vytěží asi 120 000 m<sup>3</sup> dřeva. Téměř třetina (29%) se sklízí plně mechanizovaným způsobem s použitím harvesterů a speditérů. Odhaduje se, že existuje asi 500 kombajnů a 850 speditérů (MZe 2015). Náklady na těžbu a těžbu dřeva jsou 17,1 a 8,3 € / m<sup>3</sup>. (Moskalik et al.)

Tabulka 4 Vysvětlení zkratk: H-Harvestor; F-speditér; C-řetězová pila; O-kůň; OT-kůň s přívěsem; S-smyk; TW-zemědělský traktor s navijákem; TT-zemědělský traktor s přívěsem; CC - kabelový jeřáb (Moskalik et al.)

Harvesting method	Average distance between skid rails m	Mechanization degree	Transported wood	Belarus	Bulgaria	Czech Republic	Estonia	Latvia	Lithuania	Poland	Romania	Slovakia	Ukraine	
H-F	20	Fully mechanized	Short wood <6m	■		■	■	■	■	■	■	■		
C-H-F	>20	Highly mechanized				■			■					
C-F	20				■	■	■	■	■	■	■	■	■	
C-TT	20				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
H-CC	20						■							
C-H-CC	>20						■						■	
C-O-H-F	>30			Partially mechanized			■							
C-OT	20					■					■	■		
C-O-F/TT	>20						■						■	
H-TW/S	20	Highly mechanized	Long wood >6m			■	■			■				
C-TW/S	>20				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
C-CC	>40					■						■	■	■
C-O-TW/S	>20	Partially mechanized			■	■						■	■	
C-O	>20					■	■						■	■
Frequency of usage:				■	Very often	■	■	often		■	rarely			

V současné době je výroba a prodej dříví jsou nejdůležitější (a v mnoha případech stále jediný dostupný zdroj) příjmů v lesnictví. Základní požadavek v plánování je maximalizovat vytěžené dřevo, ale také jeho trvalost a vyrovnanost v dlouhodobém horizontu. Současně se ale při dosahování tohoto cíle musí vyrovnat s řadou omezení, jako jsou zákonné limity, požadavky orgánů ochrany přírody. V reálných podmínkách je splnění všech limitů a požadavků induktivním způsobem často nereálné. I v případě, že takové řešení je nalezeno, hospodář nemůže vědět, zda je současně nejlepším možným řešením.

V současné době existuje celá řada sofistikovaných metod a přístupu pro řešení podobných problémů, které mohou plánování těžeb výrazně usnadnit.

Podle Johnson a Shermann (1977) jsou dva hlavní typy modelů, které se používají v různých modelech plánování těžby. Tyto dva typy se nazývají model I a Model II a vyznačují se

základním přístupem k možnostem získávání vstupních dat. Model I naznačuje, že teoreticky mohou být všechny prvky aktualizace obnoveny během plánovacího období.

Model II také stanoví podmínku, při kterém je určité množství zásob, nebo velikost plochy mýtného porostu nemusí být zasaženo těžbou na konci horizontu plánování, aby bylo možné je používat v průběhu příštího období. (Kašpar, Jan a Robert Marušak) Podle Beaudoin a kol. (2008) matematické modely se začaly používat v dřevařském a dřevozpracujícím průmyslu už v 60 letech. let 20. století. S modernizací světa rostla i složitost jednotlivých modelů. Je třeba si představovat les jako systém pro správné plánování a užitečné hospodaření s jeho složkami.

Model tohoto systému je závislý na vazbě mezi konkrétními prvky vyjádřeny podmínkami: s větším počtem proměnných a omezení roste přesnost tohoto modelu.

### **Lesní dopravní síť**

Podle definice ČSN 73 6108 je to síť lesních cest včetně souvisejících lesních skladů, výhyben a obratišť.

K lesní dopravní síti se vztahuje:

- Lesní cesta, což je účelová komunikace pro dopravní zpřístupnění lesů a jejich propojení s ostatními pozemními komunikacemi, která slouží k lesní dopravě, provádění záchranných a likvidačních prací složkami integrovaného záchranného systému a k zajišťování obrany státu
- Ostatní trasy pro lesní dopravu, což jsou trasy pro lesní dopravu, které nejsou pozemními komunikacemi (lesní svážnice a technologické linky)
- Lesní stezka nebo lesní pěšina, jinými slovy trasy určené zejména pro chůzi v lese s povrchem upraveným pro daný účel.

## Rozdělení lesních cest

Lesní cesty se podle významu, účelu a konstrukce dělí na lesní cesty pro celoroční provoz a lesní cesty pro sezónní provoz.

### - Lesní cesty pro celoroční provoz

Lesní cesty pro celoroční provoz (dále též „1L“) jsou obvykle jednopruhové cesty umožňující svým prostorovým uspořádáním a technickou vybaveností celoroční provoz směrodatným vozidlem. Vždy jsou opatřeny vozovkou, účinným a technicky účelným odvodněním a výhybnami. Nejmenší šířka jízdního pruhu je 3,0 m, nejmenší volná šířka lesní cesty je 4,0 m.

### - Lesní cesty pro sezónní provoz

Lesní cesty pro sezónní provoz (dále též „2L“) jsou jednopruhové cesty umožňující svým prostorovým uspořádáním a technickou vybaveností alespoň sezónní provoz (v obdobích s nižším úhrnem srážek nebo v obdobích zámrazu) směrodatným vozidlem.

V případě nedostatečně únosného a nedostatečně odvodněného podloží se opatřují provozním zpevněním nebo vozovkou.

Vždy se opatřují účinným a technicky účelným odvodněním a výhybnami. Nejmenší šířka jízdního pruhu je 3,0 m, nejmenší volná šířka lesní cesty je 4,0 m.

## Rozdělení ostatních tras pro lesní dopravu

Ostatní trasy pro lesní dopravu se podle významu, účelu a konstrukce dělí na lesní svážnice a technologické linky.

### - Lesní svážnice

Lesní svážnice (dále též „3L“) slouží pro soustředování dříví, zpravidla spojují technologické linky s lesní cestní sítí. Nejmenší volná šířka lesní svážnice je 3,0 m. Omezujícím faktorem je únosnost podloží a jeho náchylnost k erozi. Vozovka se nenavrhuje; povrch lesní svážnice může být opatřen provozním zpevněním nebo úpravou podložních zemin podle ČSN 73 6133 v celé délce nebo v určitém místě, anebo může být zcela bez úpravy. Lesní svážnice by měly být opatřeny základním podélným a příčným odvodněním zemního tělesa. Na lesních

svážnicích se nenavrhují výhybny. Největší dovolený podélný sklon závisí na morfologii terénu a na kvalitě odvodnění. Na nezpevněných lesních svážnicích nesmí podélný sklon jízdniho pásu překročit 10 % na nesoudržných zeminách; u soudržných zemin jen 8 %. Úseky s větším podélným sklonem je nutno upravit jako zpevněné lesní svážnice a zřídit podélné a příčné odvodnění. V takovém případě je největší podélný sklon 16 %.

### Technologické linky

Technologické linky (dále též „4L“) slouží pro soustřeďování dříví, zpravidla spojují lesní porosty s lesními svážnicemi, lesními sklady nebo s lesními skládkami. Jsou vedeny zpravidla po spádnicí; maximálně podélný sklon je dán použitým přibližovacím prostředkem (traktor, vyvážecí technika, kůň apod.). Povrch je vždy nezpevněný, zpravidla se neodstraňuje ani vrchní organická vrstva. Zemní práce se provádějí jen ve výjimečných případech. Šířka technologické linky je minimálně 2,0 m; jsou bez technické vybavenosti anebo jen s minimální technickou vybaveností (např. odvodnění). Výhybny se nenavrhují. (Lesní cestní síť: ČSN 73 6108, 2018)

Lesní cesty umožňují:

- transport dříví i jiných hmot, osob, materiálů a strojů;
- zpracování, třídění a manipulace s dřívím i jiných lesních produktů;
- prostorové rozčlenění lesů, pro plánování, kontroly, organizaci provozu i orientaci;
- ochranu lesa proti vnějším organismům i ohni;
- rekreační činnost v lese (turistika, cyklistika, jízda na koních).

Na lesní cesty se soustřeďuje občasná doprava lesních mechanismů i turistika. (Vícha, Jařabač, Oceánská a Bíba. , 2016)

## 2.5. Vliv lesní těžby na komplexní vodohospodářskou funkce lesa

Hydrologický cyklus je klíčovým hnacím motorem lesního biogeochemického cyklu. Celosvětově jsou srážky limitujícím faktorem pro zakládání lesů v mnoha regionech. V boreální ekozóně není voda obecně primárním omezujícím faktorem růstu lesů a významná část ročních srážek padá jako sníh. Účinky lesů a lesnictví na hydrologický cyklus jsou silně závislé na měřítku. Neporušené lesy vracejí významnou část příchozích srážek do atmosféry odpařováním a transpirací a zalesňování může účinně snížit odtok. Kácení snižuje transpiraci a překrývající se intercepce, což vede k vlhčím půdám, větší část srážek přispívá k odtoku a zvyšuje boční toky vody. Vlhčí půdy mohou přispět ke zvýšení koncentrace povrchové vody, míry metylace rtuti a potenciálně produkce skleníkových plynů (např. CH<sub>4</sub> a NO<sub>2</sub>) z anoxických půd. Lesní příkopy, které jsou zřízeny za účelem vysychání půd, aby se zlepšil růst lesů v nasycených oblastech, zvyšují toky vody nad referenční úroveň stavu a jejich údržba může vést ke zvýšeným tokům sedimentů a živin. Lesnické operace na mokřích půdách jsou nedocněnou hrozbou pro kvalitu vody.

Obecně je při hodnocení vodních účinků lesů obecně věnována menší pozornost účinkům lesních cest. Podobně dopad sekundárních bystrinné sítí na vytváření povodňových vln v malých lesních povodích. Dopravní lesní síť působí na vodní bilanci a oběh vody v lesních porostech převážně negativně. Při odlesnění pruhu porostu pro cestu se snižuje intercepce a transpirace a kvůli tomu se zvyšuje potenciální množství odtokové vody. Při udržitelném hospodaření a použití při jednotlivých fázích těžby technologii šetrných k půdě v lese, nevzniká povrchový odtok a vrcholy toků za těchto podmínek nestoupají. Použití liniových přibližovacích a odvozních struktur se však negativně ovlivňují tyto podmínky. Hustota této sítě, tlak na půdu a způsoby jejího odvodnění jsou rozhodujícími pro hodnocení vlivu. Podle ČSN 73 6108 Na svažitém terénu je doporučována hustota sítě 40 až 60 m/ha s odvodněním cestními příkopy pod svahem a s propusty vzdálenými podle místních podmínek 30 až 60 m, ne víc než 150 m. Důležité statistickými prvky jsou zápoj porostu, vlastnosti půdy, vlastnosti lesní cesty, jízdní stopy, sklony terénu a cesty, odvodňovací příkopy. Podle různých typů povrchu se na cestě zůstává různé množství srážkové vody. Ze pevněného povrchu odtéká až 100 % dešťové vody, z jiných cca polovina. Pomocí plánování hustoty a zpevněností cest, může být povrchový odtok usměrňován. Pro správné hospodaření by hustota cest by měla být co nejmenší a jejich vliv na povrchový odtok a komplexní hydrologickou funkci by měl být zkoumán.

V České republice udržování vhodných podmínek pro srážkově-odtokových proces řízena technickou normou ČSN 73 6108. Vodní účinky lesních cest, ale zatím nebyly důkladně zkoumány. Ke dispozici máme výzkum Lesnicko-hydrologický ve dvou malých, beskydských, výzkumných povodích Červík a Malá Ráztoka. Ten vyhodnocuje prvky vodní bilance, jejich vztahy a rozkolísanost pro hospodaření v lesích. Z výzkumu bylo zjištěno, že porostní obnova ve zkoumaných povodích Červík a Malá Ráztoka statisticky nezvýšila vrcholy průtokových vln. Pravděpodobné vlivy lesních cest na odtoky z povodí byly málo výrazné v komplexitě průtokových vln.

Proto početnějšími jsou data o vsaku do půdy, která však závisí i na nasycenosti povodí vodou. Povrchový odtok je klasifikován na lesní půdě jako výjimečný jev s krátkým trváním.

Z toho plyne, že lesní dopravní síť ovlivňuje nejvíce povrchový i podpovrchový odtok. Lesní cesty a s nimi související manipulační plochy mají v povodích jen malý plošný podíl. (Vícha, Jařabač, Oceánská a Bíba)

Při zkoumání roli lesního prostoru na prodění vody v malých horských povodích (do 2 km<sup>2</sup>) ve světové literatuře můžeme zaznamenat potenciální nebezpečný závěr nárůstu průměrného ročního průtoku v reakci na odstraňování vegetace v povodí. Špatná interpretace těchto závěrů by mohla vést k odlesnění z důvodu zvýšení vodní plochy pro veřejné použití.

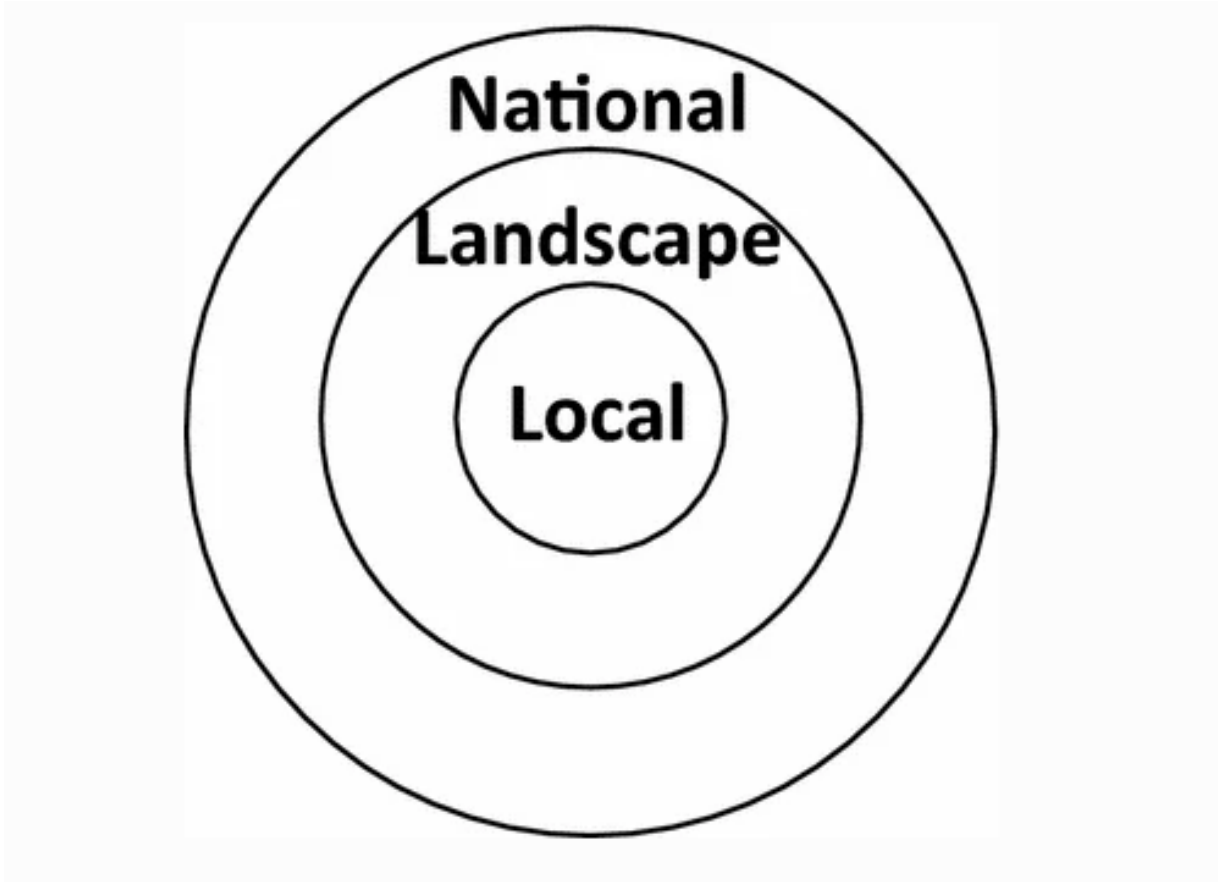
Nicméně studie zkoumající trvalé změny ve využívání půdy naopak prokázali, že zvýšení vodní plochy pro veřejné použití a přeměny lesa na nelesní využívání půdy vede k zhutnění půdy, snížením půdní organické hmoty a zvětšení nepropustného povrchu. Toto ve výsledku vede ke snížení základního odtoku z důvodu snížené infiltrace. Právě vysoká infiltrace, kterou vyznačovan lesní porost doplňuje zásoby podpovrchové vody. Tyto zásoby navíc se snižují zvyšováním zemědělských ploch, pastvin a příměstských pozemků. Evapotranspirace má největší podíl na doplňování zásob základního odtoku. (Vlasák, 2014)

Opatření v oblastí lesnického vodního hospodaření dneska zaměřována primárně na akumulaci povrchových vod. Mezi tyto aktivity patří budování malých vodních děl v lesích, upravit prameniště, drobných toků a bystřin. Dle (Ilja Vyskot, Alice Kozumplíková, 2018) však principiálně neřeší hydriko-vodohospodářskou funkci lesu. Klíčové je hospodaření s vodou ve vodním režimu, zejména zajištění vodní bilanci lesních prostorů a dostatku vody v porostní



půdě a porostním prostředí. Zajištění těchto vlastností jsou v rukou přírody, ale taky i moudrého lesníka. (Vyskot a Kozumplíková)

Účinky antropogenních činností včetně lesnictví na kvalitu vody se mohou projevit v místním, krajinném a celostátním měřítku (obr. 1). Místní měřítko odpovídá jednotlivým lesním



Obrázek 5 "Dart board" reprezentace prostorových měřítek hodnocených zde: místní (účinky vodního nebo stojanového měřítka) jsou uvedeny v nejvnitřnějším kruhu, efekty stupnice krajiny (10-100 km<sup>2</sup>) jsou zobrazeny ve středním kruhu a Národní (povodí Baltského moře)

porostům nebo povodím s plochami několika hektarů do maxima přibližně 10 km<sup>2</sup>. Rozloha krajiny je reprezentativní pro desítky až stovky km<sup>2</sup>. Národní měřítko v naší analýze je synonymem povodí Baltského moře. Závažnost každého problému kvality vody a lesnický efekt se hodnotí na všech třech prostorových měřítcích. Účinky v místním měřítku mohou být více či méně závažné v krajině a na celostátním měřítku.

Je možné, že jiné antropogenní zásah způsobí významné zhoršení kvality vody, které se pak zhorší lesní těžbou a způsobí těžkou degradaci. Zdá se však, že žádný z uvedených příkladů nejde tímto směrem. (Futter, M.N., Högbom, L., Valinia, S. et al., 2016)

Podle studie (Hümann, Schüler, Müller, Schneider, Johst, Caspari, 2011) se dá říct, že povrchový odtok velmi záleží na typu půdy a lesa. Například pro povodí Holzbachu platí: Půdy všech zkušebních míst v tomto povodí jsou charakterizovány jako kambisol se společným znakem kompaktní bazální vrstvy v podloží. Přírodní vegetaci v povodí Holzbachu dominují buky s hlubokým kořenovým systémem. Před jednou nebo dvěma generacemi stromů však lesníci na těchto místech vysadili smrky, aby zvýšili komerční přínos. Smrky mají mělký kořenový systém-nevýhoda, pokud jde o zadržování vody v lesích. Proto, naše vyšetřování poskytne vhled do toho, jak buk a smrk s jejich velmi specifickými systémy zakořenění ovlivňují půdu a tím i odtok z vyšetřovaných míst. V bukových porostech nebo ve smrkových porostech na horních a středních svazích v povodí Holzbachu nebyl pozorován žádný pozemní tok.

Ztráta vegetačního pokryvu lesní sklizní obecně zvyšuje průměrný objem povrchového odtoku a celkový výnos vody pro danou plochu půdy. S rostoucí mechanizací lesních těžebních operací, eroze půdy způsobená erozí břehů, soustřed'ovací, těžební cesty a těžba dřeva se dramaticky zvýšily. Lesní dopravní síť byla identifikována jako hlavní zdroj produkce sedimentů. (Etehadí Abari, M., Majnounian, B., Malekian, A. et al., 2017)

(L. Martínez-Zavala, A. Jordán López, N. Bellinfante,, 2008) uvádí, že odtok a úbytek půdy na sesuvech lesních cest za simulovaných srážek se hodně liší podle sezony. Riziko eroze půdy na zpětných svazích středomořských lesních cest je extrémně vysoké, zejména pokud je vegetační kryt pod 20-30%. Když vegetační kryt klesá z této úrovně, koncentrace sedimentů v odtoku a míra ztrát půdy roste exponenciálně. Zvýšení pokrytí rostlin o více než 30-40% je nezbytné pro udržení eroze v relativně nízkých mezích.

Výsledky této studie ukázaly, že existuje významná lineární korelace mezi podélným sklonem lesní cesty a vodní erozí. Výsledky této studie také ukázaly, že existuje větší korelace mezi strukturou půdy a množstvím eroze v jílovitých půdách než v bahnitých půdách. Není však možné předpokládat zřetelný faktor ovlivňující vodní erozi na lesním pozemku. Místo toho je podmínky pro eroze jsou představeny účinky interakce kolektivních faktorů způsobujících vodní erozi. (Env, Caspian J., 2013)

Ve výzkumu (Safari et al., 2016) byl prostudován hydrologický a erozní vliv kolejových drah a lesních cest v lese Darab Kola (severní Írán). Výsledky ukazují, že lesní cesty hrají hlavní roli v procesech eroze lesů v měřítku pozemku. Ačkoli lesní podlaha vykazuje nízké riziko eroze, nebezpečné povrchy hrají hlavní roli jako zdroje odtoku a sedimentu ve studované

oblasti. Zhutnění půdy, hrubě strukturovaná povrchová vrstva, nízký obsah organických látek a degradace struktury půdy v lesních cestách jsou některé z příčin zvýšené míry odtoku a eroze půdy na lesních cestách.

### **3. Metodika práce**

V rámci zkoumání vlivu těžby dříví na komplexní vodohospodářskou funkci lesa jsou podrobně rozebrané jednotlivé pojmy, jako je les, jeho vztah s vodními zdroji, jeho funkce. Největší důraz je tady kladen na vodohospodářskou funkci lesa, její přínos pro člověka a jak je člověkem v současné době ovlivněna. Celá práce je složena z literárních rešerše na dané téma a jejich hodnocení. Práce je rozdělena do několika částí:

- Vysvětlení pojmů vztahujících k funkcím lesa
- Podrobnější přehled o vodohospodářské funkci lesa
- Vysvětlení pojmů vztahujících těžbě dříví
- Přehled rešerše a názoru na uvedené téma: Vliv těžby dříví na komplexní vodohospodářskou funkci lesa.

Jako zdroje pro literární rešerši byli použité jak české, tak cizí odborné vědecké články. Průzkum odborné literatury byl prováděn zejména v anglickém, českém a ruském jazyku. Pomocí souhrnných údajů z různých zdrojů máme větší přehled o daném problému a možnost porovnat odlišné návrhy na jeho řešení.

#### 4. Diskuse a výsledky

Na základě provedených rešerše můžeme říct, že snížení zalesnění povodí vede ke změně objemu a režimu odtoku, chemickému složení vody, ke zvýšení odnášení částic půdy s povrchovým odtokem, k zabahnění spodních vrstev půdy. Kvůli menším zalesnění břehových teritorií se zvětšuje riziko jejich podmáčení a sesuvy půdy.

Složité vztahy mezi lesy a vodohospodářskou funkcí, spolu s pokračujícím rozšiřováním lesů, klimatické změny, a klesající trend stavu vodních toků, vyžadují, aby se při hospodaření s lesy zohlednily hydrologické faktory. Zatímco vodohospodářská funkce lesů je tradičně základem hospodaření v lese, kvantifikace vody v závislosti na lesním porostu, struktuře nebo hustotě zůstává výzvou.

Po prostudování dalších prací a článků na dané téma lze říct, že jejich autoři přišli k více či méně stejným výsledkům:

Místní poznatky z lesnicko-hydrologických výzkumů a dílčí rešerše k tomuto tématu dovolují, byť jen omezeně, dát zásady pro účelná měření. S větší četností lesnických prací v povodích rostou náklady na údržbu cestní sítě. Je třeba důsledněji odstraňovat odtokové rýhy převážně materiály z místních zdrojů, využívat přelivné hrázky v terénu a malé nádržky v prostředí s retenční a retardační funkcí odtoků včetně transportů splavenin a splaví (organického původu). (Vícha, Jařabáč, Oceánská a Bíba.)

Dopady lesního hospodaření na toky největší v rozsáhlém než intenzivním povodí, což naznačuje, že větší celková intenzita lesnictví se nemusí nutně promítnout do větších dopadů na životní prostředí, pokud jsou aplikovány udržitelnější postupy (např. částečná sklizeň). Upravené postupy řízení v rozsáhlém měřítku mohou snížit kumulativní účinky. (Erdozain, Kidd, Emilson, Capell, Kreutzweiser, Gray)

Hospodaření s lesy nemůže být založeno na tradičně empirických, individuálních pozorováních, ale musí být založeno na přesném uspořádání a skutečných potřebách při řízení vodních zdrojů. Je třeba podporovat efektivní správu malých lesních toků, podporovat jejich vodní, vodohospodářské a půdoochranné funkce. (Kozumplíková, Vyskot)

## **5. Závěr**

Na základě výsledků můžeme konstatovat, že vliv těžby dříví na komplexní vodohospodářskou funkci lesa existuje, ale není tak velký, aby kvůli tomu docházelo k nějakým větším poškozením nebo silnému zhoršení kvality vody. Největší riziko hrozí horským regionům a regionům, ve kterých se lesní těžba provádí podél nebo blízko vodních toků, protože se tím pak narušuje vodní rovnováha v půdě.

## 6. Seznam literatury a použitých zdrojů

1. Lesnictví [online]. MZe: eagri.cz, 2020 [cit. 2022-03-03]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/lesy/lesnictvi/>
2. Ostatní funkce lesa [online]. Dostupné z: <https://mlprachatice.cz/ostatni-funkce-lesa/vodohospodarske-funkce-lesa/>
3. Funkce lesního ekosystému [online]. Dostupné z: <https://www.mezistromy.cz/ekosystem-lesa/funkce-lesa>
4. Vodohospodářská funkce lesa [online]. Dostupné z: [https://ldf.mendelu.cz/uzpl/pestovani\\_v\\_heslech/pestsyst/ucpestov/ucel\\_char\\_fce\\_lesu.html](https://ldf.mendelu.cz/uzpl/pestovani_v_heslech/pestsyst/ucpestov/ucel_char_fce_lesu.html)
5. Garcia-Prats, D. Del Campo A Pulido-Velazquez. Forest and water management: Water research resource.
6. Schneider, Kupec, Vyskot a Rebrošová. Atlas celospolečenských funkcí lesů na území Chřibů. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, [2008]. ISBN ISBN978-80-7375-257-6.
7. Štícha, Václav. Lesní hospodářství. Vydání: 2. upravené. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2017. ISBN 978-80-213-2788-7.
8. Simanov, Vladimír a Václav KOHOUT. Těžba a doprava dříví. Písek: Matice lesnická, [2004]. Učebnice (Matice lesnická). ISBN 80-862-7114-5.
9. MOSKALIK ET AL., Timber Harvesting Methods in Eastern European Countries: a Review. 236.
10. KAŠPAR, Jan a Robert MARUŠAK. Základní principy prostorové optimalizace těžeb v lesním hospodářství. 7-9.
11. Lesní cestní síť: ČSN 73 6108. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
12. Vícha, Jařabáč, Oceánská a Bíba. VLIV LESNÍCH CEST NA ODTOKY Z HORSKÝCH LESNATÝCH POVODÍ: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady. 232.
13. Vlasák. Základní odtok - metody separace, faktory ovlivňující jeho výskyt a velikost. České Budějovice, 2014. Bakalářská práce. JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA.
14. Vyskot a Kozumplíková. Funkce lesů: Hydricko-vodohospodářský management.
15. Futter, M.N., Högbom, L., Valinia, S. Et Al. Conceptualizing and communicating management effects on forest water quality. Ambio 45, 188–202 (2016).

16. Maitane Erdozain, Karen A. Kidd, Erik J.S. Emilson, Scott S. Capell, David P. Kreuzweiser, Michelle A. Gray, Forest management impacts on stream integrity at varying intensities and spatial scales: Do abiotic effects accumulate spatially?, *Science of The Total Environment*, Volume 753, 2021
17. *Scopus* [online]. [cit. 2022-04-04].
18. Achat, D. L., Bakker, M. R., Augusto, L., Derrien, D., Gallegos, N., Lashchinskiy, N., ... Barsukov, P. (2013). Phosphorus status of soils from contrasting forested ecosystems in southwestern siberia: Effects of microbiological and physicochemical properties. *Biogeosciences*, 10, 733–752.
19. Greulich. *Transportation Networks in Forest Harvesting: Early Development of the Theory*. 1-10.
20. Zákon č. 289/1995 Sb., Zákon o lesích a o změně některých zákonů. (Lesní zákon)
21. MLVH č.13/1972