

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra lesnických technologií a staveb



Sledování odvozních souprav pomocí GNSS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor práce: **Bc. Petra Pišová**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jaroslav Tománek, Ph.D.**

Praha 2017

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Petra Pišová

Regionální environmentální správa

Název práce

Sledování odvozních souprav pomocí GNSS

Název anglicky

Tracking of logging trucks by GNSS

---

Cíle práce

Ověření možnosti použití přístrojů GNSS pro sledování trasy a rychlosti odvozní soupravy. Zjištění průměrné rychlosti odvozních souprav. Zjištění časového snímku práce odvozních souprav.

Metodika

Bude zpracována literární rešerše týkající se systémů GNSS, omezení příjmu signálu v lesním prostředí a dále možnosti využívání GNSS systémů v lesnictví. V praktické části budou do odvozních souprav umístěny GNSS přijímače, které budou zaznamenávat pohyb odvozní soupravy během směny. Získaná data budou vyhodnocena pomocí GIS aplikace.

Doporučený rozsah práce  
rešerše 50 stran, praktická část 20, přílohy 10

Klíčová slova

odovzní souprava, GNSS, GPS, GLONASS

---

Doporučené zdroje informací

GUCINSKI, Hermann. Forest Roads: A Synthesis of Scientific Information. Portland: U.S. Department of Agriculture, 2001, 108 s. ISBN 1428961429.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2013. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014.

RAPANT, P. Úvod do geografických informačních systémů. Ostrava: Vysoká škola báňská, 2002, 112 s.

TUČEK J., LIGOŠ J. Forest canopy influence on the precision of location with GPS receivers. Journal of forest science. 48(9), 2002, s. 399-407.

VOŽENÍLEK, V. a kol. Integrace GPS/GIS v geomorfologickém výzkumu. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 2001, 185 s.

---

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jaroslav Tománek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra lesnických technologií a staveb

Elektronicky schváleno dne 6. 3. 2016

doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 7. 3. 2016

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 16. 04. 2017

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Sledování odvozních souprav pomocí GNSS“ vypracovala samostatně pod vedením Ing. Jaroslava Tománka, Ph.D. a použila jen literární prameny a publikace uvedené v seznamu použité literatury.

V Praze dne 18. 4. 2017

.....

## ABSTRAKT

Tato práce se zabývá sledováním odvozních souprav pomocí GPS přístroje. Popisuje obecnou charakteristiku těžby a dopravy dřeva, lesní dopravní sítě a využití GPS v dopravě. Charakterizuje globální družicové navigační systémy a geografický informační systém. Na základě vlastního průzkumu jsou spočítány průměrné rychlosti odvozní soupravy na lesních cestách.

### Klíčová slova

Odvozní souprava, GNSS, GPS, GLONASS

## ABSTRACT

This thesis explores with monitoring truckloads using GPS devices. It describes the general characteristics of the extraction and transport of timber, forest road network and the use of GPS in transportation. Characterized global navigation satellite systems and geographic information system. Based on own field research, are calculated average speed truckloads on forest roads.

### Key words

Truckloads, GNSS, GPS, GLONASS

## Poděkování

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu diplomové práce Ing. Jaroslavu Tománkovi Ph.D. za odborné vedení, vstřícnost, ochotu a za poskytnutí důležitých materiálů a cenných rad. Také bych ráda poděkovala vedení střediska dopravně manipulačního Školního lesního podniku v Kostelci nad Černými lesy za umožnění výzkumu a poskytnutí potřebných informací. Dále bych ráda poděkovala své rodině za její trpělivost a podporu během studia a při psaní této práce.

# Obsah

<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2 CÍL PRÁCE</b> .....	<b>3</b>
<b>3 LITERÁRNÍ REŠERŠE</b> .....	<b>4</b>
3.1 LESNÍ HOSPODÁŘSTVÍ .....	4
3.1.1 Stav sektoru lesního hospodářství .....	4
3.2 LESNÍ TĚŽBA.....	5
3.2.1 Těžba a doprava dříví ve výrobním procesu.....	5
3.2.2 Výrobní lokality .....	6
3.2.3 Těžební metody.....	9
3.3 TĚŽBA DŘÍVÍ.....	9
3.4 DOPRAVA DŘÍVÍ.....	10
3.5 ODVOZ DŘÍVÍ .....	11
3.5.1 Systematika prostředků pro odvoz dříví.....	13
3.5.2 Terminologie v konstrukci vozidel a v odvozu dříví .....	17
3.6 LESNÍ DOPRAVNÍ SÍŤ (DÁLE JEN LDS).....	18
3.6.1 Účel LDS .....	19
3.6.2 Termíny a definice.....	19
3.6.3 Dělení lesní cestní sítě (ČSN 73 6108, 2016) .....	22
3.6.3.1 Lesní cesty 1. třídy.....	22
3.6.3.2 Lesní cesty 2. třídy.....	23
3.6.4 Dopravní trasy pro produkční funkce lesa (dále jen „dopravní trasy“) .....	23
3.6.4.1 Lesní svážnice.....	23
3.6.4.2 Technologické linky .....	24
3.6.5 Lesní stezky .....	24
3.7 NÁVRHOVÉ KATEGORIE LESNÍCH CEST.....	24
3.7.1 Dvoupruhové lesní cesty .....	25
3.8 NAVIGAČNÍ SYSTÉMY .....	26
3.8.1 Historie systémů pro určování pozice .....	27
3.8.2 Globální poziční systém (GPS).....	28
3.8.3 Systém GLONASS .....	29
3.8.4 Rozdíly GPS a GLONASS .....	30
3.8.5 GALILEO – Evropský globální navigační družicový systém .....	31
.....	32
3.8.6 Přesnost přístrojů GPS.....	32
3.9 SLEDOVÁNÍ VOZIDEL S VYUŽITÍM GPS .....	34

3.9.1 Elektronická kniha jízd s GPS.....	35
3.9.2 Online sledování vozidel pomocí GPS.....	36
3.10 POŽADAVKY FIREM PRO POŘÍZENÍ GPS.....	38
3.11 VYUŽITÍ GPS PŘÍSTROJŮ V DOPRAVĚ V ZAHRANIČÍ.....	38
3.12 GIS.....	41
3.12.1 Co je to GIS ?.....	41
3.12.2 Oblasti využití GISů.....	41
3.12.3 GIS jako software.....	42
3.12.4 GIS jako konkrétní aplikace.....	43
3.12.5 GIS jako informační technologie (IT).....	43
3.12.6 GIS – historie.....	43
<b>4 METODIKA .....</b>	<b>45</b>
4.1 METODIKA TERÉNNÍHO VÝZKUMU .....	45
4.2 POPIS ODVOZNÍ SOUPRAVY .....	49
4.3 POPIS MODELOVÉHO ÚZEMÍ.....	50
<b>5 VÝSLEDKY A DISKUZE.....</b>	<b>51</b>
<b>6 ZÁVĚR .....</b>	<b>62</b>
<b>7 LITERATURA .....</b>	<b>63</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>67</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>68</b>



# 1 Úvod

Odvětví lesní hospodářství, je součástí národního hospodářství České republiky. Cílem tohoto sektoru je trvale udržitelné hospodaření v lesích, jehož účelem je stanovení předpisů pro zachování lesa, péči o les a obnovu lesa jako národního bohatství, které je nenahraditelnou složkou životního prostředí.

Lesní těžba, je počáteční fáze poměrně náročného výrobního procesu. Po těžbě dříví následuje doprava dříví, jež je specifickou činností lesního hospodářství, neboť to je atypický způsob dopravy. Jsou k němu zapotřebí speciální dopravní prostředky. První fáze dopravy dříví spočívá v přepravě z místa pokácení na vývozní místo a následně na odvozní místo. Někdy se této fázi říká soustředování dříví. Podle druhu a délky dřeva je volen vhodný typ motorového vozidla (traktoru). Značnou roli hraje i použitá technologie těžby. Důležité je, aby při práci nedocházelo k poškozování okolních stojících stromů. Po fázi soustředování dříví následuje fáze odvoz dříví. Jde o dopravu dříví po lesních cestách a veřejných komunikacích z odvozního místa na manipulační sklad či rovnou k odběrateli. K tomuto odvozu dříví se používají tažná a přípojná vozidla. Příkladem jdou odvozní soupravy, ty jsou vybaveny hydraulickou rukou, která slouží k naložení dříví. Tyto nákladní automobily se musí pohybovat tak, aby nedocházelo k poškozování lesních cest a odvozního místa, protože při narušení půdy technikou může následně dojít k erozi půdy.

Lesní dopravní síť slouží převážně pro dopravu dříví a je velmi důležitou součástí lesního hospodářství. Kvalita a hustota lesní cestní sítě má vliv na technologii odvozu dříví z lesa. Při dobrém stavu se není potřeba obávat uvíznutí vozidel či poškozování cesty. Důležitou roli však hraje údržba. Kvalita cest může mít i vliv na spotřebu pohonných hmot.

Navigační systémy slouží uživatelům k podávání informací o aktuální poloze a umožňuje jej nasměrovat do cílové destinace. Nejpoužívanějším přístrojem pro stanovení polohy je globální poziční systém, neboli, GPS. GPS je satelitní navigační systém řízený americkým ministerstvem obrany. Slouží k měření vzdálenosti, času a

určení polohy v globálním systému souřadnic WGS84. Podobný systém vyvinula i ruská armáda, jejich družicový navigační systém GLONASS je určený pro rychlou navigaci pro neomezený počet uživatelů. V současnosti je vyvíjen Evropský globální družicový polohový systém GALILEO, který je založen na stejném principu jako GPS a GLONASS. Jeho výstavbu zajišťuje EU reprezentovaná Evropskou komisí a Evropskou kosmickou agenturou.

Technologie geografických pozičních systémů jsou již nějakou dobu lidstvem využívána. Převážně díky zavedení GPS do mobilních telefonů, turistických navigačních přístrojů a hromadnému rozšíření navigací pro dopravní prostředky. Pro civilní sektor se jedná po většinu času o dostatečně přesnou technologii, problémy s přesností nastávají především u levnějších přístrojů (nižší počet připojených družic) či u geografické pozice, problémy mohou působit např. velkoměsta s vysokými budovami, nebo horské průsmyky či vysoká členitost terénu. Je logické, že i husté lesní porosty mohou působit problémy s průchodem signálu.

Všechny globální družicové polohové systémy (GNSS) mají využití ve všech možných odvětvích, převážně jsou však užívána v dopravě.

## 2 Cíl práce

Cíle této práce jsou:

- ověření možnosti použití přístrojů GNSS pro sledování trasy a rychlosti odvozní soupravy,
- zjištění průměrné rychlosti odvozních souprav,
- zjištění časového snímku práce odvozních souprav.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Lesní hospodářství

V oblasti lesního hospodářství je cílem státu trvale udržitelné obhospodařování lesů, tedy správa a využívání lesů a lesní půdy takovým způsobem a v takovém rozsahu, který zachovává a zlepšuje jejich biodiverzitu, produkční schopnost a regenerační kapacitu, vitalitu a schopnost plnit v současnosti i v budoucnosti odpovídající ekologické, ekonomické a sociální funkce na místní, národní a globální úrovni. Přičemž nesmí poškodit ostatní ekosystémy. Les je také hlavním nositelem biologické rozmanitosti s přesahem do volné krajiny.

#### 3.1.1 Stav sektoru lesního hospodářství

Prioritou lesního hospodářství je vytvořit podmínky pro zvýšení konkurenceschopnosti a životaschopnosti celého hodnotového řetězce založeného na lesním hospodářství a domácího využívání a spotřeby dřeva. Stanovené cíle jsou upravovány tak, aby bylo naplňováno historické poslání lesního hospodářství. Tyto cíle a priority staví lesní hospodářství do pozice moderně pojatého odvětví, které musí zajistit potřeby zejména lesnicko-dřevařského sektoru.

Výměra lesních pozemků v roce 2015 činila 2 667 410 ha, což činí téměř 34% rozlohy celé ČR. Výměra lesních pozemků se zvyšuje každý rok o cca 2000 ha. V lesnické činnosti je zaměstnáno více než 13 tisíc zaměstnanců, tím se však řadí na jednu z nižších příček v odvětví zaměstnanosti, přičemž tito lidé ovlivňují tak obrovskou plochu území. Zásoba dřeva v lesích se blíží 700 mil. m<sup>3</sup>. Z toho je cca 60 % smrku. Roční těžba zatím nikdy nepřekročila celkový běžný přírůst (MZE, 2016).

Negativně lze vnímat nedostatečné využívání potenciálu dřeva jako obnovitelné suroviny, není dostatečná úroveň využívání tuzemského zpracování a zhodnocení dřeva a využívání výrobků ze dřeva. Množství vývozu surového dříví dosahuje téměř 7 mil. m<sup>3</sup> ročně (MZE, 2016).

## 3.2 Lesní těžba

Tento pojem z hlediska legislativního vychází z lesního zákona č. 289/1995 Sb., o lesích. Samotný zákon však tento pojem nedefinuje. Setkat se můžeme s pojmem „výchova a těžba lesních porostů“ jakožto činnost, která je součástí pojmu „hospodaření v lese“. Lesní těžba je pojem odborné lesnické veřejnosti. Zákon definuje jednotlivé druhy nebo formy lesní těžby. Dále také pojmy jakýmiž jsou těžba předmýtní úmyslná, těžba mýtní úmyslná, těžba nahodilá a těžba mimořádná jakožto podrobnější členění širšího pojmu „těžba“ či „těžba dřeva“ neboli „lesní těžba“. Viz kapitola 3.3 těžba dříví (STANĚK, 2002).

### 3.2.1 Těžba a doprava dříví ve výrobním procesu

**Výrobní proces** je dělen na čtyři výrobní fáze, které na sebe plynule navazují. Jedná se o těžbu, soustřeďování, manipulaci a odvoz dříví. Fáze manipulace může probíhat po kterékoliv z ostatních fází (ŠTÍCHA et al. 2015). SIMANOV, KOHOUT (2004) uvádí v těžební činnosti výrobní fáze: těžba dříví, soustřeďování dříví, odvoz dříví a výroba sortimentů.

Výroba surového dříví je poměrně zdlouhavý a obtížný výrobní proces, který začíná pokácením stromu určeného k těžbě a končí dodáním vyrobeného sortimentu odběrateli (ŠTÍCHA et al. 2015).

SIMANOV, KOHOUT (2004) uvádí v těžební činnosti tyto pracovní operace:

těžba dříví ve výrobní fázi zahrnuje:

- kácení stromu
- odvětvování
- odkorňování
- zkracování

Výrobní fáze soustředování dříví obsahuje tyto úkony:

- vyklizování
- sestavení nákladu
- přibližování (vyvážení)
- třídění
- jízda do porostu
- ukládání na skládce

Odvoz dříví se ve výrobní fázi skládá z těchto činností:

- nakládání
- jízda s nákladem
- skládání
- jízda bez nákladu

Časové pořadí úkonů závisí na použité těžební metodě a pracovním a technologickém postupu. Některé úkony však nemusí být provedeny vůbec. Mohou být přeneseny do jiné výrobní fáze a na jinou lokalitu (NERUDA, SIMANOV 2010).

### **3.2.2 Výrobní lokality**

Výrobní lokality jsou rozlišeny podle toho, na kterém místě probíhají jednotlivé pracovní operace ve výrobě surového dříví. Podle toho, jaké pracovní operace na jednotlivých výrobních lokalitách probíhají, jsou popsány technologické postupy a technologie výroby surového dříví (ŠTÍCHA et al. 2015).

Lokalita „P“ – pařez, je lokalita, kde probíhá především těžba dříví, tj. pokácení stromu těžebním dělníkem nebo harvestorem a případně následuje jeho další úprava – odvětvení, případně příčné krácení. Na této lokalitě je tak připravené dříví na dopravu z porostu na „VM“.



**Obrázek 1: lokalita pařez, místo pokácení stromu**

Lokalita „VM“ – vývozní místo, je lokalita, kam se při použití sortimentní metody vyklizují sortimenty a jsou nakládány k vyvážecí lince a připraveny pro vyvážení dříví vyvážecími traktory nebo vyvážecími soupravami.

Lokalita „OM“ – odvozní místo, je lokalita, kam se soustřeďuje vytěžené dříví pro následný odvoz dříví na manipulačně-expediční sklady nebo přímo k odběrateli. Pokud jsou soustřeďovány na „OM“ celé surové kmeny, tak je potřeba provést manipulaci, případně dokončit odvětvení a následné srovnání výrobních sortimentů do hrání připravených k odvozu.



**Obrázek 2: lokalita odvozní místo „OM“**

Lokalita „MES“ – manipulačně expediční sklad, je lokalita, kam se dopravují z „OM“ surové kmeny k manipulaci. Součástí manipulačně expedičních skladů bývá zpravidla i železnice, po které se provádí odvoz vyrobených sortimentů k odběrateli (ŠTÍCHA et al. 2015).





Obrázek 3: lokalita manipulačně expediční sklad v Jevanech

### 3.2.3 Těžební metody

Těžební metoda je forma surového dříví dopravovaného z lokality „P“ na lokalitu „OM“. Při výrobě surového dříví se používají tři těžební metody - kmenová, sortimentní a stromová (ŠTÍCHA et al. 2015). Dopravují se buďto vytríděné sortimenty nebo surové kmeny.

V roce 2005 tvořila sortimentní metoda 11 %, kmenová 89 % a stromová 0 % (SKOUPÝ et al. 2006).

## 3.3 Těžba dříví

Jedna z nejrizikovějších činností v lesním hospodářství je těžba dříví. Pracovník je zde vystaven celé řadě podmínek, které mu práci stěžují a hrozí mu tak nebezpečí úrazu. Stěžejními okolnostmi mohou být výfukové zplodiny z motorové pily či klimatické a terénní podmínky.

Pojetí **dopravní proces** výroby surového dříví obsahuje výrobní fázi soustředování dříví (primární doprava dříví) a výrobní fázi odvoz dříví jako sekundární doprava dříví (SIMANOV, KOHOUT 2004).

### 3.4 Doprava dříví

Dopravou dříví považujeme přemísťování dříví od místa těžby až k místu jeho zpracování. Počáteční etapu tohoto procesu označujeme jako **primární dopravu** dříví či soustředování dříví. Při této etapě jde o přemísťování dříví neupraveným, či jen zčásti upraveným terénem např. po přibližovacích linkách. Druhou etapu vyznačujeme jako **sekundární dopravu** dříví (doprava dříví), při níž se dříví transportuje po upravených komunikačních spojnicích. Těmi mohou být cesty, železnice či plavební dráhy (SIMANOV, KOHOUT 2004).

#### Soustředování dříví – primární doprava dříví

Soustředování dříví je doprava dříví z místa těžby na odvozní místo a obsahuje několik operací. První operací je vyklizování (doprava z lokality pařez na lokalitu vývozní místo). Následuje operace sestavení nákladu (sbírání jednotlivých výřezů na ložnou plochu vyvážecího traktoru nebo sestavení nákladu zapínáním jednotlivých kmenů pomocí úvazků), dále přibližování (doprava vlečením, kdy dříví je po celou dobu v kontaktu s povrchem) nebo vyvážení, (dříví je uloženo plně na dopravním prostředku) a celá fáze končí operací uložení dříví na lokalitě OM (ŠTÍCHA et al. 2015).

Soustředování dříví je významně ovlivněno zvolenou těžební metodou (stromová, kmenová, sortimentní). Soustředování dříví dělíme na gravitační, ruční, mechanizované a animální (ŠTÍCHA et al. 2015).

Uspořádaným znakem soustředování dříví je podíl ruční a animální práce, podle kterého SIMANOV, KOHOUT (2004) odlišuje:

- manuální soustředování dříví (síla člověka)
- gravitační soustředování dříví (využití gravitace)
- animální soustředování dříví (pomocí tažných zvířat)
- mechanizované soustředování dříví (využití strojů) se dělí na dva způsoby:
  - a) komplexně mechanizované – označované jako bezúvazkové soustředování dříví, při kterém je postup soustředování prováděno bez dotyku lidské ruky,

použitím vyvážecích traktorů a vyvážecích souprav, u kterých se náklad skládá hydraulickým jeřábem s drapákem, nebo použitím traktorů s klešťovými závěsy,

b) částečně mechanizované – označované jako úvazkové soustředování dříví, při kterém jsou surové kmeny nebo výřezy upínány prostřednictvím úvazků. Používají se převážně univerzální kolové traktory nebo lesní kolové traktory.

ŠTÍCHA et al. (2015) rozlišuje soustředování dříví dále na:

- gravitační soustředování dříví, při kterém se jedná o pohyb dříví po svahu,
- antigravitační soustředování dříví, při kterém se jedná o pohyb dříví proti svahu.

SIMANOV, KOHOUT (2004) uvádí rozdělení podle prostředí, ve kterém je soustředování realizováno:

#### Pozemní soustředování dříví:

- **vynášení**, lépe řečeno snášení, kdy je dříví dopravováno z porostu bez kontaktu s půdním povrchem (palivové dříví, krátké rovnané dříví)
- **vlečení, lépe řečeno smýkání**, kde je dříví dopravováno po půdním povrchu
- **vyvážení** pomocí vyvážecích souprav, kde je náklad celý, nebo z části na transportním prostředku (vyvážení výřezů) a nedotýká se půdního povrchu.

Vzdušná doprava dříví: Pomocí vrtulníků či lanovek.

Vodní doprava dříví: Doprava dříví pomocí plavebních kanálů, vystavěných za tímto účelem.

### **3.5 Odvoz dříví**

Odvoz dříví je v procesu výroby surového dříví fází, která následuje po fázi soustředování dříví. Jedná se dopravu dříví po lesních cestách a veřejných komunikacích z odvozního místa na manipulačně-expediční sklad, případně na expediční sklad (železnici) nebo rovnou k odběrateli. K odvozu dříví se používají tažná a přípojná vozidla, která jsou k uvedenému účelu speciálně upravena. Jelikož

doprava probíhá částečně i po veřejných komunikacích, platí pro odvoz nejen předpisy vnitropodnikové, ale i předpisy dané zákonem č. 361/2000 Sb. – Zákon o provozu na pozemních komunikacích (ŠTÍCHA et al. 2015).

Doprava se dělí podle prostředí, ve kterém se realizuje. Dostupné jsou:

- pozemní (transport terénem, silniční a kolejová doprava)
- vzdušná (lanovky s dopravou dříví v plném závěsu, vrtulníky, balóny)
- vodní (volné plavení dříví, plavení ve svazcích, doprava loďmi)

Od veškeré dopravy se obecně požaduje: **rychlost, výkonnost, bezpečnost, lacinost**, a proto je nutné vytvářet funkční dopravní systémy, které se skládají z dopravních prostředků, komunikačních sítí a technologií dopravy. Všechny složky dopravních systémů se vzájemně ovlivňují a doplňují. Aby byl dopravní systém plně funkční, tak se často způsoby dopravy kombinují. Například silniční s železniční dopravou, nebo silniční s vodní dopravou.

**Kombinovaná doprava** je přeprava zboží v jedné přepravní jednotce nebo v nákladním automobilu, přívěsu, návěsu s tahačem i bez tahače, při které se použije železniční nebo vnitrozemská vodní doprava, pokud úsek po železnici nebo vnitrozemské vodní cestě přesahuje vzdálenost 100 kilometrů vzdušnou čarou a pokud její počáteční nebo konečný úsek tvoří přeprava po pozemní komunikaci (NOVÁK, 2008).

V České republice je pozemní doprava rozhodující. Zahrnuje dopravu silniční, železniční i přepravu terénem (SIMANOV, KOHOUT 2004). Nejvyužívanější nákladní dopravou je doprava silniční (NOVÁK, 2008). S rozvojem silniční dopravy, který nastal po roce 1990 a následně po roce 2004 (vstup ČR do EU) vzrůstal i dřevařský průmysl.

### 3.5.1 Systematika prostředků pro odvoz dříví

Pro odvoz dříví dělíme silniční vozidla na:

- vlastním motorem poháněná **motorová vozidla**
- **přípojná vozidla**, která nemají vlastní motor a jsou neschopná vlastního pohybu bez spojení s tažným vozidlem
- **nemotorová vozidla**, například potahové vozy pro odvoz dříví
- **odvozní soupravy** tvořené tažným vozidlem + přípojným vozidlem či vozidly (SIMANOV, KOHOUT 2004).

Pro odvoz dříví dělíme motorová vozidla z praktického hlediska na:

- traktory  
Slouží pro odvoz nepatrného množství rovnaného dříví na krátkou vzdálenost nebo při odvozu většího množství na přívěsu. Pro odvoz dlouhého dříví ve spojení s klanicovým přívěsem a pro odvoz štěpek ve spojení s velkoobjemovým přívěsem.
- sortimentní vyvážecí soupravy  
Použitelné pro odvoz rovnaného dříví a krátkých výřezů na krátké odvozní vzdálenosti.
- nákladní automobily
  1. Dělíme je podle schopnosti jízdy terénem na silniční a terénní.
  2. Dále podle skupin sortimentů surového dříví, pro které jsou určeny: automobily pro odvoz dlouhého dříví, automobily pro odvoz rovnaného dříví (výřezů) a automobily pro odvoz štěpek (NERUDA, SIMANOV 2010).

SIMANOV, KOHOUT (2004) rozděluje nákladní automobily podle konstrukčního řešení na:

**valníky**; bez úprav slouží pro odvoz rovnaného dříví a po úpravě mohou být vybaveny klanicemi pro odvoz výřezů, či oplnem a polopřívěsem pro odvoz dlouhého dříví,

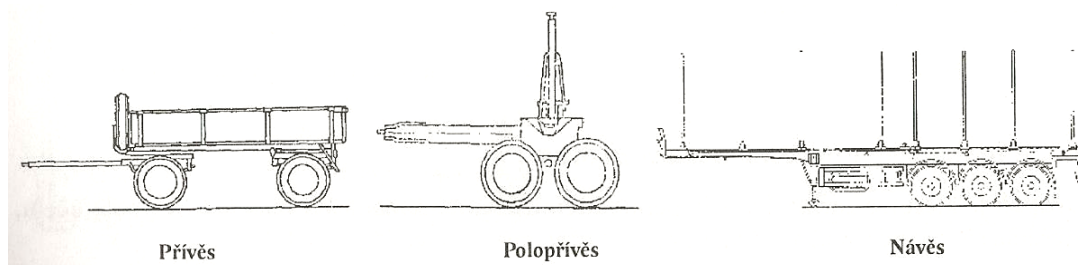
**plošinové automobily**; vybavené klanicemi pro odvoz rovnaného dříví a krátkých výřezů; pro odvoz dlouhého dříví vybavené oplenem ve spojení s polopřívěsem

**tahače návěsů**; samostatně neschopné přepravovat náklad, protože nemají vlastní ložnou plochu. Tahač má v zadní části rámu návěsné zařízení-točnici, do které zapadá čep návěsu. Přední část návěsu dosedá na točnici a takto přenáší podstatnou část hmotnosti návěsu na tahač

**kontejnerové nosiče**; samostatně neschopné přepravovat náklad, protože nemají vlastní ložnou plochu

Přípojná vozidla podle provedení ložné plochy dělíme na vozidla plošinová, oplennová, valníková. Podle způsobu připojení k tažnému vozidlu na:

- **přívěsy** nesoucí náklad samostatně (ani z části není náklad nesen tažným vozidlem), řešené obvykle jako vícenápravové,
- **polopřívěsy** slouží k přepravě dlouhého materiálu, nejsou však schopny nést náklad samostatně. Rozdělují se na **jednonápravové**, a to bez oje či s ojí, a na **vícenápravové**. Jednou částí náklad spočívá na tažném vozidle a druhou na polopřívěsu. Vlastní náklad zprostředkovává spojení mezi polopřívěsem a tažným vozidlem. U polopřívěsů s ojí slouží oj pouze k řízení polopřívěsu, nevytváří tedy z polopřívěsu přívěs. Při jízdě bez nákladu je polopřívěs spojen s tažným vozidlem závěsným zařízením, ojí, nebo je naložen na tažném vozidle,
- **návěsy** jsou uloženy na tažném vozidle v přední části. Samostatně nejsou schopny nést náklad (SIMANOV, KOHOUT 2004).



Obrázek 4: přívěs, polopřívěs návěs

Nemotorová vozidla představují pouze potahové vozy. Samostatně nejsou schopny nést náklad (NERUDA, SIMANOV 2010).

### **Odvozní soupravy**

Spojením tažného vozidla s přípojným vozidlem nebo vozidly vznikají odvozní soupravy. Ty pak podle možných kombinací rozlišujeme na:

- přívěsové soupravy, které se skládají z tažného vozidla a 1 či více přívěsů,
- polopřívěsové soupravy, tj. tažné vozidlo a polopřívěs,
- návěsové soupravy, ty obsahují tažné vozidlo a 1 návěs,
- kombinované soupravy se skládají z tažného vozidla a 1 návěsu a 1 přívěsu.

V odvozu dříví se v dnešní době uplatňují stále větší odvozní soupravy se stále vyšší nosností, které mohou mít celkovou nosnost 50 tun i větší (SKOUPÝ et al. 2006).

### **Odvoz dlouhého dříví**

Tažná vozidla s polopřívěsem jsou technologicky určena pouze pro odvoz dlouhého dříví. Hydraulická ruka je montovaná za kabinou nákladního automobilu. Na plošině nákladního automobilu i na polopřívěsu jsou osazeny otočné opleny s klanicemi a s poutacím zařízením (ŠTÍCHA et al. 2015).



**Obrázek 5: odvozní souprava - tažné vozidlo s polopřívěsem**

V dnešní době je povoleno dopravovat dlouhé dříví v maximální délce 12 m, při schválené výjimce do 16 m. Doprava dřeva zásadním způsobem ovlivňuje celou ekonomiku lesnicko-dřevařského průmyslu.





Obrázek 6: odvozní souprava - bez nákladu, polopřívěs spojený s tažným vozidlem

### 3.5.2 Terminologie v konstrukci vozidel a v odvozu dříví

**Drapak** je klešťové zařízení, které slouží k uchopení a přemísťování zejména dříví a klestu. Řešený může být různě podle jeho účelu, kterému slouží a to například na rovnané dříví, na dlouhé dříví, klest apod.

**Hydraulická ruka** je zdvihací zařízení s výložníkovým ramenem, na jeho konci je zavěšen rotátor s drapakem. Veškeré pohyby hydraulické ruky jsou ovládány hydraulicky.

**Hydrogenerátory** převádějí mechanickou energii na tlakovou a jsou tak zdrojem tlakové kapaliny v hydraulickém obvodu.

**Hydromotory** mění energii tlakovou na mechanickou. Jsou kývavé, rotační a přímočaré, ty pak mohou být jednočinné nebo dvoučinné.

**Hydrostatický pohon** využívá tlakovou energii kapaliny.

**Klanice** jsou v různých vzdálenostech od sebe svislé konzoly, umístěné podél nebo napříč okrajů nosné plochy vozidla. Zajišťují náklad proti posunutí. Jejich konce se spojují a zajišťují řetězy, popřípadě pomocí ocelových lan či textilních pásů.

**Klanicové opleny** jsou zařízením pro upevnění kulatiny na vozidlo. Skládají se z oplenu, což je nosná část příčně orientovaná k podélné ose vozidla, opatřené břitem či hroty proti sklouznutí nákladu, upevněného na točnici a klanic.

**Navádění přípojného vozidla** slouží pro udržení stopy přípojného vozidla ve stopě vozidla tažného. Může být zajištěno ojí, lanovým, řetězovým či hydraulickým nadváděním nápravy nebo nadváděním elektrickým. Na polopřívěsu je to elektromotor s převodkou otáčející nápravou vpravo či vlevo ve směru od oplenu, a v kabině je ovládací panel. V případě poruchy je polopřívěs vybaven ručním ovládacím kolem.

**Nosnost hydraulické ruky** je nejvyšší hmotnost břemene, kterou lze zařízení zatížit. Záleží na délce vyložení ramene, s větší délkou vyložení nosnost klesá.

**Podpěry hydraulické ruky** zajišťují příčnou stabilitu vozidla při práci s hydraulickou rukou.

### **3.6 Lesní dopravní síť (dále jen LDS)**

Lesní dopravní síť je důležitou součástí lesního hospodářství. Vlastníkům lesů slouží převážně pro dopravu dříví i dalších produktů lesního hospodářství. Významná je pro přístupnost porostů, které mohou vlastníci následně efektivněji obhospodařovat (VOLNÝ et al. 2009). V ČR najdeme okolo 160 000 km lesní dopravní sítě (ŽÁČEK, KLČ 2008). S tím, že toto velké číslo obsahuje veškerou lesní cestní síť, včetně lesních cest, lesních svážnic, ale i technologické linky a lesní stezky. Z toho asi 42 tisíc km lesních cest 1. 2. třídy (MZE ČR 2000). Délka cest využívaných po potřeby lesního hospodářství dosahuje přibližně 48 095 km (BYSTRICKÝ, SIROTA 2013). Pod těmito čísly se skrývá všechna cestní síť zpřístupňující lesní komplexy a propojující je s veřejnou dopravní sítí (VOLNÝ et al. 2009). Lesní dopravní síť se řeší komplexně, v návaznosti na zvolené technologické postupy těžby a dopravy dříví a na ostatní využití lesní dopravní sítě, s ohledem na

minimalizaci poškození lesních ekosystémů a jejich základních funkcí, při zachování lesa jako nenahraditelné složky životního prostředí (ČSN 73 6108, 2016). Míra rozvinutosti lesní dopravní sítě je měřítkem vyspělosti lesního hospodářství v dané lokalitě (ŠTÍCHA et al. 2015).

LDS odráží zvolený způsob obhospodařování lesa. V dnešní době se používají speciální lesní stroje harvestory v kombinaci s vyvážecí soupravou a dálničními kamiony. Pro srovnání s minulostí, kdy pro těžbu a přiblížení stromů stačil člověk s koněm či traktorem a pro odvoz byl použit nákladní automobil je znát zvýšení nároků na kvalitu a únosnost lesních cest. Z těchto důvodů probíhají v současné době především rekonstrukce starých odvozních cest. Zlepšují se jejich odvozní parametry, jako je šířka, poměr stoupání – klesání, průměry zatáček a únosnost. Nové lesní cesty se budují pouze v špatně přístupných, či nepřístupných oblastech. Při rekonstrukci a budování nových lesních cest se respektují požadavky správ chráněných oblastí, odborů vodohospodářských, životního prostředí a dalších (RAPOUCH, 2012). Opravy a rekonstrukce 1km štěrkové cesty vyjdou na cenu 1,5 mil. Kč. Při výstavbě cest nových musíme počítat s minimální cenou 2 mil. Kč za 1 km štěrkové cesty (BYSTRICKÝ, SIROTA 2013).

### 3.6.1 Účel LDS

Základní využití LDS je pro plnění hospodářské funkce lesa – lesní účelovou dopravu, soustředování a odvoz dříví a jiných produktů lesa, zakládání, obnovu, východu a ochranu lesa, stavbu, rekonstrukce, opravy a údržbu staveb pro plnění funkcí lesa a provozování myslivosti. LDS slouží také k plnění mimoprodukčních funkcí lesa, převážně rekreační funkce využití lesních cest jako pěší turistické stezky, cyklotrasy, hipotrasy, trasy pro osoby s omezenou schopností orientace a pohybu, lyžařské trasy a naučné stezky (ČSN 73 6108, 2016).

### 3.6.2 Termíny a definice

ŠTÍCHA et al. (2015) definuje **lesní dopravní síť**, jako všechna dopravní zařízení určená k přibližování a odvozu dříví a jiných produktů lesa, k dopravě osob a materiálu v souvislosti s hospodařením v lese. Jedná se o lesní cesty, heliporty, lesní lanovkové jeřáby, pěšiny a lesní sklady.

**Lesní dopravní síť** (LDS) je dle ČSN č. 73 6108 (2016) definována jako: dopravní zařízení všeho druhu sloužící k dopravnímu zpřístupnění lesů a jejich propojení se sítí veřejných pozemních komunikací, k soustředování a dopravě dříví a jiných produktů lesa, k dopravě osob, materiálů a strojů v souvislosti s hospodařením v lese a s provozováním myslivosti, v souvislosti s plněním mimoprodukčních funkcí lesa, k zajištění průchodnosti lesů pro složky integrovaného záchranného systému (dále jen IZS), pro průjezd speciálních vozidel, popřípadě i k jiným účelům. Součástí lesní dopravní sítě jsou i lesní sklady, výhybny, obratiště, body záchrany, heliporty apod.

Součástí LDS je **lesní cestní síť** (LCS); lesní cesty sloužící k dopravnímu zpřístupnění lesů a jejich propojení se sítí veřejných pozemních komunikací, k technologické dopravě dříví a jiných produktů lesa, k dopravě osob, materiálů a strojů v souvislosti s hospodařením v lese a s provozováním myslivosti, v souvislosti s plněním mimoprodukčních funkcí lesa, k zajištění průchodnosti lesů pro složky IZS, pro průjezd speciálních vozidel, popřípadě i k jiným účelům. Součástí LCS jsou i lesní sklady, výhybny, obratiště, body záchrany, heliporty apod. (ČSN 73 6108, 2016).

**Lesní cesta** je součástí LDS, respektive lesní cestní sítě. Je to účelová komunikace, určená k odvozu dříví, dopravě osob a materiálu pouze v zájmu vlastníka a pro průjezd speciálních vozidel. Umožňuje bezpečný celoroční nebo sezónní provoz. Lesní cesty mohou plnit i další dopravní funkci, jako například trasy pro cyklisty či chodce (ČSN 73 6108, 2016).

**Lesní cesta** je v pravidlech silničního provozu zmíněna jako účelová komunikace sloužící pro potřeby lesního hospodářství. Těmito potřebami je myšleno především zpřístupnění lesních porostů pro dopravní prostředky. Stav lesních cest je důležitým činitelem při provádění pěstebních prací, těžby a dopravy dříví, případně dalších činnosti souvisejících s hospodařením v lesích. V neposlední řadě umožňují také přístup požární technice k případným požárům. Dalším tradičním využitím lesních cest je turismus. Mnoho lesních cest, stezek a pěšin je značeno jako turistické trasy. V horských oblastech mohou sloužit i jako lyžařské magistrály. Lesní cesty spadají pod účinnost lesního zákona, a jakožto účelové komunikace spadají do práva

bezplatného obecného užívání obvyklým způsobem a k obvyklým účelům pokud zákon nestanoví pro speciální případ jinak. Na lesní cesty se vztahuje obecný zákaz vjíždět do lesa motorovými vozidly. Tento zákaz se nevztahuje na vlastníka a nájemce lesa. Vlastník lesa je oprávněn ze zákazu udělovat výjimky (DVOŘÁK, 2009).

Základní pojmy a definice, které uvádí HANÁK et al. (2008)

**lesní dopravní síť (LDS)** – dopravní zařízení všeho druhu sloužící k propojení lesních komplexů se sítí veřejných komunikací, k přibližování a odvážení dříví a jiných produktů z lesa, k dopravě osob a materiálu v souvislosti s hospodařením v lese, popřípadě i k jiným účelům,

**lesní cesta** je součástí lesní dopravní sítě, slouží jako účelová pozemní komunikace, je určena k odvozu dříví, k dopravě osob, materiálu, pro průjezd speciálních vozidel jako jsou například požární a zdravotní služba, ale může sloužit i k jiným účelům jako například stezka pro cyklotrasy,

**lesní odvozní cesta**- účelová komunikace, zpravidla jednoruhová vytvářející dopravní spojení uvnitř lesních komplexů; z hlediska dopravního zaručuje celoroční nebo sezónní bezpečný provoz,

**lesní přibližovací cesta** je jednoruhová účelová komunikace vytvářející dopravní spojení uvnitř lesních komplexů; nejčastěji spojuje přibližovací linky s odvozními cestami,

**lesní přibližovací linka** je součástí lesní dopravní sítě, výhradně slouží k vyklizení vytěženého dříví z porostů a následnému přibližování; zpravidla spojuje porost s odvozními či přibližovacími cestami; vedena je po neupraveném terénu bez odstranění vrstvy humusu, ve sklonitých terénech je zpravidla vedena po spádnicí,

**zemní cesta** - nezpevněná cesta, která je zabudovaná na únosných podložních zeminách, určená k přímému poježdění vozidly,

**sezónní provoz** - provoz v časových úsecích vymezených suchým obdobím, nebo obdobím zámrazu,

**celoroční provoz** je provoz na cestách bez časového omezení,

**koruna cesty**- část povrchové cesty složená z dopravních pruhů a krajnic, případně i sjízdných rigolů,

**volná šířka koruny cesty** je nejmenší měřená vzdálenost kolmo na osu cesty v přímém úseku trasy – mezi vnitřními líci stálých bočních překážek o výšce přes 20 cm; pokud tyto neexistují, je volná šířka koruny totožná s celkovou šířkou koruny cesty,

**třída lesních cest** – lesní cesty 1. a 2. třídy,

**kategorie lesních cest** – třídící znak společný pro lesní cesty téhož prostorového uspořádání z hlediska lesnického provozu (L-X/Y),

**technická vybavenost lesních cest** zahrnuje vozovku, provozní zpevnění nebo částečné provozní zpevnění; technické provedení cestních prvků a odvodňovacích zařízení jako jsou například mosty, propustky, zárubní a opěrné zdi, brody, sjezdy, skládky; dokončovací práce na zemním tělese (úprava zářezových a násypových svahů do požadovaných sklonů, jejich ozelenění, zhutnění zemní pláně a její finální úprava do předepsaných příčných sklonů, zařízení podélných odvodňovacích příkopů) a bezpečnostní zařízení jakými jsou zábradlí, záchytné zařízení, směrové sloupky, dopravní značky.

### **3.6.3 Dělení lesní cestní sítě (ČSN 73 6108, 2016)**

Podle dopravní důležitosti a účelu se lesní cestní síť dělí na lesní cesty 1. třídy a lesní cesty 2. třídy.

#### **3.6.3.1 Lesní cesty 1. třídy**

Tyto odvozní cesty, obvykle jednopruhové, umožňují svým prostorovým uspořádáním a technickou vybaveností celoroční provoz směrodatným vozidlem. Označují se zkratkou **1L**. Tyto cesty jsou vždy opatřeny vozovkou s úplným odvodněním koruny a tělesa lesní cesty musí být vybaveny výhybnami. Doporučená šířka jízdního pruhu je 3,5 m (nejméně však 3,0 m), volná šířka cesty se doporučuje 4,5 m (nejméně 4,0 m). Největší přípustný podélný sklon cesty je 10 %,

v odůvodněných případech v obtížných terénních podmínkách na krátkých úsecích až 12 % (ČSN 73 6108, 2016).

### **3.6.3.2 Lesní cesty 2. třídy**

Na základě prostorového uspořádání a technické vybavenosti tyto odvozní cesty umožňují alespoň sezónní provoz směrodatným vozidlem. Označují se zkratkou **2L**. Podle únosnosti podložních zemin se doporučuje povrch cesty opatřit provozním zpevněním nebo vozovkou. V případě únosného a dobře odvodněného podloží mohou být i bez provozního zpevnění. Šířka jízdního pruhu je minimálně 3,0 m a volná šířka koruny cesty nejméně 3,5 m. V závislosti na morfologii terénu, druhu podložních zemin, jejich únosnosti a na typu zpevnění povrchu je volen maximální podélný sklon nivelety cesty 12 %, na nesoudržných zeminách nemá přesáhnout 10 %, u soudržných zemin jen 8 % (ČSN 73 6108, 2016).

### **3.6.4 Dopravní trasy pro produkční funkce lesa (dále jen „dopravní trasy“)**

#### **3.6.4.1 Lesní svážnice**

Lesní svážnice slouží k soustředování dříví, jsou sjízdné pro traktory, speciální vyvážecí a přibližovací prostředky. Nejmenší volná šířka lesní svážnice je 3,0 m. Únosnost podloží a jeho náchylnost k erozi je omezujícím faktorem. Vozovka se nenavrhuje, povrch lesní svážnice může být obstarán provozním zpevněním nebo úpravou podložních zemin podle ČSN 73 6133 v celé délce nebo v určitém místě, nebo může být zcela bez úpravy. Lesní svážnice by měly být opatřeny základním podélným a příčným odvodněním zemního tělesa. Výhybny se zde nenavrhují. Povolený podélný sklon závisí na morfologii terénu a na kvalitě odvodnění. Na nezpevněných svážnicích nesmí podélný sklon jízdního pásu překročit 10 % na nesoudržných zeminách, na soudržných jen 8 %. Úseky s větším podélným sklonem je nutno upravit jako zpevněné lesní svážnice a vybudovat podélné a příčné odvodnění. V takovém případě je největší podélný sklon 16 %. Lesní svážnice se označují zkratkou **3L** a nejsou považovány za účelové komunikace (ČSN 73 6108, 2016).

### 3.6.4.2 Technologické linky

Technologické linky slouží zpravidla k soustředování dříví z lesního porostu. Zpravidla jsou dočasné, budují se operativně v návaznosti na rozsah a způsob výchovných a těžebních zásahů v lesním porostu. Vedeny jsou zpravidla po spádnicí, maximální podélný sklon je dán použitým přibližovacím prostředkem. Povrch je vždy nezpevněný, většinou se neodstraňuje ani vrchní organická vrstva. Minimální šířka je 2,0 m. Zpravidla nejsou vybaveny technickou vybaveností a nemají výhybny. Technologické linky se označují zkratkou **4L** a nejsou považovány za účelové komunikace (ČSN 73 6108, 2016).

### 3.6.5 Lesní stezky

Navrhují se s parametry vyhovujícími lesnickému provozu. Ostatní stezky v lese, které nejčastěji slouží k rekreačním účelům, se navrhují podle příslušných předpisů. Povrch může být jak nezpevněný, tak zpevněný odpovídajícím způsobem. Jestliže se stezka nachází v nepříznivých terénních podmínkách, musí být trasa zajištěna proti nepříznivým vlivům povrchového odtoku vody. Hodnoty podélného a příčného sklonu se nenastavují a výhybny se nenavrhují. Lesní stezky nejsou považovány za účelové komunikace (ČSN 73 6108, 2016).

## 3.7 Návrhové kategorie lesních cest

Podle významu a účelu se člení lesní cesty na jednotlivé kategorie, které jsou charakterizovány zlomkem X/Y. Číselník vyjadřuje volnou šířku lesní cesty v metrech, jmenovatel pak návrhovou rychlost v kilometrech za hodinu. Písmeno L znamená, že jde o lesní cestu (ČSN 73 6108, 2016).

lesní cesty 1. třídy    1L – X/Y      lesní cesty 2. třídy    2L – X/Y

V co největší délce by všechny lesní cesty měly mít stejné vlastnosti (stejnou návrhovou kategorii). Návrhové kategorie jednopruhových lesních cest 1. a 2. třídy jsou uvedeny v tabulce č. 1. Pro lesní svážnice (3L), technologické linky (4L) a lesní stezky se kategorie nenavrhují (ČSN 73 6108, 2016).



Příklad: Návrhová kategorie 1L – 4,0/30 je označení pro jednopruhovou lesní odvozní cestu 1. třídy, tedy s možným celoročním provozem, s volnou šířkou koruny cesty 4,0 m a pro návrhovou rychlost 30 km·h<sup>-1</sup>.

**Tabulka 1: doporučené návrhové kategorie lesních cest 1. a 2. třídy**

Označení lesní cesty	Dvoupruhová	Jednopruhová				
	Odvozní					
	1L			2L		
Lesnické označení třídy a návrhové kategorie	1L X/Y <sup>a</sup>	1L 4,5 / 30 <sup>b</sup>	1L 4,0 / 30 <sup>b</sup>	2L 4,5 / 30 <sup>b</sup>	2L 4,0 / 30 <sup>b</sup>	2L 3,5 / 20 <sup>c</sup>
		1L 4,5 / 20 <sup>c</sup>	1L 4,0 / 20 <sup>b</sup>	2L 4,5 / 20 <sup>c</sup>	2L 4,0 / 20 <sup>b</sup>	
<sup>a</sup> Označení, kde X je volná šířka lesních cest podle článku 3.7.1						
<sup>b</sup> Návrhová rychlost 30 km/h platí pouze pro lesní cesty se stmelěným krytem.						
<sup>c</sup> Návrhová rychlost 20 km/h platí pouze pro lesní cesty s nestmelěným krytem, s provozním zpevněním nebo s nezpevněným povrchem.						

Ústav hospodářské úpravy lesa dělí kategorii 2L na 2L1 a 2L2. Přičemž třídy 2L1 odpovídají normě ČSN 73 61 08 a ty, které vzhledem ke svému charakteru a vybavenosti neodpovídají cestám třídy 2L, ale lesnímu odvozu slouží, a do budoucna se u těchto cest počítá s větší frekvencí dopravy a také s postupným vylepšením parametrů, tyto cesty v současné době nemůžeme zařadit mezi cesty třídy 2L podle platné normy, a proto jsou zařazeny do cest 2L2 (VOLNÝ et al. 2009).

### 3.7.1 Dvoupruhové lesní cesty

Tyto lesní cesty se používají jen v odůvodněných případech. Jejich návrhové kategorie se potom vytvoří tak, že z odpovídající návrhové kategorie silnice podle ČSN 73 6101 nebo místní komunikace podle ČSN 73 6110 se převezme volná šířka komunikace a použije se návrhová rychlost 30 km/h. V označení se použije 1L (ČSN 73 6108, 2016).

Předpoklad kvalitní LDS není v současné době jen její výstavba, ale především péče o již stávající komunikace. Kvalitní péčí se z dlouhodobého hlediska zajistí velké množství úspor plynoucích z efektivnějšího provozu po těchto komunikacích a také předchází výraznějším poškozením, pro které je posléze nákladnější oprava (VOLNÝ, TOMÁNEK 2009).

### **3.8 Navigační systémy**

Navigační systémy, které jsou vestavěné ve vozidlech, používají tři režimy:

- určení polohy vozidla
- výpočet optimální nebo možné trasy
- předání doporučení řidiči v závislosti na momentální poloze vozidla (PŘIBYL, SVÍTEK 2001).

Úkolem navigace je dát informace řidiči o současné poloze a nejlepším způsobem jej navigovat do cíle. K tomu slouží mapa na displeji navigace, kde je vidět v jakém místě se vozidlo nachází a jeho trasa. A k tomu ještě hlasové sdělení.

První navigaci ve vozidle, které sloužilo pro komerční účely, vydalo na trh Japonsko.

Global Position System (GPS) je nejpoužívanějším přístrojem pro stanovení polohy.

Přesnost polohy závisí na přesnosti atomových hodin (jsou součástí satelitů), které můžou mít odchylku maximálně 3 s za milion let. Satelity vypouštějí časový údaj v kódované podobě a s ostatními satelity jsou synchronní. Přijímače počítají pozici z rozdílu mezi aktuálním časem a časem, který byl vyslán ze satelitu. Zkoumá se, jak dlouho trval přenos informace, přičemž se jedná o informace přenášené rychlostí světla.

### 3.8.1 Historie systémů pro určování pozice

Potřeba určování pozice se táhne celou lidskou historií. Již před 2600 lety údajně existoval jednoduchý navigační přístroj ve formě vozíku, který byl vybaven dvěma koly a sloužil k měření vzdálenosti. Figura, která byla na něm umístěná, ukazovala nataženou paží jedním směrem bez ohledu na směr jízdy. V Pekingském muzeu je umístěná jeho podoba. Princip kompasu byl také znám před 2000 lety. V průběhu evropské námořní expanze ve 13. století byla rozvinuta navigace a určování pozice. V Portugalsku v roce 1418 byla založena první akademie zaměřená výhradně na navigaci. V průběhu dalších století byly vyvinuty spolehlivé chronometry, sextanty, kompasu a příslušné výpočetní algoritmy. Od roku 1731 byl používán sextant, který je přenosným zrcadlovým úhloměrem, určeným k měření výšky nebeských těles nad obzorem, používaným pro výpočet zeměpisné šířky v čase.

Dalším krokem k vylepšení bylo použití rádiových vln. V roce 1901 se uskutečnil první přenos z Evropy do Ameriky. Na základě fyzikálních vlastností rádiových vln byly konstruovány radiové kompasu a navigace se dále vylepšila vynálezem gyroskopu. Během 2. světové války došlo k dalšímu technologickému skoku v radiové navigaci. Byly vyvinuty systémy založené na radarech, které sloužili pro navigaci (PŘIBYL, SVÍTEK 2001).

Postupně se stále více experimentovalo se satelitní navigací, neboť umožňovala dobré pokrytí velkých území a poměrně vysokou přesnost. Systém Transit Doppler, který byl tvořen šesti satelity obíhajícími zhruba nad severním pólem, byl v roce 1967 uvolněn v USA i pro civilní účely. Oblast GPS se prudce rozvinula v 80. letech vypuštěním 24 satelitů. Z tohoto vyplývá, že určování přesné polohy se vládčí celou historií lidstva.

Kromě námořní a letecké navigace se potřeba levných a spolehlivých přístrojů pro navigaci vyskytuje stále více i v oblasti Inteligentních dopravních systémů, kde umožňuje nejen optimalizovat trasy individuálních vozidel, sleduje pohyby prostředků hromadné dopravy, ale i pomáhá identifikovat havarovaná nebo zcizená vozidla a má celou řadu dalších aplikací (PŘIBYL, SVÍTEK 2001).

### 3.8.2 Globální poziční systém (GPS)

GPS je satelitní rádio-navigační systém, který je zrealizovaný americkým ministerstvem obrany. Celkem bylo vypuštěno 24 satelitů, které vysílají kódovaný časový signál, který umožňuje jednotce GPS vypočítat polohu, pokud je v jejím dosahu několik satelitů. Signál se nachází těsně nad hladinou základního šumu přijímače, takže je velmi slabý. A tak přijímač musí přijímat signál několik vysílacích period, aby vyrušil základní šum, který má charakter náhodného signálu a rekonstruoval originální signál. Nízká úroveň signálu znamená, že **signál mizí například za vysokými budovami, v lesích, v tunelech a všude, kde je stíněn.**

Je prostředkem pro stanovení polohy, rychlosti a času na celé zeměkouli. Skládá se ze tří hlavních částí a to: satelity, přijímači a řídicím a monitorovacím systémem. Je nejpoužívanějším zařízením pro stanovení polohy vozidla. V dnešní době při sledování nejméně čtyř satelitů je možné zjistit polohu přijímače v 3D prostoru. Souřadnice jsou zjišťovány buďto v kartézských souřadnicích nebo geodetických systémech, příkladem je WGS 84. Tyto souřadnice lze převést nejen navzájem, ale i do různých jiných soustav. Umístění GPS satelitů je takové, že 24 satelitů je umístěno v šesti oběžných drahách tak, že v každé jsou 4 satelity a tím je zabezpečeno pokrytí celé Země 24 hodin denně. Životnost satelitu je cca 7,5 roku.

Plně funkční systém byl od roku 1994. Avšak nejstarší ze satelitů byl vypuštěn již v roce 1984. Satelity se nacházejí ve výšce 20 200 km nad povrchem země a obíhají téměř 12 hodin. Kdykoliv na jakémkoliv místě je možné vidět minimálně 5 satelitů. Podobným systémem ruská armáda vytvořila svůj systém GLONASS.



Obrázek 7: americký satelit GPS (zdroj: esa.int/ESA)

### 3.8.3 Systém GLONASS

GLONASS je zkratka pro Globální družicový navigační systém. Je to méně známý ruský vojenský systém vyvinutý ministerstvem obrany. Je charakterizován 24 satelity pohybujícími se ve třech oběžných rovinách se sklonem oběžných drah  $64,8^\circ$  ve výšce 19,1 km a oběžná dráha činná 11 hodin a 15 minut. Je vyvinutý pro rychlou navigaci pro neomezený počet uživatelů. Signál GLONASS je poskytován na jakémkoliv místě na světě na základě prezidentského dekretu ruským, ale i zahraničním spotřebitelům, a to zdarma a bez omezení.

Přestože je princip měření podobný americkému navigačnímu systému GPS, najdou se zde i nějaké rozdíly. Například co se týká ucelení systému, neboť nemá takovou podporu civilních uživatelů, kteří vyvíjí a aplikují poziční systémy a navíc nejsou dostupné informace o dalším vývoji systému a o jeho životnosti.



Obrázek 8: ruský satelit GLONASS – M (zdroj: russianspaceweb.com)

### 3.8.4 Rozdíly GPS a GLONASS

Oproti GPS satelity GLONASS nemají rezonanci s rotací Země, což jim umožňuje vysokou stabilitu a družice tak nepotřebuje dodatečnou úpravu v průběhu celého aktivního života. Nevýhodou systému GLONASS je kratší životnost satelitů. Ruský systém si vystačí se třemi oběžnými drahami stejně jako evropský systém Galileo, zatímco americké družice se hýbou na šesti. Ruský GLONASS vykazuje vyšší přesnost na severní části planety, GPS poskytuje dobrou službu na zbytku Země.

Tabulka 2: rozdíly mezi GPS a GLONASS

název	GPS	GLONASS
výchozí princip měření	kódový	kódový
stát	USA	Rusko
1. vypouštění družic	1978	1982
počet družic ve službě	24+3	24
sklon	55°	64,8°
počet oběžných drah	6	3
výška oběžné dráhy (km)	20 200	19 100
doba oběhu [hh:mm]	11:58	11:15
kódování	CDMA	FDMA a CDMA

### 3.8.5 GALILEO – Evropský globální navigační družicový systém

Navigační systém GALILEO je autonomní evropský Globální družicový polohový systém (GNSS), který by měl být obdobou americkému systému GPS a ruskému GLONASS. Jeho výstavbu zajišťuje Evropská unie reprezentovaná Evropskou komisí a Evropskou kosmickou agenturou.

Obecným problémem je, že oba současné systémy (GPS a GLONASS) jsou v rukou armády a ani jeden z provozovatelů nedává záruku, že ve výjimečných situacích budou systémy plně funkční pro civilní využití.

Evropský systém je naopak navrhovaný jako projekt řízený a spravovaný civilní správou. Plně funkční systém bude obsahovat 30 družic, a to 27 operačních + 3záložní, obíhající ve třech rovinách, po kruhových drahách na střední oběžné dráze Země ve výšce 23 222 km a bude svírat úhel 56°. Velký počet družic zajistí spolehlivou funkci systému, i když některá přestane správně fungovat. GALILEO umožní každému uživateli přijímače signálu určit jeho aktuální polohu s přesností lepší než 1 metr (ČESKÝ KOSMICKÝ PORTÁL).

Největší potenciál má ve všech typech dopravy, ale i v dalších oblastech, jako například v bankovníctví, zemědělství, energetickém průmyslu, životním prostředí, civilní ochraně a stavebnictví.



Obrázek 9: satelitní systém GALILEO (zdroj: czechspaceportal.cz)

### 3.8.6 Přesnost přístrojů GPS

#### Využití GPS v podmínkách LČR

Od roku 2007 se Lesy České republiky zabývají možnostmi využití GPS přístrojů. Testovaly i přesnost GPS, která byla použita v těžebně dopravních strojích.

Kvalita signálu přijímaného z GPS je mimo jiné limitována polohou družic a dále snižována při průchodů atmosférou, lesním porostem, odrazem signálu od okolních předmětů a podobně, což se výsledku projeví chybou při určení polohy (VALENTA, SYS 2011).

Samozřejmě jsou způsoby, jak tyto chyby eliminovat, ale ne všechny přístroje mají tu možnost je odstranit, to záleží na možnostech nastavení přístroje.



1) Důležité je nastavení podmínek příjmu signálu. Například volba jestli je lepší přijímat signál z méně družic, které mají kvalitnější signál, nebo z více družic s horším signálem. Kvalitnější signál = lepší přesnost, ale tato kvalita signálu nemusí být vždy a všude dostupná. I když ve výsledku je tato varianta stejně o něco přesnější.

2) Pomocí úprav v reálném čase, když není dostupný signál z družic, tak může GPS přijímat signál z externích zdrojů i opravné data o předpokládané chybě obsažené v signálu z družice. Zařízení si na základě toho upraví svou výslednou polohu. Lze přijímat možnostmi, jakými jsou neplacené satelitní korekce SBAS, nebo z pozemní sítě referenčních stanic přes mobilní telefon či přes placenou komerční síť CZEPOS, provozovanou ČÚZK.

**CZEPOS** poskytuje uživatelům globálních navigačních satelitních systémů (GNSS) korekční data pro přesné určení pozice na území ČR. Je zpravován a provozován Zeměměřickým úřadem jako součást geodetických základů České republiky (ZEMĚMĚŘICKÝ ÚŘAD, 2017).

Tuto síť využijí uživatelé, kteří potřebují v reálném čase určovat pozici pevného či pohybujícího se stanoviště. Lze využít pro přesnou navigaci v dopravě či pro automatické řízení zemědělských či stavebních strojů. Využívá se i v oborech jako je energetika, zemědělství, hydrologie, stavebnictví, zeměměřictví a pro katastr nemovitostí.

Pro využití služeb je nutná registrace a zaplacení poplatku. Je potřeba vědět jakou službu či produkt budete využívat, to pak závisí na požadované přesnosti souřadnic určované pozice a charakteru prací.

Veškeré přístroje však příjem těchto korekcí, ať už jsou zdarma či placené, neumožňují.

Hodnoty naměřené jakýmkoliv přístrojem lze po ukončení měření zpětně korigovat údaji o předpokládané odchylce v době měření pomocí specializovaného software (VALENTA, SYS 2011).

Na přesnost přístrojů má vliv okolní prostředí. V lesních porostech se výrazně snižuje přesnost měření, a v některých případech může být měření dokonce

znemožněno či přinejmenším prodlouženo. Mezi jednotlivými přístroji jsou rozdíly v přesnosti měření. Jeden typ přístroje má lepší přesnosti určitému typu prostředí a v jiném může mít naopak horší přesnost. U jiných typů přístrojů to je tomu naopak. Rozdíly v přesnosti mohou být i desítky metrů.

Při použití neplacených satelitních korekcí SBAS se průměrná odchylka snížila zhruba o 1 metr. Využitím placených korekcí v reálném čase přineslo ještě patrnější zpřesnění, až na 1 metr. Nastavení podmínek příjmu signálu se nějak výrazně neprojevovalo.

**V lesnictví je technologie GPS vystavena extrémním podmínkám,** pro které tato satelitní navigace nebyla připravována. Ačkoliv výrobci těchto přístrojů se snaží přesnost neustále zvyšovat, v lese se často ocitáme za hranicí, kdy je ještě využití GPS efektivní. Z těchto důvodů je velmi důležitý výběr toho správného přístroje.

Před otázkou, jaký přístroj zakoupit, by si majitel měl odpovědět na otázku, při jakých typech činností v lesnickém provozu bude technologii využívat, a podle toho pořídit přesnou měřičskou aparaturu.

Lepší přesnost při měření znamená získání dobrých a reálných výsledků, a díky nim se vrátí náklady na pořízení přístroje. Ještě efektivnější využití GPS je po napojení na technologickou linku, která zaručí efektivní přípravu podkladů pro měření a následné zpracování výsledků.

### **3.9 Sledování vozidel s využitím GPS**

Zvláště ve firemní sféře je velmi často využíváno sledování vozidel pomocí GPS, i když i soukromé aplikace už dávno nejsou výjimkou. Možnosti, které sledovací systém ve vozidle poskytuje, závisí na tom, jak je navrhován, a zda je kromě GPS využívána i technologie pro bezdrátový přenos dat z vozidla na vzdálený server či datové centrum. Všechny typy systémů jsou složeny z vozidlové jednotky zaznamenávající data a z programu pro zpracování dat na počítači.

Do tří oblastí můžeme rozdělit základní aplikace systému sledování vozidel, podle toho co nabízí:

a) elektronická kniha jízd s GPS,

b) online sledování vozidel,

c) online střežení vozidel.

### **3.9.1 Elektronická kniha jízd s GPS**

Může být prováděna dvěma způsoby, a to jako offline nebo s možností sledování vozidla online.

Varianta offline je jednodušší, protože je složena pouze z přijímače GPS a záznamové jednotky, která ukládá v pravidelných nastavených intervalech informace o projetých trasách. Uložena je vždy identifikace vozidla, projatá trasa, datum a čas po celém jejím průběhu.

Podle potřeby se mohou ukládat i další údaje, jako například identifikace řidiče, rychlost vozidla a typy jízdy (služební, soukromá), pokud to jednotka umožňuje. Postup zpracování dat z vozidlové jednotky může být následující:

a) Z vozidla se data nahrávají ke zpracování na počítači pomocí kabelu nebo pomocí Bluetooth. Podle požadavků uživatele či provozovatele vozidla se provádí interval stažení dat. Nejčastěji to bývají týdenní nebo měsíční intervaly.

b) Do programu elektronické knihy jízd se pak importují stažená data, kde se zpracují.

c) Vyhodnoceny jsou jednotlivé jízdy, spočtou se soukromé a pracovní cesty a provede se vyúčtování dle požadavků platných právních norem. Cesty soukromé mohou být zaznamenávány nebo vynechány a jen jsou doúčtovány kilometry, pokud to smluvní vztah mezi zaměstnancem a zaměstnavatelem nebo obecné právní normy takto stanoví.

d) Veškeré trasy mohou být zobrazeny na podrobné mapě, a je možné rozlišit, kdy, kde a proč vozidlo jelo nebo stálo.

Pro řidiče takto vybaveného vozidla je obtížné se pokoušet o podvod. Jsou-li k dispozici ještě další data, například o rychlostech vozidla, pak není problém vyhodnotit chování řidiče k vozidlu a jeho styl jízdy a vyvodit z toho v případě potřeby patřičné důsledky (HOJGR, STANKOVIČ 2007).

Offline variantu lze zdokonalit o možnost přenosu dat z vozidla v předem nastavených intervalech. Systém je tudíž vylepšen o možnost monitoringu současné polohy vozidla, avšak z důvodu úspor za datové přenosy je tato poloha odesílána buď v intervalu nastavených minut, nebo po ujetí nastavené vzdálenosti.

Někdy se zjišťuje poloha vozidla pouze na vyžádání dispečera. Pro datové přenosy toho typu plně postačují zprávy SMS, není tak potřeba hradit paušály za přenášená data. Kompletní analýza projetých tras je ale i v tomto případě prováděna až po stažení všech dat z vozidlové jednotky pomocí kabelu.

### **3.9.2 Online sledování vozidel pomocí GPS**

Někdy není vyhodnocení tras po několika dnech dostačující a je potřeba mít neustálý přehled o přesné poloze a stavu vozidel. Jde převážně o situace, kdy je nutné vozidla operativně řídit a optimalizovat jejich provoz.

V těchto případech je potřeba, aby jednotky ve vozidlech byly vybaveny technologií umožňující přenos informací z vozidla. Z pravidla se jedná o předem nastavený interval (časový nebo kilometrový).

Není-li dostupná přenosová síť, jsou data uložena do paměti jednotky a odeslána později. Množství a obsah odesílaných zpráv se mohou měnit také v závislosti na stavu vozidla, například když stojí, má vypnutý motor, jede rychle, jede pomalu a podobně. Pro datové přenosy polohy a stavů vozidel se v dnešní době používá technologie GSM/GPRS s předplacenými paušály za přenos dat a s využitím virtuálních privátních sítí APN.

GSM/GPRS technologie je použitelná pro přenosy dat na území jednoho nebo více států v případě využití roamingu. Technologie GSM se v některých případech nahrazují nebo doplňují o přenosy dat přes družicové systémy, například systém ORBCOMM. Toto východisko je mnohem nákladnější, ale je potřebné hlavně v oblastech nedostatečného nebo žádného pokrytí signálem GSM. Ve vozidle jsou instalovány jednotky tohoto typu natrvalo specializovanou firmou a jejich činnost je plně automatická, nezávislá na činnostech či vůli řidiče. Výjimkou může být jen identifikace řidiče pomocí kódového klíče nebo osobního čipu (HOJGR, STANKOVIČ 2007).

Do vozidla mohou být instalována různá čidla, pokud je to potřeba. Sledována může být například teplota v nákladovém prostoru, nebo zatížení.

Automaticky nebo na vyžádání jsou pak data předávána na dispečink ke zpracování. Na straně dispečinku sledujícího pohyb vozidel musí být vybudován a provozován systém schopný sdružovat informace o všech vozidlech a zobrazovat je na mapě jako pohybující se značku vozidla.

Doplňkové funkce, jako je spuštění alarmu v případě, že vozidlo opustí danou trasu, může systém také mít. Když je to potřeba, může si dispečer přiblížit některé z vozidel a prohlížet detaily jeho jízdy nebo výstupy z instalovaných čidel. Z pohledu řidiče systém zpravidla neumožňuje žádná nastavení a ani to není jeho účelem, ba naopak, protože by to zvyšovalo cenu zařízení a zatěžovalo řidiče. Nastavování je doménou operátora na dispečinku.

Další aplikací pro online sledování vozidel je sledování za účelem dohledávání v případě jejich odcizení. V praxi to však pro bezpečnostní účely nestačí, zejména z důvodů nedostatků technologie GPS. Postačí, aby bylo vozidlo naloženo např. do uzavřeného kamionu, a GPS už nic nezaměří. Signál lze rušit i pomocí speciálních zařízení, a to poměrně snadno.

Z těchto důvodů se využívá i možnost určení polohy ze sítě GSM, kde není dosahována tak vysoká přesnost jako u GPS, ale je přeci jen lepší hledat odcizené vozidlo v okruhu 100-500 metrů, než vůbec netušit, kde je. Ovšem signál GSM se dá též snadno rušit, proto se do systémů vyhledávání přidávají ještě další technologie velmi odolné proti rušení a umožňující dohledat vozidlo, i pokud je naloženo v kamionu a síť GPS rušena (HOJGR, STANKOVIČ 2007).

### **3.10 Požadavky firem pro pořízení GPS**

Pro obor „lesní technika“ dodává tato firma každoročně velké procento ze všech GPS monitorovacích zařízení, jak v ČR, tak i na Slovensku. Nejčastějšími požadavky firem v tomto oboru jsou:

- přehled o aktuální pozici a historii pohybu vozidel,
- přehled o čase a místě zapnutí hydraulické ruky, případně jiných vstupů a době jejich provozu,
- propojení systému se všemi dřevozpracujícími závody v ČR, které požadují poskytování dat o přepravních jim dodávané kulatiny, ale nezpřístupnění dat o ostatních trasách. Jednoduché zadávání čísel obchodních případů přímo řidičem. Automatické a spolehlivé předávání dat bez nutnosti zásahu majitele vozidla. Zobrazení jízd označených obchodním případem v knize jízd,
- identifikace řidiče pro rozlišení jízd a následné reporty,
- měření tankování a spotřeby paliva s SMS avizací při krádeži paliva jak pro odvozní soupravy, tak i pro harvestorový uzel,
- funkce systému i v lesích a místech bez GSM signálu (automatické odesílání dat z paměti při příjezdu na GSM signál), místech se špatným příjmem GPS signálu,
- funkce i v zahraničí on-line nebo se zpětným zobrazením dat po návratu do ČR,
- okamžité dodání a instalace.

### **3.11 Využití GPS přístrojů v dopravě v zahraničí**

V Rakousku jsou dodávky dřeva v kulatině ovlivněna různými faktory, kterými jsou například aktuální dění na trhu, který se velmi často mění, dále tomu mohou být meteorologické podmínky, stav vozovky apod. Dalším faktorem jsou rostoucí náklady na přepravu, ty ovlivňuje například výše mýtného, cena pohonných

hmot a podobně. Těžební nákladní automobily přepravují dřevo v kulatině přímo z lesního porostu k zákazníkovi.

Cílem tamní studie bylo zanalyzovat skutečný stav a charakteristiku typických přepravních činností pro dodávky kulatiny z různých regionů v Rakousku až na pilu.

Studie byla zaměřená na čas, spotřebu paliva, využití lesních cest, průměrné rychlosti na různých typech silničních tříd a odhadnout produktivitu práce a náklady.

Sběr dat včetně sledování proběhlo pomocí GPS, která byla zabudována v kabině řidiče. Trasy z GPS byly analyzovány v programu ArcGis 9.3.

Pila leží v jižním Rakousku a její roční poptávka po kulatině je přibližně 600,000 m<sup>3</sup>.

Více než 2000 zpátečních cest provozuje 7 těžebních nákladních vozidel. Průměrná přepravní vzdálenost od lesa až k pile činí 51 km. Průměrné využití lesních cest při dopravě dříví tvoří 14,2 % s průměrnou rychlostí 13,5 km/h. Náklady na dopravu z lesa na pilu tvoří 11€/m<sup>3</sup> masivního dřeva. Průměrný objem dřeva přepravovaný soupravou je 25 m<sup>3</sup>. Průměrná spotřeba nafty na kilometr tvořila 0,77 l/km (HOLZLEITNER et al. 2010).

V Rakousku roční těžba dřeva stále stoupá, v roce 2007 činila více než 21 mil. m<sup>3</sup> (LEBENS MINISTERIUM, 2008).

S nárůstem nákladů na dopravu je potřeba dát důraz na efektivitu a flexibilitu např. zvýšením kapacity strojů, snížením času cesty, optimalizací tras, a to pomocí správného řízení správou vozového parku. Pro optimalizaci z hlediska environmentalistiky je zapotřebí mít přesné údaje o spotřebě pohonných hmot a množství emisí CO<sub>2</sub>. Shromažďování údajů může být provedeno na základě záznamů řidiče. Klasické formy studia jsou časově náročná, drahá a ukazují jen část jednoletého období. Sezónní vlivy způsobené například povětrnostními podmínkami, v zimě uzavřené silnice, na jaře rozbité silnice mohou být zohledněny pouze v dlouhodobých studiích. Záznamy od řidiče jsou digitálně zpracovány později (FRIEDL et al. 2004).

Ve Finsku proběhlo pozorování zaměřené na typický transport dřeva, zejména na charakteristiku a časový cyklus dřevařské autodopravy. Cílem bylo rozvíjet modely podporující plánovací proces trasy a optimalizovat transport dřeva. Trvání různých činností bylo odhadnuto a analyzováno pomocí studií s kombinací časových záznamů řidičů (NURMINEN, HEINONEN 2007).

FRIEDL et al. (2004) analyzovali charakteristiku transportu dřeva založenou pouze na záznamech řidičů se standartními záznamovými listy. Do studie byli zapojeni zákazníci, jako jsou pily, papírny apod. z různých regionů v Rakousku. Hlavním úkolem pro ně bylo analyzovat hlavní problémy v dopravní činnosti.

RANTA, RINNE (2006) analyzovali čas a spotřebu paliva transportu surovin ve Finsku v průběhu dlouhodobé studie s použitím monitorovacího systému s kombinací informací z nákladních vozidel s GPS daty. Přenos dat byl na základě GSM prostřednictvím webového rozhraní. Průměrná rychlost byla vypočtena na vzdálenosti, ale bez ohledu na rozdílnost funkce silničních tříd.

DEVLIN et al. (2008) srovnávali a analyzovali rozdílné GPS trasy, na základě Gis simulovali trasu odvozu dřeva v Irsku a tím zlepšili účinnost přepravy kulatiny.

Ve středním Finsku byla provedena studie, ve které analyzovali možnosti investic do informačních systémů pro řízení dopravy pomocí nové přenosné komunikační techniky. Správa a vedení vozového parku pořídili vybavení zahrnující GPS ve formě mobilních telefonů s GPS. Ty jsou pak užitečné pro účetnictví a kontrolu přepravní vzdálenosti při fakturaci. Technologie vybavená systémem GPS též pomáhala nákladním automobilům v navigaci do skladů, s tím, že problém řidiči viděli v tom, že obrazovka byla příliš malá pro čtení během řízení. Naopak nejvíce pomáhalo zobrazení mapy přesných míst v lesích (SIKANEN et al. 2004).

McCormark (1990) zvážil důležitost silnic a nákladního auta, jako související faktor pro zlepšení účinnosti dopravy a rozvinutí záznamu nákladního automobilu.

LINDHOLM, BERG (2005) analyzovali průměrnou roční spotřebu paliva na přepravu dřeva ve Švédsku pro odhad spotřeby energie ve švédském lesnictví a jeho dopad na životní prostředí.



## 3.12 GIS

### 3.12.1 Co je to GIS ?

Gis je zkratka pro geografický informační systém, anglicky Geographical Information System. Tento systém je v dnešní době používán pro označení počítačových systémů zaměřených na zpracování geografických dat, které jsou nejčastěji předloženy v podobě různorodých map.

Samotné geografické informace (GI), jsou údaje, které souvisí s umístěním na Zemi. Jedná se o informace, které jsou ve vztahu s přírodními jevy, kulturními a lidskými zdroji. Všichni geografické informace používáme ke každodennímu životu, a většinou o tom ani nevíme (EUROPEAN COMMISSION, 1998).

V porovnání s papírovými mapami jsou výhody GISů následující:

- uložení geografických dat,
- prezentace dat,
- možné prostorové analýzy dat,
- snadná aktualizace dat.

Od svého vzniku dosáhly GISy významného rozšíření. Jen za roky 1990 – 1995 se v Evropě evidoval roční nárůst průmyslu s geografickými informacemi o 20% (RAPANT, 2002). Z toho vyplývá, že je o tyto systémy velký zájem.

### 3.12.2 Oblasti využití GISů

Význam trhu s GISy je značný, a tak se jeho využití objevuje v celé řadě oblastí lidských činností. Uvedena je oblast a v závorce příklad pro využití:

- a) **maloobchod** (výběr nejvhodnějšího místa pro supermarket, údaje o konkurenčních obchodech),
- b) **inženýrské sítě** (mapy vedení elektrického napětí, rozvoden, potrubí),
- c) **životní prostředí** (systém pro signalizaci povodňových vln),
- d) **státní správa a samospráva** (evidence nemovitostí),

e) **péče o zdraví obyvatelstva** (vyhledávání oblastí s rizikem výskytu specifických typů nemocí),

f) **aplikace ve sféře financí** (vyhledávání vhodných pozemků pro banky a pojišťovny),

g) **telekomunikace** (převod dat telekomunikačních sítí z papírové podoby do prostředí GISu),

h) **správa zdrojů** (zpracování údajů o přírodních zdrojích, údaje slouží jako podklad pro rozhodování),

ch) **územní plánování** (aktuální územní plán, mapy zobrazující rozčlenění města na zóny, podpůrný nástroj pro tvorbu územního plánu),

i) **správa daní** (využívá katastrální mapy i informacím o nemovitostech a z dat lze vypočítat daňové povinnosti majitelů),

j) **záchranné služby** (databáze slouží dispečerům záchranných složek, kteří zodpovídají za včasné a bezchybné reakce při nouzovém volání),

k) **archeologie** (vyhledávání potencionálních lokalit s archeologickými nálezy, dokumentace nálezů pomocí 3D map),

l) **vojenství** (digitální modely terénu, které slouží letectvu),

m) **doprava** (plánování a údržba infrastruktury, optimalizace městské hromadné dopravy a dálkové přepravy, plánování přepravy nadměrných a nebezpečných nákladů, navigace vozidel pomocí systému umístěných přímo ve vozidlech).

Pojem GIS lze rozčlenit na 3 odlišné úrovně chápání. A to GIS jako software, Gis jako konkrétní aplikace a GIS jako informační technologie (RAPANT 1996).

### 3.12.3 GIS jako software

Představuje nejnižší úroveň vnímání pojmu, přičemž jeho užívání je zcela nesprávné. Žádný programový výtvar pro budování GISů nezaručuje, že vytvořenou

aplikaci bude možné nazvat GIS. A naopak nějaký produkt, který na to ze začátku nevypadá, může v konečné verzi vytvořit aplikaci, která se GISu velmi podobá.

### **3.12.4 GIS jako konkrétní aplikace**

V této rovině užívání lze snadno definovat pojem GIS jako výkonný soubor nástrojů pro sběr, ukládání, výběr, transformaci a zobrazování prostorových dat z reálného světa pro konkrétní účely.

Reálný svět znamená, že většina objektů se vyskytuje na jakémkoliv místě na zemském povrchu. Pro představu objekty mohou být řeky, silnice, jezera, domy, stromy a společně s dalšími objekty se navzájem ovlivňují. Z tohoto důvodu je důležitá znalost vzájemných prostorových souvislostí mezi objekty, která hraje tak důležitou roli v oblastech lidské činnosti. Nutné je mít údaje o objektu i o jeho poloze.

GIS je jako funkční celek tvořený integrací technických a programových prostředků, dat, pracovních postupů, obsluhy, uživatelů a organizačního kontextu zaměřený na sběr, ukládání, správu, analýzu, syntézu a prezentaci prostorových dat pro potřeby popisu, analýzy, modelování a simulace okolního světa s cílem získat nové informace potřebné pro racionální správu a využívání toho světa (RAPANT 2002).

### **3.12.5 GIS jako informační technologie (IT)**

Jde o nejobecnější úroveň chápání pojmu, přičemž je velmi těžké jakkoliv definovat toho pojetí. Vlastně jde o prostředí, ve kterém aplikace GIS vznikají.

### **3.12.6 GIS – historie**

2. polovina 20. století se ve světě vyznačuje velkým rozvojem počítačů. S tím souvisí vznik celé programů, které umožňují graficky zaznamenávat, zpracovávat a prezentovat data, jako například systémy CAD, ale i celá řada dalších programů pro zpracování textových údajů, jako jsou databázové systémy.

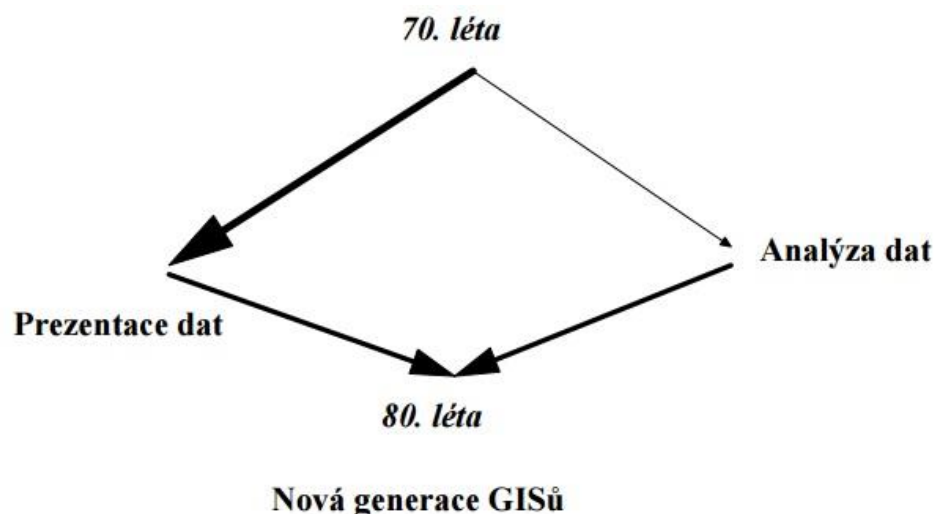
Na počátku 60. let začal vývoj geografických informačních systémů a formovaly se první skupiny nadšenců z různých oborů, kteří chtěli využít výpočetní techniku k připojení dat z různých zdrojů k jejich společné analýze a prezentaci výsledků.

Za 1. funkční GIS je považován The Canadian Geographic Information System (CGIS), implementovaný v roce 1966 a do plného provozu uvedený v roce 1971 (SMITH 1987). Do dnešní doby jde o jednu z největších a nejrozsáhlejších aplikací GISu, na tak detailní úrovni. Tato aplikace na dlouho dobu znázorňovala jediný plnohodnotný geografický informační systém.

V dalším období dochází k rozvoji počítačových mapových systémů dosahujících co nejlepší kartografické přesnosti a optické kvality analogových map. Nevýhodou j, že s nimi nelze provádět jakékoliv hlubší analýzy.

Až začátkem 80. let se objevují programové systémy, určené pro zpracování geografických dat, včetně prostorových analýz umožňující vysoké uplatnění geografických informačních systémů.

Nová generace GISů těží z rozvoje výpočetní techniky, z růstu dostupných prostorových dat v digitální podobě a také z výsledků rozvoje v oblasti prostorové analýzy dat.



Obrázek 10: hlavní směry vývoje systémů pro zpracování geografických dat (zdroj: RAPANT, 2002)

Doteď byla vyvinuta široká řada programových produktů pro budování těchto systémů. Geografické informace jsou vytvářeny jak na místní, tak regionální, národní a nadnárodní úrovni.

## 4 Metodika

### 4.1 Metodika terénního výzkumu

Terénní výzkum byl proveden v rámci Školního lesního podniku v Kostelci nad Černými lesy (dále jen ŠLP). Vedení ŠLP ve spolupráci s vedením střediska dopravně manipulačního povolili, aby výzkum mohl být zrealizován.

Zapůjčené **zařízení GPSMAP 64 PRO** od firmy Garmin bylo umístěno do odvozní soupravy, která se pohybuje v lesích, které obhospodařuje ŠLP a většinu z nich i vlastní.

Tato odvozní souprava dopravuje vytěžené dříví z okolních lesů výhradně na místní pilu, která se nachází kousek od Kostelce nad Černými lesy na adrese: Na Staré cestě 222, Jevany – Smrčiny, kde se také nachází středisko dopravně manipulační.

Umístěná GPS v odvozní soupravě zaznamenávala trasu odvozní soupravy a **každé 3 vteřiny udělala časový a polohový záznam**. Tato studie trvala 4 dny a proběhla na podzim v říjnu.

Získaná data byla zpracována pomocí dvou softwarů, a to **ArcGis 10.3.1 a ExpertGPS**.

Pomocí programu ExpertGPS byly **trasy rozděleny podle rychlosti** (barevně odlišené), kterou se odvozní souprava pohybovala v ten daný den. Byla vytvořena rozhraní:

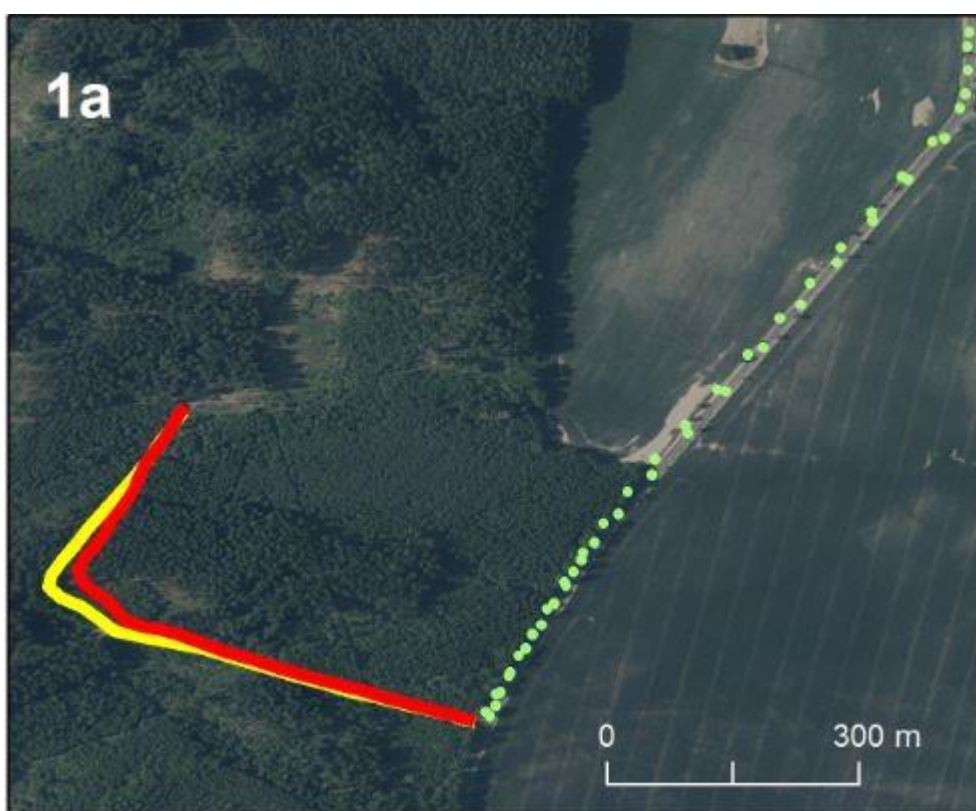
- 0-15 km/hod
- 15-30 km/hod
- 30-50 km/hod
- 50 a výš km/hod

Trasa také byla rozdělena dle ujetých kilometrů, z které je vidět odkud kam se souprava pohybovala. Kilometráž je zaznamenána do mapy denní trasy.

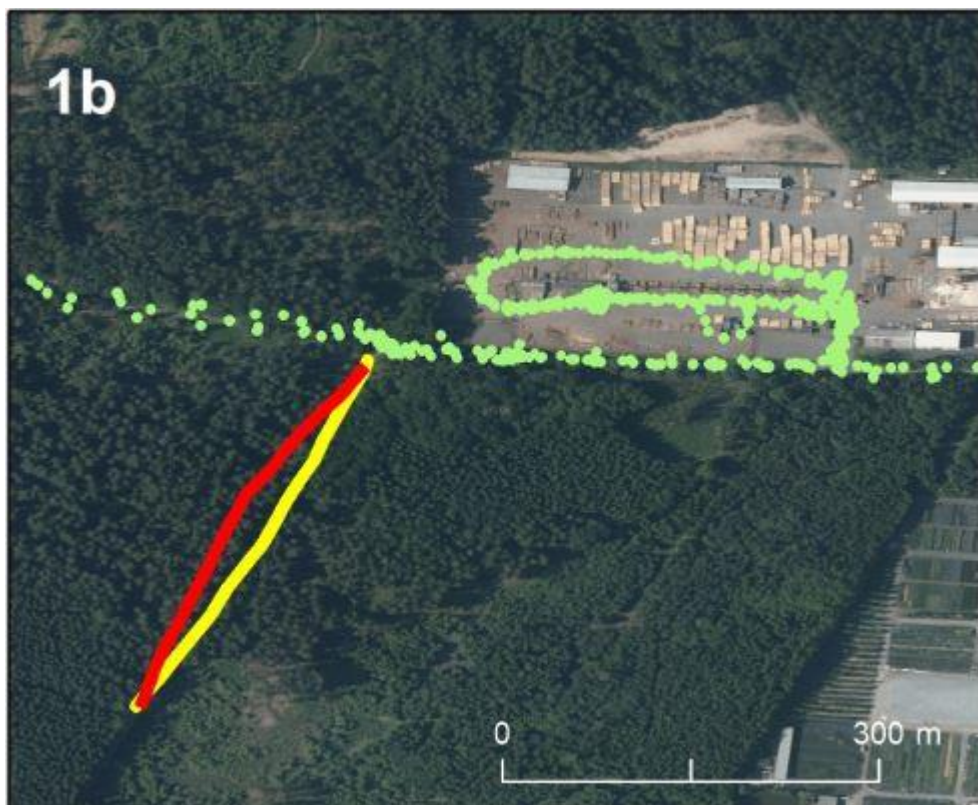
V programu **ExpertGPS** byly vytvořeny **podélné výškové profily** jednotlivých denních tras.

Za pomoci programu ArcGis 10.3.1 ze zaznamenaných dat **byly vytvořeny časové snímky práce odvozní soupravy a zpracovány v tabulkovém přehledu.**

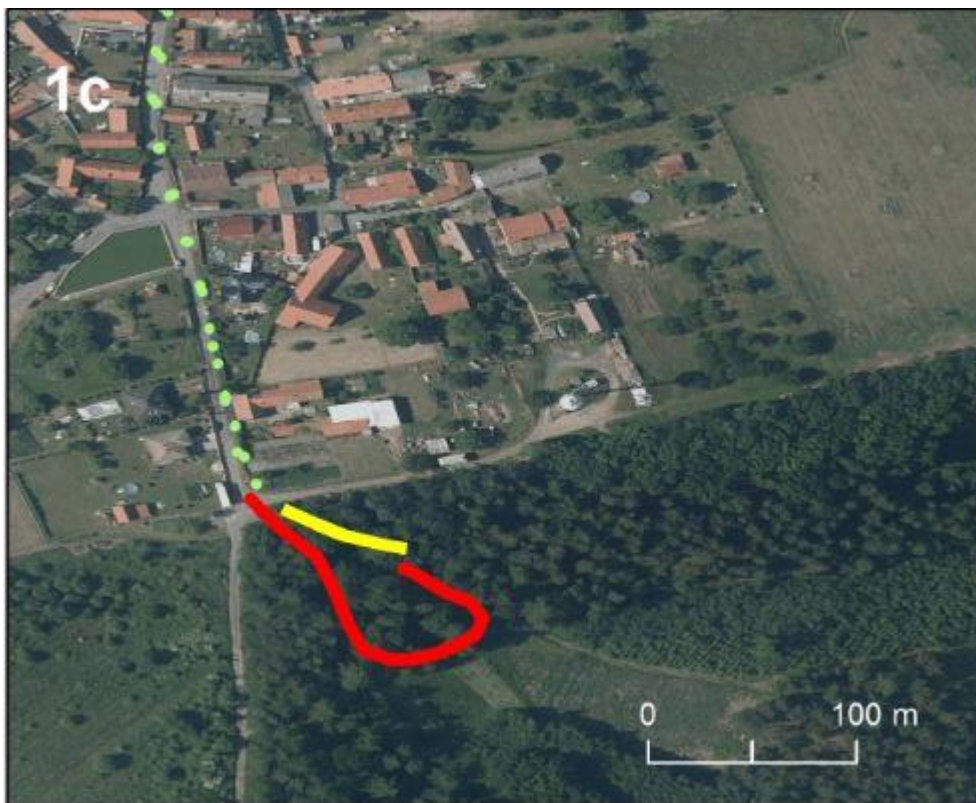
Ze získaných dat byly vypočítány **průměrné rychlosti odvozní soupravy na lesních cestách.** V ArcGis 10.3.1 byly vytvořeny znázorňující mapy lesních cest, kde se odvozní souprava pohybovala (nakládala dříví) a **jakou rychlostí se pohybovala s nákladem a bez nákladu.**



Obrázek 11: TRASA č. 1 - znázornění lesní cesty, po které se odvozní souprava pohybovala, červeně je označená cesta bez nákladu, žlutě cesta s nákladem, rychlosti jsou zaznamenány v tabulce č. 5

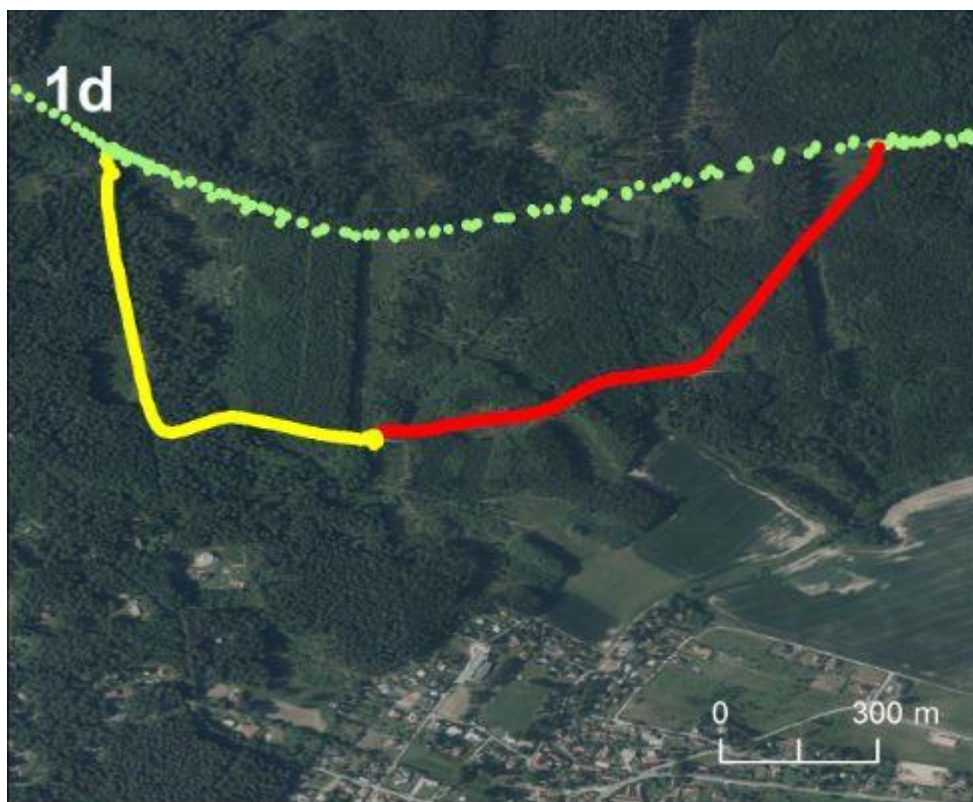


Obrázek 12: TRASA č. 1 - znázornění lesní cesty, po které se odvozní souprava pohybovala, červeně je označená cesta bez nákladu, žlutě cesta s nákladem, rychlosti jsou zaznamenány v tabulce č. 5



Obrázek 13: znázornění lesní cesty, po které se odvozní souprava pohybovala, červeně je označená cesta bez nákladu, žlutě cesta s nákladem, rychlosti jsou zaznamenány v tabulce č. 5





**Obrázek 14:** znázornění lesní cesty, po které se odvozní souprava pohybovala, červeně je označena cesta bez nákladu, žlutě cesta s nákladem, rychlosti jsou zaznamenány v tabulce č. 5

Vypočítané průměrné rychlosti na lesních cestách byly **počítány pouze ze zaznamenaných dat v době, kdy odvozní souprava jela**, a to buďto s nákladem, či bez nákladu.

**Spočítána byla zvlášť průměrná rychlost jízdy s nákladem a zvlášť bez nákladu. Rychlosti byly zaznamenány do tabulky.**

Objekty byly fotografovány mobilním telefonem Apple iPhone 5.

## **4.2 Popis odvozní soupravy**

Odvozní souprava Tatra, která byla využita k terénnímu průzkumu má následující parametry:

Motorové vozidlo: **Tatra 815**

Typ: 230R2528

Nejvyšší povolená nosnost: **44 t**

Přívěs: Lemex NR – 15, dvounápravový klanicový

Nejvyšší povolená nosnost: **18 t**

Největší povolená délka soupravy motorového vozidla s jedním přívěsem - **18,75 m.**

Hydraulická ruka: Ostroj WM 195 NT

Nosnost: **2,05 t**

Dosah: **9 m**

### **4.3 Popis modelového území**

Město Kostelec nad Černými lesy se nachází zhruba 30 km východně od hlavního města Prahy na 50. rovnoběžce v nadmořské výšce 400 m. n. m. Kostelec nad Černými lesy a jeho okolí spadá do Středočeské pahorkatiny a nachází se v celku Benešovská pahorkatina, která se dělí na okrsky Jevanská pahorkatina a Černokostelecká pahorkatina (LIPSKÝ, 2001). Město se rozkládá v náhorní poloze těsně pod rozvodím řeky Labe a Sázavy, které tvoří nevýrazný zlom v jižním sousedství města (MRVÍK, 2011). Černokostelecká oblast si dodnes zachovala velmi zajímavé a rozmanité přírodní poměry krajiny leso-zemědělského typu. Od řeky Sázavy až k Českému Brodu a ve východní části téměř ke Kouřimí, tam až sahají černokostelecké lesy. V rozmezí od 230 m. n. m. do 546 m. n. m. se pohybuje nadmořská výška. Na jižní a jihovýchodní straně Černokostelecka se projevují vlivy drsnějšího předhoří Českomoravské vrchoviny. Na severní, severovýchodní a severozápadní straně je patrný vliv mírnější Polabské nížiny. Od pradávna v hospodářském a sociálním rozvoji Černokostelecka převažovala zemědělská a lesní prvovýroba (ČECH, 1989). Také lesní a vodní hospodářství hrálo v rozvoji regionu významnou roli. Mezi nejčastější dřeviny Černokosteleckých lesů patří smrk ztepilý, borovice lesní, buk lesní, modřín opadavý a duby (REMEŠ, 2009).

## 5 Výsledky a diskuze

Výsledky jsou rozděleny na jednotlivé „trasy“. Jedna trasa = jeden den práce odvozní soupravy. Podle časových a prostorových záznamů byla vytvořena tabulka, ze které je možné vyčíst, v kolik hodin začala pracovat odvozní souprava, kolikrát se otočila na pile, jak dlouho trvalo naložit dříví pomocí hydraulické ruky, jak dlouho trvalo vyložit dříví apod.

Legenda u map, kde je zobrazena rychlost, je v mílích za hodinu, protože v programu ExpertGPS nebylo možné nastavit kilometry za hodinu. A tak v následující tabulce je zobrazený převod na km/h. Platí pro všechny mapy ve výsledcích.

**Tabulka 3: převody jednotek z míle za hodinu na km/ hod**

	0 - 9.3 mph	=	<b>0 – 15 km/ hod</b>
	9.3 mph – 18.6 mph	=	<b>15 – 30 km/hod</b>
	18.6 mph – 31.1 mph	=	<b>30 – 50 km/hod</b>
	31.1 mph a více	=	<b>50 km/hod a více</b>

V druhé tabulce jsou pak zaznamenány rychlosti odvozní soupravy na lesních cestách. Spočítána byla rychlost jak při jízdě bez nákladu, tak při jízdě s nákladem.

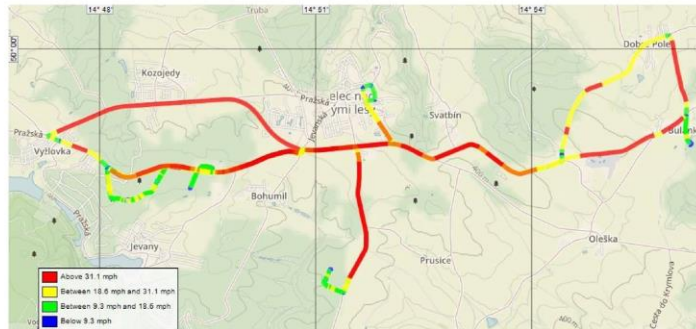
### **TRASA č. 1**

Začátek práce ve 4:48 ráno, 6 x přijel na pilu vyložit dříví. Jízda z pily do porostu trvala průměrně 7 minut, naopak jízda z porostu průměrně 15 minut. Nakládání dříví pomocí hydraulické ruky trvalo průměrně 11 minut a vykládání 20 minut. Číslo u vykládání může být malinko zkreslené, jelikož se na pilnici (manipulačním skladě) mohl zdržet kvůli jakémukoliv problému či domluvě s vedoucími pracovníky manipulačního skladu apod.

Tabulka 4: časový snímek práce odvozní soupravy na trase č. 1

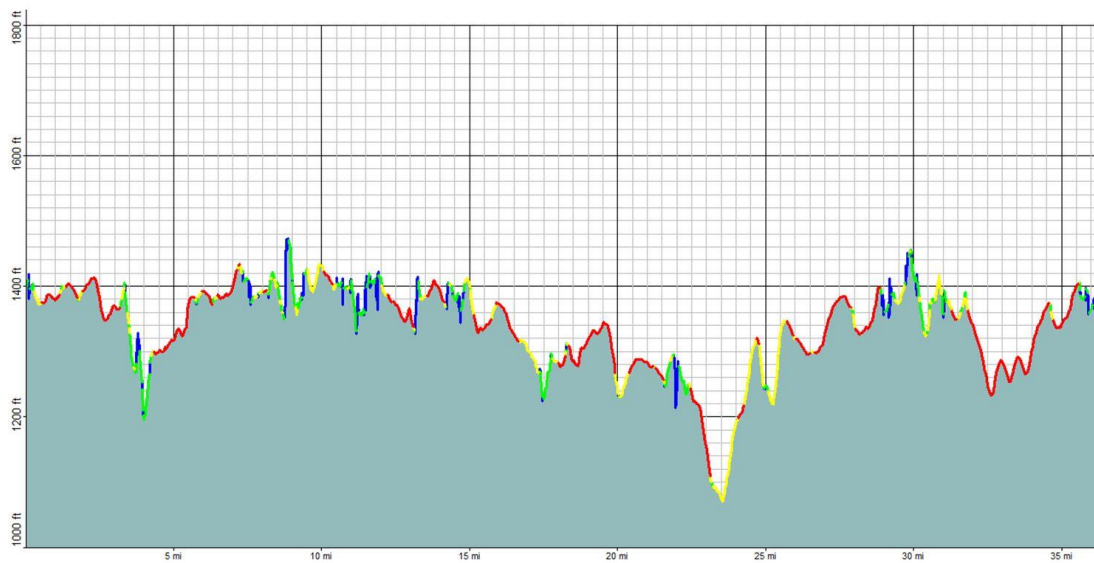
<b>Trasa č. 1 4:48 – 11:36</b>	<b>Jízda do porostu [min]</b>	<b>Nakládání</b>	<b>Čas [min]</b>	<b>Jízda z porostu [min]</b>	<b>Vykládání</b>	<b>Čas [min]</b>
1. jízda	8	5:08 – 5:20	12	9	5:29 – 5:50	21
2. jízda	4	5:54 – 6:06	12	9	6:15 – 6:32	17
3. jízda	3 2	6:35 – 6:42 6:44 – 6:58	7 14	6	7:04 – 7:17 + 7:47	13+ pauza
4. jízda	3	7:50 – 8:01	11	9	8:10 – 8:32	22
5. jízda	20	8:52 – 9:07	15	40	9:47 – 10:00 + 10:31	13 + pauza
6. jízda	3	10:34 – 10:41	7	18	10:59 – 11:33	34
<b>průměr</b>	<b>7,1</b>		<b>11,14</b>	<b>15,1</b>		<b>20</b>

## Trasa odvozní soupravy podle vzdálenosti a rychlosti - č.1



Petra Příšová  
DP - 2016  
software: ArcGIS 10.3.1  
podklad: ČSÚM  
souř. systém: WGS84

Obrázek 15: trasa odvozní soupravy podle vzdálenosti a rychlosti na trase č. 1



Obrázek 16: výškový podélný profil na trase č. 1

**Tabulka 5: rychlosti dosahované na lesních cestách na trase č. 1**

Označení místa	Jízda s nákladem (rychlost v km/hod)	Jízda bez nákladu (rychlost v km/hod)
1a	18,87	24,1
1b	19,63	20,95
1c	11,9	13,7
1d	21,1	27,5
<b>Průměr</b>	<b>17,88</b>	<b>21,56</b>

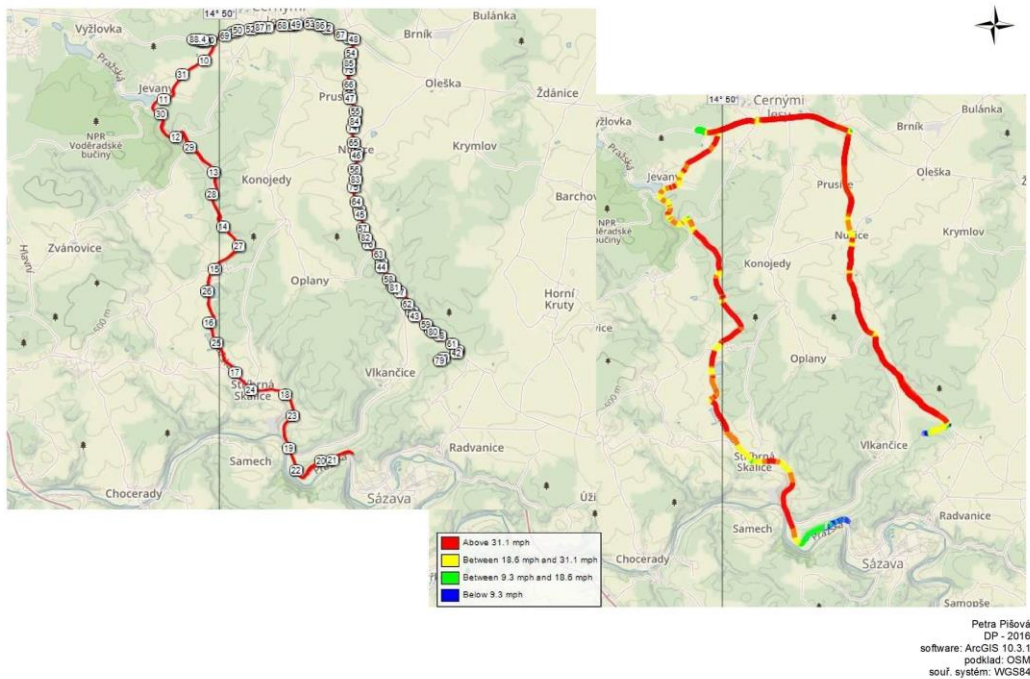
## TRASA č. 2

Začátek práce ve 4:12 ráno, 5 x přijel na pilnici vyložit dříví. Jízda z pilnice do porostu trvala průměrně 19 minut, naopak jízda z porostu průměrně téměř 21 minut. Nakládání dříví pomocí hydraulické ruky trvalo průměrně 22 minut a vykládání taktéž 22 minut. V tento den, jezdil na vzdálenější místo a dříví nakládal pouze na dvou místech na lesní cestě.

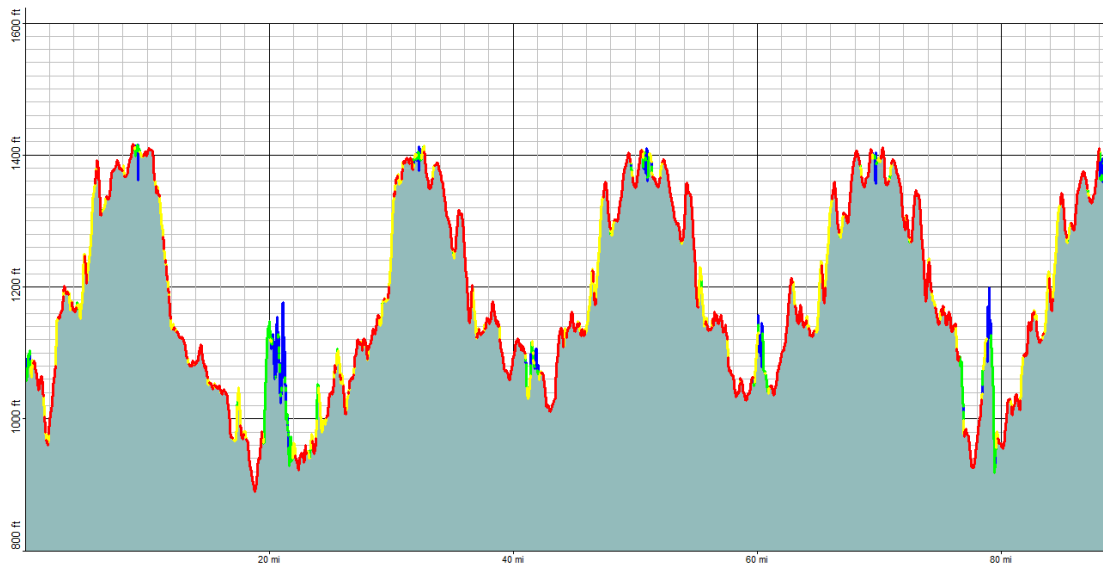
**Tabulka 6: časový snímek práce odvozní soupravy na trase č. 2**

Trasa č. 2 4:12 – 11:48	Jízda do porostu [min]	Nakládání	Čas [min]	Jízda z porostu [min]	Vykládání	Čas [min]
1. jízda	18	4:30 - 4:50	20	20	5:10 - 5:23	13
2. jízda	29	5:52 - 6:08	16	27	6:35 - 6:50	15
3. jízda	15	7:05 - 7:34	29	19	7:53 - 8:09 + 8:38	16 + pauza
4. jízda	17	8:55 - 9:14	19	18	9:32 - 10:07	35
5. jízda	17	10:24 - 10:53	29	20	11:13 - 11:45	32
<b>průměr</b>	<b>19,2</b>		<b>22,6</b>	<b>20,8</b>		<b>22,5</b>

## Trasa odvozní soupravy podle vzdálenosti a rychlosti - č.2



Obrázek 17: trasa odvozní soupravy podle vzdálenosti a rychlosti na trase č. 2



Obrázek 18: výškový podélný profil na trase č. 2

**Tabulka 7: rychlosti dosahované na lesních cestách na trase č. 2**

Označení místa	<b>Jízda s nákladem</b> (průměrná rychlost v km/hod)	<b>Jízda bez nákladu</b> (průměrná rychlost v km/hod)
2a	17,5	27,5
2b	16,16	21,56
<b>průměr</b>	<b>16,83</b>	<b>24,53</b>

### **TRASA č. 3**

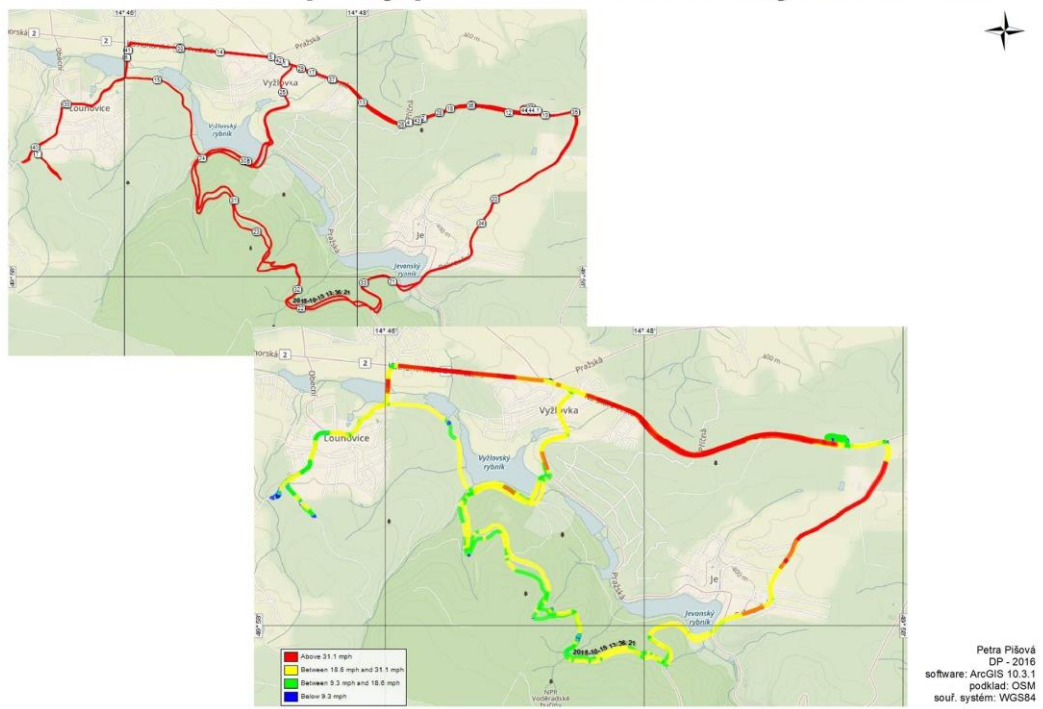
Začátek práce ve 4:52 ráno, 5 x přijel na pilnici vyložit dříví. Jízda z pilnice do porostu trvala průměrně 9,4 minut, naopak jízda z porostu průměrně 11,8 minut. Nakládání dříví pomocí hydraulické ruky trvalo průměrně 15 minut a vykládání 20,6 minut. Číslo u vykládání může být malinko zkreslené, jelikož se na pilnici (manipulačním skladě) mohl zdržet kvůli jakémukoliv problému či domluvě s vedoucími pracovníky manipulačního skladu apod.



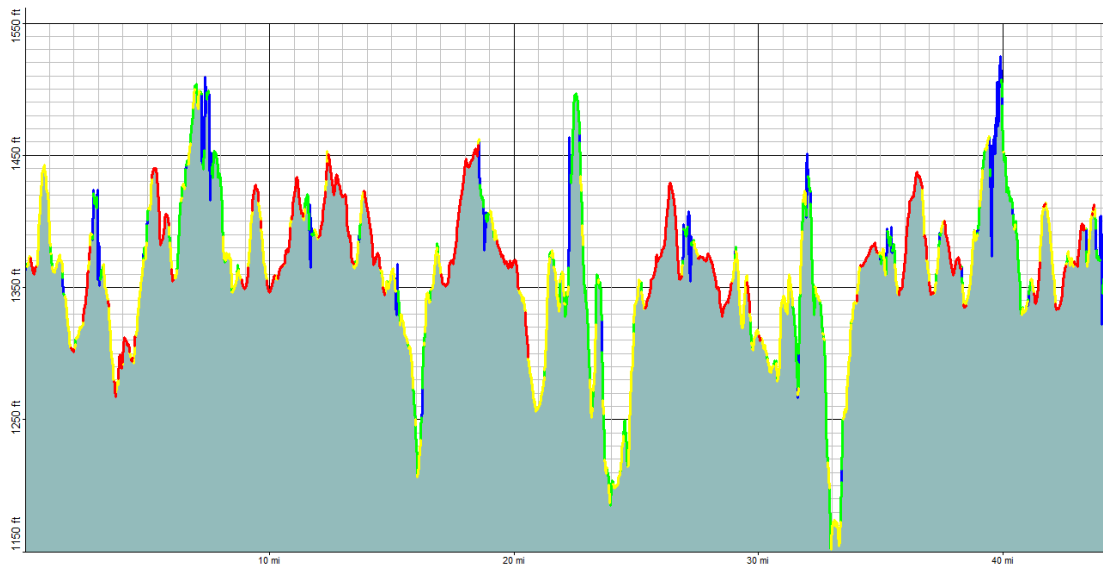
Tabulka 8: časový snímek práce odvozní soupravy na trase č. 3

Trasa č. 3 4:52 – 11:37	Jízda do porostu [min]	Nakládání	Čas [min]	Jízda z porostu [min]	Vykládání	Čas [min]
1. jízda	8	5:28 – 5:37 5:38 – 5:46	9 8	10	5:56 – 6:13 + 6:33	17 + zdržení
2. jízda	9	6:42 – 6:57	15	9	7:06 – 7:21 + 7:33	15 + zdržení
3. jízda	8	7:41 – 7:55	14	17	8:12 – 8:40 + 9:22	28 + pauza
4. jízda	12	9:34 - 9:48	14	11	9:59 – 10:13	14
5. jízda	10	10:23 - 10:53	30	12	11:05- 11:34	29
<b>průměr</b>	<b>9,4</b>		<b>15</b>	<b>11,8</b>		<b>20,6</b>

### Trasa odvozní soupravy podle vzdálenosti a rychlosti - č.3



Obrázek 19: trasa odvozní souprav podle vzdálenosti a rychlosti na trase č. 3



Obrázek 20: : výškový podélný profil na trase č. 3

**Tabulka 9: rychlosti dosahované na lesních cestách na trase č. 3**

<b>Označení místa</b>	<b>Jízda s nákladem (průměrná rychlost v km/hod)</b>	<b>Jízda bez nákladu (průměrná rychlost v km/hod)</b>
3a	16,7	26,7
3b	29,03	36,4
3c	18,9	30,6
3d	24,6	29,2
3e	17,04	30,3
<b>průměr</b>	<b>21,25</b>	<b>30,64</b>

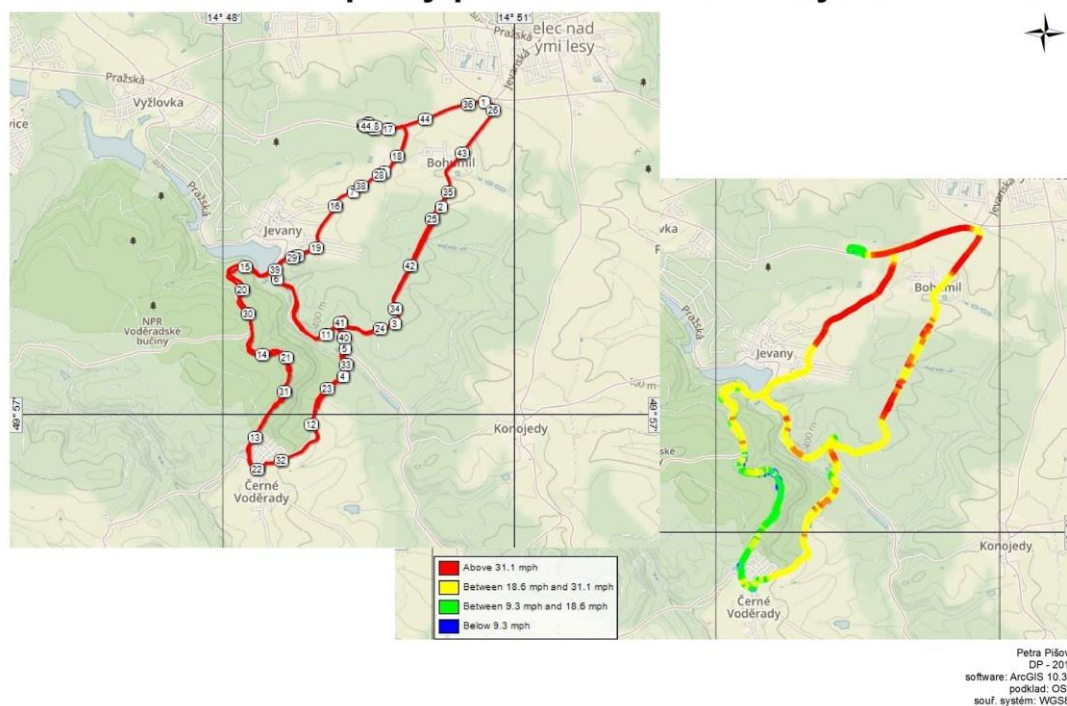
#### **TRASA č. 4**

Začátek práce ve 2:35 ráno, 5 x přijel na pilnici vyložit dříví. Jízda z pilnice do porostu trvala průměrně 11,4 minut, naopak jízda z porostu průměrně 15,6 minut. Nakládání dříví pomocí hydraulické ruky trvalo průměrně 14,2 minut a vykládání 21,2 minut. Číslo u vykládání může být malinko zkreslené, jelikož se na pilnici (manipulačním skladě) mohl zdržet kvůli jakémukoliv problému či domluvě s vedoucími pracovníky manipulačního skladu apod. Pouze 4 x nakládal dříví na lesní cestě.

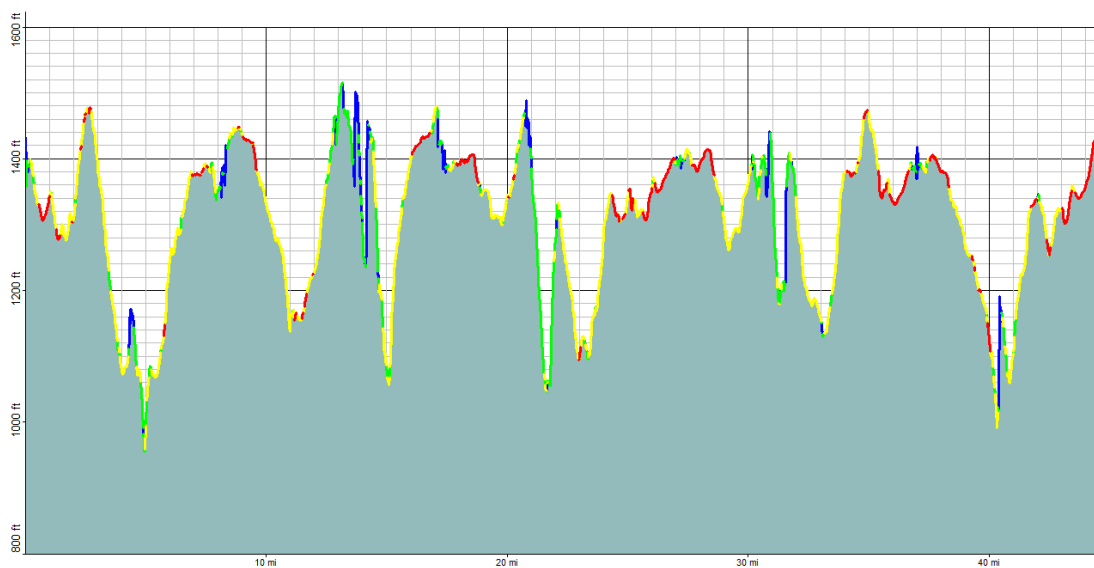
Tabulka 10: časový snímek práce odvozní soupravy na trase č. 4

Trasa č. 4 2:35-9:03	Jízda do porostu [min]	Nakládání	Čas [min]	Jízda z porostu [min]	Vykládání	Čas [min]
1. jízda	15	2:50 – 3:07	17	10	3:17 – 3:40 + 4:23	23 + pauza
2. jízda	17	4:40 – 4:48	8	21	5:09 – 5:31	22
3. jízda	8	5:39 – 5:54	15	16	6:10 – 6:23	13
4. jízda	9	6:32 – 6:47	15	19	7:06 – 7:21 + 7:53	15 + pauza
5. jízda	8	8:01 – 8:17	16	12	8:29 – 9:02	33
<b>průměr</b>	<b>11,4</b>		<b>14,2</b>	<b>15,6</b>		<b>21,2</b>

Trasa odvozní soupravy podle vzdálenosti a rychlosti - č.4



Obrázek 21: trasa odvozní soupravy podle vzdálenosti a rychlosti na trase č. 4



Obrázek 22: výškový podélný profil na trase č. 4

Tabulka 11: rychlosti dosahované na lesních cestách na trase č. 4

Označení místa	Jízda s nákladem (rychlost v km/hod)	Jízda bez nákladu (rychlost v km/hod)
4a	27,4	33
4b	15,1	18
4c	21,17	27,8
4d	17,15	25,5
<b>průměr</b>	<b>20,20</b>	<b>26,08</b>

## 6 Závěr

V práci jsou vypočítány průměrné rychlosti na lesních cestách, na kterých docházelo k nakládání dříví na odvozní soupravu. Na trase č. 1 se odvozní souprava pohybovala na 4 odlišných lesních cestách, při jízdě bez nákladu se průměrně pohybovala rychlostí 21,56 km/hod a s nákladem 17,88 km/hod. Na trase č. 2 byla průměrná rychlost na lesních cestách s nákladem 16,83 km/hod a bez nákladu 24,53 km/hod. Na trase č. 3 se odvozní souprava pohybovala po lesních cestách s nákladem průměrně 21,25 km/hod a bez nákladu rychlostí 30,64 km/hod. Na trase č. 4 byla průměrná rychlost po lesních cestách s nákladem 20,2 km/hod a bez nákladu 26,08 km/hod. Z výsledků vyplývá, že s nákladem se odvozní souprava pohybovala pomaleji, než bez nákladu. Na různých lesních cestách se vozidla pohybují různou rychlostí. Různá rychlost je ovlivněna více faktory. Nejvýznamnějším faktorem je stav a povrch lesní cesty. Dalším vlivem může být členitost terénu (sklon, zakřivení). Z podélných profilů je vidět, že lesy většinou leží ve vyšší nadmořské výšce, a tak do lesa (nahoru) odvozní souprava jela prázdná a z lesa (dolů) plná. Z výsledků a rychlostních záznamů je patrné, že lesní cesty omezují rychlost odvozní soupravy. Využití přístrojů GNSS slouží převážně pro přesné určení polohy, navigaci, optimalizaci trasy a záznamu trasy.

V rámci získaných informací od Školního lesního podniku, využívá ŠLP GPS pouze k získání informace o ujeté vzdálenosti s naloženou soupravou od místa naložení nákladu k odběrateli za účelem získání informací potřebných k vyčíslení nákladů na dopravu. Dle zjištěných informací by bylo vhodné využívat GPS ke kontrole pohybu vozidel a kontrole způsobu jízdy (rychlost), za účelem udržení dobrého stavu lesních cest.

Z uvedeného vyplývá, že cíle diplomové práce byly řádně splněny.

## 7 Literatura

Bystrický R., Sirota I., 2013: Lesní dopravní síť v ČR stav a budoucnost. Časopis lesnická práce č. 1/13, ročník 92 (2013), 17-19.

Čech M., 1989: Černokostecko. Městský národní výbor v Kostelci nad Černými lesy: 95 s.

ČSN 73 6108, 2016: Lesní cestní síť. Český normalizační institut, Praha: 41 s.

Devlin G. J., McDonnell K., Ward S., 2008: Timber haulage routing in Ireland: an analysis using GIS and GPS. J Transp Geogr 16/1, 63–72.

Dvořák P., 2009: Otázka užívání lesních cest jako pozemních komunikací. Časopis lesnická práce č. 8/09, ročník 88 (2009), 16-17.

European commission, 10. 7. 1998: GI2000 Towards a European Policy Framework for Geographic Information [cit. 2017.04.01], dostupné z [http://www.ec-gis.org/docs/F20680/MICROSOFT%20WORD%20-%20GI2000V10\\_7\\_98.PDF](http://www.ec-gis.org/docs/F20680/MICROSOFT%20WORD%20-%20GI2000V10_7_98.PDF)

Friedl K., Kanzian Ch., Stampfer K.: 2004 Netzwerk Holz. Endbericht, Kooperationsabkommen Forst-Platte-Papier und Holzindustrie Osterreich

Hanák K., Kupčák V., Skoupil J., Šálek J., Tlapák V., Zuna J., 2008: Stavby pro plnění funkcí lesa. 1. vydání. Informační centrum ČKAIT, s.r.o., Praha: 300 s. (ISBN 978-80-87093-76-4)

Hojgr R., Stankovič J., 2007: GPS Praktická uživatelská příručka. 1 vydání. Computer Press, a. s., Brno: 221 s. (ISBN 978-80-251-1734-7)

Klč P., Žáček J., 2006: Výstavba, rekonstrukce a modernizace lesní dopravní sítě. Lesnická práce. 1. vydání. Praha: 152 s. (ISBN 80-86386-20-1)

Lebensministerium: 2008 Nachhaltige Waldwirtschaft in Osterreich. Osterreichischer Waldbericht 2008, 134.

Lindholm E., Berg S., 2005: Energy requirement and environmental impact in timber transport. Scand J For Res 20/2, 184–191.

- Lipský Z., 2001: Geomorfologické členění Kutnohorska. ÚAE LF ČZU, Kostelec nad Černými lesy, 80 s. (ISBN 80-213-0755-2)
- McCormack R. J., 1990: Trucksim - a log truck performance simulator. *J For Eng* 2/1, 31–37.
- Mrvík J. M., 2011: Dějiny Černokosteckých domů. Historická topografie města Kostelec nad Černými lesy. 2. rozšířené vydání. Kostelec nad Černými lesy: 464 s. (ISBN 978-80-7458-006-2)
- MZE ČR, 2000: Technická doporučení pro lesní dopravní síť, Lesnická práce s. r. o., Kostelec nad Černými lesy: 106 s. (ISBN 80-86386-09-0)
- MZE, 2016: Strategie resortu Ministerstva zemědělství České republiky s výhledem do roku 2030. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 136 s.
- Neruda J., Šimanov V., 2006: Technika a technologie v lesnictví. 1. vydání. Mendelova univerzita v Brně: 324 s. (ISBN 978-80-7157-988-5)
- Novák J., Cempírek V., Novák I., Široký J., 2008: Kombinovaná přeprava. Institut Jana Pernera, OPS, Pardubice: 320 s. (ISBN 978-80-8653-47-5)
- Nurminen, T. & Heinonen, J. 2007. Characteristics and time consumption of timber trucking in Finland. *Silva Fennica* 41/3, 471–487.
- Příbyl P., Svítek M., 2001: Inteligentní dopravní systémy. Nakladatelství BEN – technická literatura, Praha: 544 s. (ISBN 80-7300-029-6)
- Rapouch J., 17. 5. 2012: Moderní technika v našich lesích [cit. 2017.02.22], dostupné z <https://lesycr.cz/casopis-clanek/moderni-technika-v-nasich-lesich/>
- Rapant P., 1996: Geografické informační systémy – oč běží? Sborník referátů z konference GIS Ostrava 96. VŠB-TU, Ostrava: 79-103. (ISSN 1211-4855)
- Rapant P., 2002: Úvod do geografických informačních systémů. VŠB – TU, Ostrava: 112 s.
- Ranta T., Rinne S., 2006: The profitability of transporting uncomminuted raw materials in Finland. *Biomass Bioenergy* 30/3, 231–237.



Simanov V., Kohout V., 2004: Těžba a doprava dříví. Matice lesnická spol. s.r.o., Písek jako 3. publikace v edici učebnice: 411 s. (ISBN 80-86271-14-5)

Sikanen L., Asikainen A., Lehtikoinen M.: 2004 Transport control of forest fuels by fleet manager, mobile terminals and GPS. Biomass Bioenergy 28/2, 183–191.

Skoupý A., Klvač R., Kadlec J.: Možné perspektivy v dopravě dříví. In: Doprava dřeva v nových odbytových a technologických podmínkách. Sborník ze semináře: 5. září 2006, Restaurace u Vlčků, Tlustice. (ISBN 80-02-01835-4)

Smith T. R., 1987: Requirements and principles for the implementation and construction of large scale GIS. Int. Journal of GIS č. 1, roč 1., 13-31.

Staněk J., 2002: Výklad pojmu „Těžba“. Časopis lesnická práce č. 1/12, ročník 81 (2002), 41.

Štícha V., 2015: Lesní hospodářství. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha: 265 s. (ISBN 978-80-213-2613-2)

Valenta J., Sys T., 2011: Přesnost přístrojů GPS. Časopis lesnická práce č. 6/11, ročník 90 (2011), 23-25.

Volný C., Tománek J.: Výsledky průzkumu vybraných údajů o lesní dopravní síti a jejím využití. In: Krajina, les a lesní hospodářství. Sborník z mezinárodní vědecké konference. Kostelec nad Černými lesy, 10. 2. 2009. (ISBN 978-80-213-1894-6)

Volný C., Klč P., Tománek J.: Cyklistické komunikace a jejich vztah k lesní dopravní síti. In: Lesnícké stavby v krajině 2009. Zborník referátov z medzinárodnej vedeckej konferencie. Zvolen, 15. október. (ISBN 978-80-228-2049-3)

Internet

ČESKÝ KOSMICKÝ PORTÁL, ©2017: GALILEO – Evropský globální navigační systém [cit. 2017.03.30], dostupné z <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/galileo/>

ZEMĚMĚŘICKÝ ÚŘAD, ©2017: CZEPOS, síť permanentních stanic GNSS České republiky [cit. 2017.04.02], dostupné z [http://czeapos.cuzk.cz/\\_index.asp](http://czeapos.cuzk.cz/_index.asp)

Obrázky

<http://www.esa.int/ESA>

<http://www.russianspaceweb.com/>

<http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/galileo/>

## Seznam obrázků

OBRÁZEK 1: LOKALITA PAŘEZ, MÍSTO POKÁCENÍ STROMU .....	7
OBRÁZEK 2: LOKALITA ODVOZNÍ MÍSTO „OM“ .....	8
OBRÁZEK 3: LOKALITA MANIPULAČNĚ EXPEDIČNÍ SKLAD V JEVANECH .....	9
OBRÁZEK 4: PŘÍVĚS, POLOPŘÍVĚS NÁVĚS .....	14
OBRÁZEK 5: ODVOZNÍ SOUPRAVA - TAŽNÉ VOZIDLO S POLOPŘÍVĚSEM .....	16
OBRÁZEK 6: ODVOZNÍ SOUPRAVA - BEZ NÁKLADU, POLOPŘÍVĚS SPOJENÝ S TAŽNÝM VOZIDLEM.....	17
OBRÁZEK 7: AMERICKÝ SATELIT GPS (ZDROJ: ESA.INT/ESA) .....	29
OBRÁZEK 8: RUSKÝ SATELIT GLONASS – M (ZDROJ: RUSSIANSPEACEWEB.COM) .....	30
OBRÁZEK 9: SATELITNÍ SYSTÉM GALILEO (ZDROJ: CZECHSPACEPORTAL.CZ) .....	32
OBRÁZEK 10: HLAVNÍ SMĚRY VÝVOJE SYSTÉMŮ PRO ZPRACOVÁNÍ GEOGRAFICKÝCH DAT (ZDROJ: RAPANT, 2002) .....	44
OBRÁZEK 11: TRASA Č. 1 - ZNÁZORNĚNÍ LESNÍ CESTY, PO KTERÉ SE ODVOZNÍ SOUPRAVA POHYBOVALA, ČERVENĚ JE OZNAČENÁ CESTA BEZ NÁKLADU, ŽLUTĚ CESTA S NÁKLADEM, RYCHLOSTI JSOU ZAZNAMENÁNY V TABULCE Č. 5....	46
OBRÁZEK 12: TRASA Č. 1 - ZNÁZORNĚNÍ LESNÍ CESTY, PO KTERÉ SE ODVOZNÍ SOUPRAVA POHYBOVALA, ČERVENĚ JE OZNAČENÁ CESTA BEZ NÁKLADU, ŽLUTĚ CESTA S NÁKLADEM, RYCHLOSTI JSOU ZAZNAMENÁNY V TABULCE Č. 5....	47
OBRÁZEK 13: ZNÁZORNĚNÍ LESNÍ CESTY, PO KTERÉ SE ODVOZNÍ SOUPRAVA POHYBOVALA, ČERVENĚ JE OZNAČENÁ CESTA BEZ NÁKLADU, ŽLUTĚ CESTA S NÁKLADEM, RYCHLOSTI JSOU ZAZNAMENÁNY V TABULCE Č. 5 .....	48
OBRÁZEK 14: ZNÁZORNĚNÍ LESNÍ CESTY, PO KTERÉ SE ODVOZNÍ SOUPRAVA POHYBOVALA, ČERVENĚ JE OZNAČENÁ CESTA BEZ NÁKLADU, ŽLUTĚ CESTA S NÁKLADEM, RYCHLOSTI JSOU ZAZNAMENÁNY V TABULCE Č. 5 .....	49
OBRÁZEK 15: TRASA ODVOZNÍ SOUPRAVY PODLE VZDÁLENOSTI A RYCHLOSTI NA TRASE Č. 1 .....	53
OBRÁZEK 16: VÝŠKOVÝ PODÉLNÝ PROFIL NA TRASE Č. 1 .....	53
OBRÁZEK 17: TRASA ODVOZNÍ SOUPRAVY PODLE VZDÁLENOSTI A RYCHLOSTI NA TRASE Č. 2 .....	55
OBRÁZEK 18: VÝŠKOVÝ PODÉLNÝ PROFIL NA TRASE Č. 2 .....	55
OBRÁZEK 19: TRASA ODVOZNÍ SOUPRAVY PODLE VZDÁLENOSTI A RYCHLOSTI NA TRASE Č. 3.....	58
OBRÁZEK 20: : VÝŠKOVÝ PODÉLNÝ PROFIL NA TRASE Č. 3 .....	58
OBRÁZEK 21: TRASA ODVOZNÍ SOUPRAVY PODLE VZDÁLENOSTI A RYCHLOSTI NA TRASE Č. 4 .....	60
OBRÁZEK 22: VÝŠKOVÝ PODÉLNÝ PROFIL NA TRASE Č. 4 .....	61

## Seznam Tabulek

TABULKA 1: DOPORUČENÉ NÁVRHOVÉ KATEGORIE LESNÍCH CEST 1. A 2. TŘÍDY .....	25
TABULKA 2: ROZDÍLY MEZI GPS A GLONASS .....	31
TABULKA 3: PŘEVODY JEDNOTEK Z MÍLE ZA HODINU NA KM/ HOD .....	51
TABULKA 4: ČASOVÝ SNÍMEK PRÁCE ODVOZNÍ SOUPRAVY NA TRASE Č. 1.....	52
TABULKA 5: RYCHLOSTI DOSAHOVANÉ NA LESNÍCH CESTÁCH NA TRASE Č. 1.....	54
TABULKA 6: ČASOVÝ SNÍMEK PRÁCE ODVOZNÍ SOUPRAVY NA TRASE Č. 2.....	54
TABULKA 7: RYCHLOSTI DOSAHOVANÉ NA LESNÍCH CESTÁCH NA TRASE Č. 2.....	56
TABULKA 8: ČASOVÝ SNÍMEK PRÁCE ODVOZNÍ SOUPRAVY NA TRASE Č. 3.....	57
TABULKA 9: RYCHLOSTI DOSAHOVANÉ NA LESNÍCH CESTÁCH NA TRASE Č. 3.....	59
TABULKA 10: ČASOVÝ SNÍMEK PRÁCE ODVOZNÍ SOUPRAVY NA TRASE Č. 4.....	60
TABULKA 11: RYCHLOSTI DOSAHOVANÉ NA LESNÍCH CESTÁCH NA TRASE Č. 4.....	61