



Turvemaiden kesäkorjuukohteiden ajourapainumien syntymiseen vaikuttavat tekijät

Noora Voutilainen

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Metsätalouden tutkinto-ohjelma

Voutilainen Noora

Turvemaiden kesäkorjuukohteiden ajourapainumien syntymiseen vaikuttavat tekijät

Opinnäytetyö 53 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Toukokuu 2023

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin ensisijaisesti sademäärän vaikutusta turvemaiden korjuukelpoisuuteen kesäkorjuukohteiksi määritellyillä kohteilla. Tutkimusleimikoita oli 15 joista löytyi yhteensä 176 ajourapainumaa. Löydetyistä ajourapainumista tutkittiin erilaisia tekijöitä, joilla voisi olla vaikutusta painumien syntymiseen. Tällaisia tekijöitä olivat turpeen paksuus ja sen maatuneisuusaste sekä turvekangastyypit. Lisäksi tutkittiin jälkikäteen korjuukelpoisuuskartoista, millä korjuukelpoisuusalueella löydetyt ajourapainumat sijaitsivat.

Opinnäytetyö toteutettiin yhteistyössä Metsä Groupin kanssa heidän tarpeestaan tämänkaltaiselle tutkimukselle. Tutkimusleimikoihin hakkuut sekä metsäkuljetukset toteuttivat Metsä Groupin sopimusyrittäjät kesäkaudella 2022. Koealat sijaitsivat Etelä-Pohjanmaalla Kauhajoen, Jalasjärven sekä Peräseinäjoen kunnissa. Maastomittaukset suoritettiin marraskuussa 2022.

Tulokseksi saatiin korrelaatio sadannan vaikutuksesta ajourapainumien syntyyn: mitä enemmän satoi, sitä todennäköisemmin ajourapainumia syntyi. Turpeen paksuus vaikutti ajourapainumien syntyyn ja niitä oli eniten turpeen ollessa vähintään 85 cm syvää. Sadannan ja haihdunnan yhteismäärän tiedot eivät antaneet suoraa korrelaatiota vaikutuksesta ajourapainumien syntyyn. Tieto sadannan ja haihdunnan yhteismäärästä verrattuna ajourapainumien määrään antoi ei-oletettuja tuloksia, jotka olivat selitettävissä tutkimuksen ulkopuolelle jäävillä tekijöillä. Turvekankaista oli edustettuna rajallinen määrä, joten niiden vaikutuksesta ei voitu vetää johtopäätöksiä. Myöskään turpeen maatuneisuusasteesta ei voitu saada selviä johtopäätöksiä.

Korjuukelpoisuuskartoilla suurin osa ajourapainumista oli turvemaan kesäkorjuukohteilla. Tämä oli odotettava tulos, sillä tutkimusleimikoina oli turvemaiden kesäkorjuukohteita.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Forestry

Voutilainen Noora

Factors Affecting Logging Road Rutting in Summer Harvesting Sites in Peatlands

Bachelor's thesis 53 pages, appendices 3 pages
May 2023

The aim of this thesis the thing was to find factors that cause logging road rutting in peatland. The main factor for this study was precipitation. Other studied factors were the depth of the peat, the degree of humification of the peat and peatlands site. Afterwards, the locations of the rutted areas were compared with the harvestability map. There were 15 forest areas that were included in this study. In these areas a total of 176 logging road ruts found.

This thesis was commissioned by Metsä Group. Wood harvestings and forest transports were made by Metsä Group's contract entrepreneurs. The harvests were carried out in the summer of 2022. Harvesting areas were in South Ostrobothnia. Field studies took place in November 2022

There was a correlation between precipitation and logging road rutting. Most rutting occurred when it rained the most. There was also correlation between the depth of the peat and the ruts: most ruts were in areas where depth of the peat was more than 85 cm. However, there was no correlation between the ruts and the humification degree of the peat, nor the type of the peatland site. The results of peatland sites were explained by the number of the sites: there were just two types of a peatland sites. Precipitation and evaporation together gave a non-typical result, but they were explained by other factors outside of this study.

The found logging road ruts were located mostly in summer harvesting sites in the harvestability map. This was an expected result because this study is focused on the summer harvesting sites in peatlands.

Key words: peat, peatlands, harvestability, precipitation

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TURVE JA TURVEMAAT	7
	2.1 Suomen soiden lyhyt historia	7
	2.2 Turve.....	7
	2.3 Suot ja turvemaat	9
	2.4 Turvemaiden metsänhoito.....	11
	2.5 Ojitushistoria ja kunnostusojitus	13
3	TURVEMAIDEN PUUNKORJUU JA SEN SUUNNITTELU	16
	3.1 Puunkorjuu turvemaidella ja sen erityispiirteet	16
	3.2 Ajourasuunnittelu turvemaidella	17
	3.3 Ajourapainumat.....	20
	3.3.1 Ajourapainumien määrittely ja mittaustapa	20
	3.3.2 Ajourapainumien merkitys ja ennaltaehkäisy.....	21
	3.3.3 Ilmastonmuutos ja sen vaikutus puustonkasvuun ja hakkuisiin Suomessa	23
	3.4 Turvemaiden korjuukelpoisuus ja korjuukelpoisuusluokitukset	24
	3.5 Aiemmat tutkimukset turpeen kantavuudesta ja niiden johtopäätökset.....	26
4	TUTKIMUS AJOURPAINUMIEN SYNTYMISEEN VAIKUTTAVISTA TEKIJÖISTÄ	28
	4.1 Tutkimuksen tavoite ja toteutus.....	28
	4.2 Tutkimuskohteet.....	28
	4.3 Mittausvälineet ja -tavat	29
5	TUTKIMUKSEN TULOKSET	31
	5.1 Tulokset	31
	5.1.1 Tutkimusleimikot.....	31
	5.1.2 Ajourapainumat ja niiden syntyyn vaikuttavat tekijät.....	33
	5.1.3 Ajourapainumat korjuukelpoisuuskartalla	43
	5.2 Johtopäätökset.....	45
6	POHDINTA	48
	LÄHTEET.....	50
	LIITTEET 1 (3).....	53

1 JOHDANTO

Ilmastonmuutoksen myötä puuston kasvu tulee muuttumaan Suomessa. Ilmaston lämpenemisestä koskevissa ennusteissa on arvioitu puuston kasvun lisääntyvän Pohjois-Suomessa ja radikaaleimmissa ennusteissa Etelä-Suomen puuston kärsivän vakavia kasvutappioita vuodesta 2070 eteenpäin. Tämä voi painottaa hakkuut pohjoisempaan Suomeen, mikäli metsävaroja hyödynnetään samalla tavalla tulevaisuudessa.

Ilmaston lämpenemisen myötä myös sademäärät tulevat kasvamaan, jolloin turvemaan kantavuus heikkenee. Lämpimät talvet tarkoittavat vähälumisia ja vähäroutaisia aikoja, jolloin korjuuolot ovat hankalat kantamattomilla maalajeilla. Sademäärien arvioidaan kasvavan jopa 4–20 % koko Suomessa ja eniten sateiden määrä kasvaisi Pohjois-Suomessa.

Tällä hetkellä neljäsosa metsätalouden hyödyntämistä maista on turvemaita ja määrän oletetaan kasvavan tulevaisuudessa. Pohjois-Suomessa sijaitsee suurin osa Suomen soista ja turvemaista. Turvemaiden korjuukelpoisuus ja maan kantavuus puunkorjuussa tulee entistä ajankohtaisemmaksi tulevaisuudessa, mikäli ilmastonmuutoksesta aiheutuvat puuston kasvuennusteet pitävät paikkansa.

2 TURVE JA TURVEMAAT

2.1 Suomen soiden lyhyt historia

Suomen soiden synty alkoi viimeisimmän jääkauden jälkeen, yli 10 000 vuotta sitten. Suot muodostuivat jään sulaessa painanteisiin ja muille vetisille alueille, joille levisi ensin erilaisia varhaisia ruohokasvilajeja ja sen jälkeen muita suolle tyypillisiä lajeja, kuten rahkasammalia. Varsinkin rahkasammalien ja sarakasvien vallattua alaa, alkoi soiden muodostuminen vauhdittua. Kasvillisuus alkoi kuollessaan kasautua paikalleen, mutta vedenvältaamilla alueilla oli pulaa hapesta, joka lahottaa kasvit. Tästä syystä kasvit kerrostuivat paikalleen muodostaen lopulta turvetta. (Virtanen, 2018)

Pohjois-Suomessa on eniten soita. Suomen ilmasto on ollut otollinen soiden syntymiselle. Suomen ilmastossa sadanta on ollut suurempi kuin haihdunta, mikä on vauhdittanut soiden muodostumista kosteuden viipyessä maaperässä pidempään. Myös topografialla eli maaperän korkeussuhteilla on vaikutus soistumisen kehitykseen. Suomen tasaisuus on edesauttanut soiden muodostumisessa (Virtanen, 2018)

Uutta maaperän soistumista tapahtuu edelleen pienessä mittakaavassa. Vesistöt kasvavat umpeen ja maanpinnan kohoaminen aiheuttaa rannikoille soistumista. Maanpinnan kohoamisesta syntyy usein tärkeitä avainbiotooppeja merkittävien luontoarvojen takia. Metsämaat soistuvat kosteusolosuhteiden vuoksi esim. kosteat painanteet soistuvat hiljalleen. Metsien soistuminen on vähäistä, sillä suurin osa mahdollisista vesien vaivaamista alueista on jo soistunut. (Virtanen, 2018)

2.2 Turve

Turve on eloperäistä maa-ainesta. Sen muodostumiseen tarvitaan kosteat olosuhteet, jolloin alueen haihdunta on sadantaa vähäisempi. Tällaisiin olosuhteisiin on soveltunut tietynlainen kasvillisuus, suokasvit. Näiden kasvien kuollessa epätäydellisessä hajoamisprosessissa syntyy turvetta (Sarkola &

Päivänen, 2020). Suomessa vallitseva humidi ilmasto on edesauttanut turpeen muodostumista, sillä haihdunta täällä on pienempää kuin sadanta (Virtanen, 2018).

Turvetyyppejä on erilaisia. Niiden nimet perustuvat siihen, mitkä kasvilajit tai kasvisuvut muodostivat pääosan alueen turpeesta. Tällaisia turvetyyppejä ovat esimerkiksi saraturve, rahkasammalturve sekä ruskosammalturve. Saraturve on syntynyt erilaisista sarakasveista. Rahkasammalturve on rahkasammalista syntyntä turvetta. Ruskosammalturve puolestaan syntyy vaateliaammista sammallajeista. Kasvinosien lisäksi turve saattaa sisältää lahonnutta puuainesta, joka kertoo alueella kasvaneista puista. (Lindholm, 2016)

Turpeen maatuneisuutta mitataan yleensä kuvan 1 osoittamalla tavalla. Kyseessä on puristustesti, jossa arvioidaan turpeesta irtoavan veden väriä, sekä siinä näkyvien kasvinosien erottumista muusta massasta. Yleisasteikko on maatumaton, kohtalaisesti maaton sekä pitkälle maaton turve. Maatumattomasta turpeesta irtoaa väritöntä ja kirkasta vettä ja siinä on näkyvillä helposti tunnistettavissa olevia kasvinosia esim, sarakasveja tai sammalia. Kohtalaisesti maatonesta turpeesta irtoava vesi on hieman sameaa ja kasvien rakenteesta pystyy tunnistamaan osia. Pitkälle maatonutta turvetta puristaessa turve pursuaa sormien välistä ollen tummaa ja vellimäistä. Pitkälle maatonesta turpeesta ei pysty erottamaan kasvinosia ollenkaan. (Kasvupaikkatyypin tunnistaminen, n.d.)

Turpeen maatuneisuuden arviointi.				
Luokka ¹	Maatuneisuusaste	Turpeen ominaisuus	Ulkonäkö	Ravinnetilanne
1-3	Maatumattomat	Vesi väritöntä ja kirkasta, näyte kimmoisa, ei puuomainen.	Kasvinosat tunnistettavissa	Rahkaturpeessa kaikkia ravinteita niukasti
4-5	Kohtalaisesti maatunut	Puristettaessa lähtee sameaa vettä. Puristejäännös puuromaista ja puristettaessa alle puolet turveaineesta pursuaa sormien välistä.	Kasvirakenne jonkin verran tunnistettavissa	Tyypitilanne hyvä tai tyydyttävä, paksuturpeisissa oloissa ravinne-epätasapaino yleinen
6-10	Pitkälle maatunut	Puristettaessa kaikki turveaines pursuaa sormien lävitse. Jos vettä erottuu, se on vellimäistä ja hyvin tummaa.	Kasvirakennetta ei enää tunnistettavissa	Tyypitilanne hyvä, paksuturpeisissa oloissa ravinne-epätasapaino yleinen

¹von Postin maatuneisuusasteikon mukaan

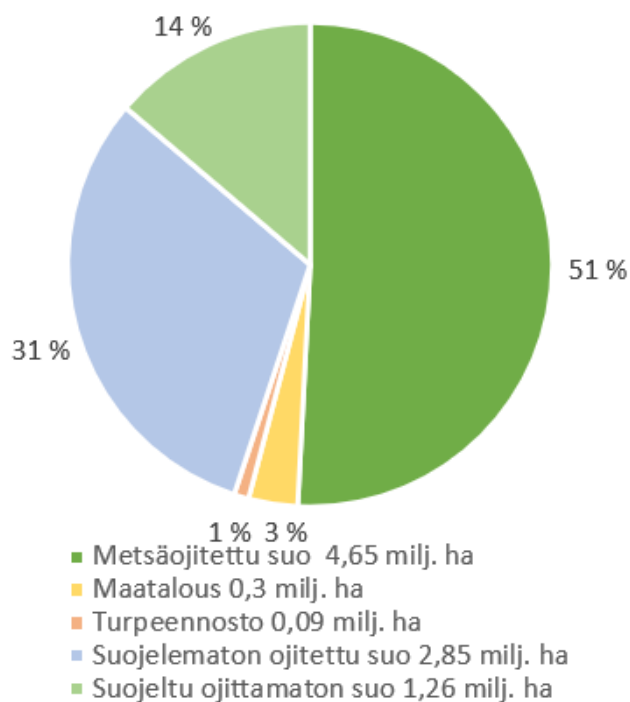
Kuva 1 Turpeen maatuneisuudessa käytetty asteikko, josta tutkimuksessa hyödynnettiin kohtia ”turpeen ominaisuus” sekä ”ulkonäkö” (Kasvupaikkatyypin tunnistaminen, n.d.)

Pitkälle maatunut turve johtaa vettä heikommin kuin maatumaton turve. Tämän vuoksi pitkälle maatuneilla aloilla veden seisominen alalla on tyypillisempää kuin muissa maatuneisuusluokissa. (Sarkkola & Järvinen, 2020)

2.3 Suot ja turvemaat

Turvemaaksi kutsutaan aluetta, jossa maan pintakerros on turvetta. Geologisen määritelmän mukaan turpeen paksuuden tulee olla 30 senttimetriä, jotta maalaji luokitellaan turvemaaksi. Biologisen määritelmän mukaan turvemaaksi luetaan sellaiset alueet, joissa suokasveiksi luokiteltujen kasvien peittävyys on yli 75 %. Kivennäismaata tulee peittää turvekerros, mutta sille ei ole määritelty paksuusvaatimusta, toisin kuin geologisessa suon määrittelyssä. Metsätalouden ohjeistuksessa (mm. Valtakunnan metsien inventoinnissa käytössä) turvemaan tulee täyttää joko geologinen tai biologinen määritelmä. Ohutturpeiseksi suoksi katsotaan ne alat, joilla turvekerros jää alle 30 cm paksuiseksi. (Luonnonvarakeskus, n.d.)

Suomen pinta-alasta noin 9 miljoonaa hehtaaria on turvemaita. Kaaviossa 1 on kuvattuna turvemaiden jakaumaa soiden tilan mukaan. Turvemaiden kokonaismäärästä reilu puolet eli 4,65 miljoonaa hehtaaria on metsätalouden käytössä ojitetuina turvekankaina (51 %), ojittamatonta suojelematonta suota on toiseksi eniten 2,85 milj. hehtaaria (31 %), suojeltua ojittamatonta suota 1,26 milj. hehtaaria (14 %), maatalouden käytössä soista on 0,3 milj. hehtaaria (3 %) ja turvetuotannossa 0,09 milj. hehtaaria (1 %). (Laiho, n.d.).



Kaavio 1 Turvemaiden jakauma niiden tilan mukaan. Ojittamattomien soiden eli suojellun ja suojelemattoman ojittamattoman suon yhteispinta-ala on 4,11 miljoonaa hehtaaria eli 45 % turvemaiden kokonaispinta-alasta. (Laiho, n.d.)

Suomen pinta-alasta metsätalousmaita on 26,2 milj. hehtaaria, josta metsämaata eli puuntuotannollista maata on 77 % ja puuntuotannon näkökulmasta heikosti tuottavia kitu- ja joutomaita 22 %. Puuntuotannollisesta metsämaasta 25 % eli neljännes on ojitettua tai ojittamatonta suomaata. Suomen metsien kokonaispuuston määrästä 23 % on turvemaan metsissä (Laiho, n.d.).

Puuston vuotuinen kokonaiskasvu Valtakunnan metsien inventoinnin nro 12 (VMI12) mukaan oli 108 miljoonaa kuutiometriä, josta 25 miljoonaa kuutiometriä kertyi turvemaidella. (Laiho, n.d.) Ojituksien, lannoitusten sekä ilmaston

lämpenemisen myötä puuston kasvu turvemaidella on ollut kasvussa (Vanhatalo ym. 2019)

Valtakunnan metsien inventoinnissa numero 12 (VMI12) on koostettu laskelmia puuntuotannollisia turvemaita koskien vuosien 2016–2025 välille. Laskelmissa näillä turvemaidella on 25 % runkotilavuudesta ja 19 % tukkitilavuudesta. Ainespuukertymän arvioidaan olevan 16,1 miljoonaa kuutiometriä vuodessa ja tukkikertymän 6,1 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Kaikesta ainespuukertymästä tämä tarkoittaa 22 % ja tukkipuukertymästä 17 %. (Härkönen, 2022)

2.4 Turvemaiden metsänhoito

Tasaikäisrakenteinen metsänkasvatus on yleisin metsänkasvatustapa turvemaidella tällä hetkellä. Sen eri vaiheet ovat metsän uudistaminen, taimikkovaihe, nuoren ja varttuneen metsän kasvatusvaiheet sekä uudistushakkuu. Uudistamisessa pyritään saamaan aikaan kehityskelpoinen metsänalku. Uudistumisen onnistumiseen vaikuttaa oikea puulajivalinta sekä maanmuokkaus turvemaan olosuhteet ja ravinteet huomioiden. Kaikkein karuimmilla aloilla uudistaminen on kannattamatonta. (Vanhatalo ym. 2019)

Turvemaan metsät uudistetaan yleensä männylle, kuuselle tai hieskoivulle. Erilaisia uudistamistapoja ovat kylvö, istutus tai luontainen uudistaminen. Turvemaista vähäravinteisemmille kasvupaikoille (puolukka- ja varputurvekangas) sopii parhaiten kasvatettavaksi puulajiksi mänty. Uudistamistavoista kylvö sopii puolukka- ja varputurvekankaille. Istutus on suositeltavaa niillä aloilla, joissa hieskoivun vesominen on runsasta. Karuimmilla turvekankailla männyn uudistamistavaksi suositellaan käytettävän luontaista uudistamista kannattavuuden vuoksi. Rehevämmille turvekankaille (ruoho- ja mustikkaturvekankaat) suositellaan uudistettavaksi puulajiksi kuusta. Kuusi uudistetaan joko istuttamalla tai luontaisella uudistamisella. Hieskoivu on turvemaidella kasvatettavaksi sopivampaa kuin rauduskoivu. Hieskoivu kestää paremmin kosteita ja vähähappisia olosuhteita. Hieskoivu uudistuu joko siemenestä tai vesomalla, joten sitä ei ole tarpeellista istuttaa tai kylvää erikseen.

Mustikkaturvekankaat ja sitä rehevämät turvekankaat ovat kasvupaikkoina hieskoivulle suotuisimpia. (Vanhatalo ym. 2019)

Turvemailla hieskoivun vesominen voi olla haaste taimikkovaiheessa, mikäli turvemaa halutaan uudistaa muulla puulajilla. Hieskoivu on nopeakasvuinen verrattuna havupuulajeihin, joten se valtaa nopeasti tilaa ja tukahduttaa kuuset ja männyt alleen. Rehevämmillä turvekankailla varhaisperkaus saatetaan joutua toteuttamaan jopa kaksi kertaa, jotta kasvatettava havupuusto pysyy elinvoimaisena. Varttuneemmassa taimikossa taimikonhoito toteutetaan kuten kivennäismailla: säästetään parhaita puuyksilöitä, joissa on potentiaalia tulevaisuuden tukkipuiksi. (Vanhatalo ym. 2019)

Nuoren ja varttuneen metsän kasvatusvaiheissa harvennushakkuu on tasaikäisrakenteisen metsän hoitotapa. Turvemaille tehdään harvennushakkuuta rajoitetusti heikkojen korjuuolojen vuoksi. Yleisimmin harvennuksia tehdään yksi tai kaksi kertaa kiertoajassa riippuen puulajista sekä turvemaan ominaisuuksista. Harvennusajankohdan määrittely tapahtuu puuston tiheyden ja rakenteen sekä puuston kunnan perusteella. Haasteita tähän tuo suometsissä tyypillinen puuston vaihtelu alueittain, yleensä ojien reunoilla puusto on harvennuksiin sopivaa, mutta ojien välisillä saroilla ei. Harvennusvoimakkuus vaihtelee metsikön ominaisuuksista riippuen. Harvennuskertymän tulisi olla kuitenkin minimissään 40 kuutiometriä hehtaarilta kannattavuuden näkökulmasta. (Vanhatalo ym. 2019)

Turvemailla uudistuskypsytyteen vaikuttavat puuston järeys sekä puuston kasvu. Uudistamistoimiin voidaan ryhtyä, mikäli suotuisista olosuhteista huolimatta puuston kasvu on hidasta. (Pesonen ym. 2005.)

Turpeen paksuus vaikuttaa turvemaan ravinnetilaan. Vaikka typpi onkin yleisin turvemailta löytyvä puiden tarvitsema ravinne, voi siitä olla puutetta ohutturpeisilla aloilla. Turvemilla on yleensä puutetta fosforista (P) ja kaliumista (K). Näiden kahden ravinteen määrää voidaan lisätä metsälannoituksella, jonka tarkoitus on tasapainottaa maaperän ravinnesuhteita, jotta puustolla on kaikkia ravinteita sopivassa suhteessa tarjolla. Ravinnetasapaino edesauttaa puuston kasvua. (Vanhatalo ym. 2019)

Turvemailla käytettävät lannoitteet ovat pitkäkestoisia. PK-lannoitteiden vaikutusaika lannoitteesta riippuen on 20–50 vuotta. Puuston ikä ei siis ole turvemaiden lannoituksessa yhtä tärkeä kriteeri kuin puuston kunto tai toimiva ojaverkosto. Puuston tulisi olla mahdollisimman hyväkuntoista, jotta lannoitus olisi kannattavaa ja puusto pystyy hyödyntämään saadut ravinteet. Mikäli alue on vedenvaivaama, ei puusto pysty hyödyntämään lannoituksen tuomaa ravinnetasapainoa. Lannoituksessa huomioitavaa on myös mahdolliset ravinnehuuhtoumat veden mukana. Ravinnehuuhtoutumia estetään turvemailla hidasliukoisilla lannoitteilla, jotka ovat usein tuhkapohjaisia, joilla vaikutusaika on pisin. (Vanhatalo ym. 2019)

2.5 Ojitushistoria ja kunnostusojitus

Turvemailla liiallinen märkyys hidastaa puuston kasvua. Hidastumisen syynä ovat hapettomat olosuhteet maaperässä, jolloin juuriston kasvu estyy ja juuristokuolleisuus kasvaa. Puustoisia soita alettiin ojittamaan, jotta vesitalous alalla saataisiin kuntoon. Ojituksen idea oli johtaa ylimääräinen vesi ojia pitkin pois kuivatusalueelta, jotta aluetta voitaisiin hyödyntää muuhun käyttöön. Metsätalouden näkökulmasta puustoisten soiden ojituksella pyrittiin parempaan puunkasvuun (Vanhatalo ym. 2019). Ojituksella tähdättiin myös uusien viljelymaiden saamiseen, mutta metsäojitusten määrä on ollut pinta-alallisesti suurempi kautta historian kuin maatalousmaiden ojitusten määrä (Sarkola & Päivänen, 2020).

Turvemaiden ojitus metsänkasvun tehostamiseksi alkoi vuonna 1908 valtion omistamilla mailla. 20 vuotta myöhemmin, vuonna 1928 valtio alkoi tukemaan yksityisomistuksissa olevien turvemaiden ojituksia. Metsäojituksia tehtiin eniten 60- ja 70-luvuilla, sillä metsäojituksia alettiin tukemaan entistäkin enemmän 60-luvun alun jälkeen, jolloin hakkuiden määrä ylitti metsän kasvun. Rahoituksella haluttiin turvata metsien kasvun jatkuminen. (Ojanen ym. 2020)

Nykyisistä ojitetuista metsistä suurin osa on ojitettu ennen 80-lukua, jolloin uudisojitus väheni huomattavasti. 80-luvun loppupuolella aloitettiin ensimmäisten ojien kunnostukset, joihin oli saatavilla myös metsänparannusrahoitusta.

Vuodesta 1997 eteenpäin ojitukseen tarkoitettu tuki myönnettiin vain kunnostusojituksiin (Ojanen ym. 2021). Uusien ojaverkostojen kaivaminen ei ole keinona parantaa puuntuotosta ojittamattomilla turvemaille (Sarkkola & Päivinen, 2020). Tämä johtuu Metsänhoidon suositusten sekä metsäsertifikaattien kriteeristön muutoksesta ekologisesti kestävämpään suuntaan (Ojanen ym. 2020). Olemassa oleviin ojiin voidaan tehdä perkauksia eli kunnostusojituksia sekä suurimpien sarkojen keskelle voidaan kaivaa täydentäviä ojia, joilla kontrolloidaan pohjaveden tasoa. (Sarkkola & Päivinen, 2020).

Ojien välisiä alueita kutsutaan saroiksi. Sarkaleveys on tyypillisesti 30 ja 50 metrin välillä, mutta se voi olla jopa 60 metriä. Sarkaleveydet on määritelty, kun ojitus on ollut suurimmillaan eli 60- ja 70-luvuilla. Keskimääräinen sarkaleveys on 35 metriä. Metsäojituksessa käytetyt ojat ovat avo-ojia. (Sarkola ja Päivinen, 2020)

Kunnostusojituksia tehdään 20–40 vuoden välein. Tavoitteena on kunnostaa ojat kerran puuston kiertoajassa riippuen alueen kuivatustilanteesta. Kunnostusojituksen tarkoitus on estää liian veden kertyminen turvekerrokseen, jotta puiden juuristolle riittää happea, jota puut vaativat kasvamiseen. Tyypillisimmin kunnostusojitus tehdään ensimmäisen harvennuksen jälkeen, koska siitä on eniten hyötyä nuoremmassa kasvatusmetsissä. Ensiharvennuksen jälkeen vettä haihduttava puusto vähenee, jolloin veden määrä turvekerroksessa lisääntyy. Liika veden määrä turvekerroksessa saattaa hidastaa puuston kasvua. Varttuneemmassa metsikössä hakkuun jälkeinen vedenousu ei ole niin suuri uhka puuston kasvuksi kuin nuoremmassa metsikössä, sillä suurempi puusto haihduttaa enemmän vettä. (Vanhatalo ym. 2019)

Kunnostusojituksesta ollaan osittain luopumassa, sillä kunnostusojituksesta seuraava ravinteiden huuhtouma on suuri (Kjellberg, 2020). Turvemaiden puunkorjuussa tuleekin kiinnittää huomiota vesistönsuojelullisiin asioihin, koska muun muassa ravinne- ja kiintoaineshuuhtoumat rehevöittävät vesistöjä (Vanhatalo ym. 2019). Yhdeksi metsänhoitomuodoksi turvemaille on esitetty jatkuvapeitteistä metsänkasvatusta, jossa leimikossa olisi puustoa pitämässä vedenpinnan tason sopivalla korkeudella, jolloin ojia ei tarvittaisi (Kjellberg, 2020). Jatkuvapeitteisessä kasvatuksessa uudistuminen tapahtuu luontaisella

uudistamisella eikä avohakkuita tehdä metsän kierron lopussa (Vanhatalo ym. 2019).

3 TURVEMAIDEN PUUNKORJUU JA SEN SUUNNITTELU

3.1 Puunkorjuu turvemaidella ja sen erityispiirteet

Puunkorjuu alkaa puukaupasta. Yleisin kauppatapa on pystykauppa, jossa metsänomistaja myy oikeuden puunkorjuuseen omassa metsässään. Metsän kehitysluokka ja yleistila vaikuttavat siihen, millainen hakkuu sinne tehdään. Puukaupan jälkeen korjuukohteista luodaan leimikkokartta tai erillinen korjuuohje. Näistä tulisi käydä ilmi muun muassa: leimikon ja lohkojen pinta-alat ja rajat, hakkuutavat, maaston korjuukelpoisuusluokitus, ojaverkostot, varastopaikat sekä huomioitavat ympäristöasiat/lakikohteet. Tämä on yleisohje sille, millainen hakkuu tullaan tekemään ja mitä huomioitavaa metsässä on. (Pesonen ym. 2005)

Hakkuiden jälkeen metsikön yleisilmeen tulee olla tiettyjen kriteerien mukainen. Puhutaan korjuujäljestä. Sitä arvioidessa huomioidaan mm. suoritettu harvennusvoimakkuus, millaiseen tilajärjestykseen puusto on jätetty, puusto- ja maastovauriot sekä ajourien kunto. (Pesonen ym. 2005) Ajourien osalta korjuujälkeen kuuluu 20 metriä leveä ajouraväli (eli matka ajouran keskikohdasta viereisen ajouran keskikohtaan) sekä 4–5 metriä leveä ajoura. (Vanhatalo ym.2019)

Puunkorjuu jatkuvassa kasvatuksessa tapahtuu poiminta- tai pienaukkohakkuina, joissa suurimmat puut korjataan, jolloin tilaa, ravinteita ja valoa vapautuu luontaisille taimille (Vanhatalo ym. 2019). Tämä metodi ei kuitenkaan sovi kaikille turvemaidella käytettäväksi (Kjellberg, 2020). Jatkuvapeitteisen kasvatuksen arvioidaan vähentävän turvemaidella saatavaa hakkuukertymää (Härkönen, 2022)

Turvemaiden puunkorjuussa on muutamia erikoispiirteitä verrattuna kivennäismaiden puunkorjuuseen. Maaperän kantavuus on yksi näistä erikoispiirteistä. Liian raskailla koneilla korjuussa saattaa esiintyä ongelmia maaperän huonon kantavuuden takia, mutta myöskään suurista koneista ei

saada kaikkia tehoja irti turvemaidilla. Keskikokoisilla koneilla tätä ongelmaa ei ole, ja ne yleensä soveltuvatkin turvemaidilla puunkorjuuseen. (Pesonen ym. 2005)

Puunkorjuukalustoon on saatavilla erikoisvarusteita, jotta niistä tulee turvemaidille soveltuvampia. Yleisin kantavuutta lisäävä lisävaruste on renkaisiin asennettavat leveät telat, jotka auttavat maan kantavuusolojen kanssa. Ajokoneeseen voidaan asentaa takateliin myös kolmas pyöräpari, mikä yhdessä telojen kanssa lisää kuormankantokykyä. Leveämmillä renkailla saadaan myös koneen kantavuutta paremmaksi. Muita keinoja vähentää koneiden aiheuttamaa turvemaan kuormitusta on koneen omapainon vähentäminen sekä koneen tasapainon ja sivuvakauden parantaminen esim. hydrauliiikan avulla. (Turvemaiden puunkorjuu, n.d.)

Turvemaidille on suunniteltu myös erikoiskalustoa puunkorjuuseen. Tällaisia erikoiskoneita ovat korjuukoneet, joissa on kiinteät telat renkaiden sijaan. Teloalustaisilla koneilla kantavuus paranee ja kuormakokoja saadaan suuremmiksi. Toinen turvemaidille suunnitelluista erikoiskoneista on kaivinkonepohjainen hakkuukone. Siinä on kaivinkoneen tapaan kiinteät telat alla, mutta se on varustettu hakkuupäällä. Kolmantena turvemaiden erikoiskalustona on käytössä korjuri eli yhdistelmäkone. Korjuri sekä kaataa puut että hoitaa metsäkuljetuksen, joten erillistä ajokonetta ei tarvita. (Turvemaiden puunkorjuu, n.d.)

3.2 Ajourasuunnittelu turvemaidilla

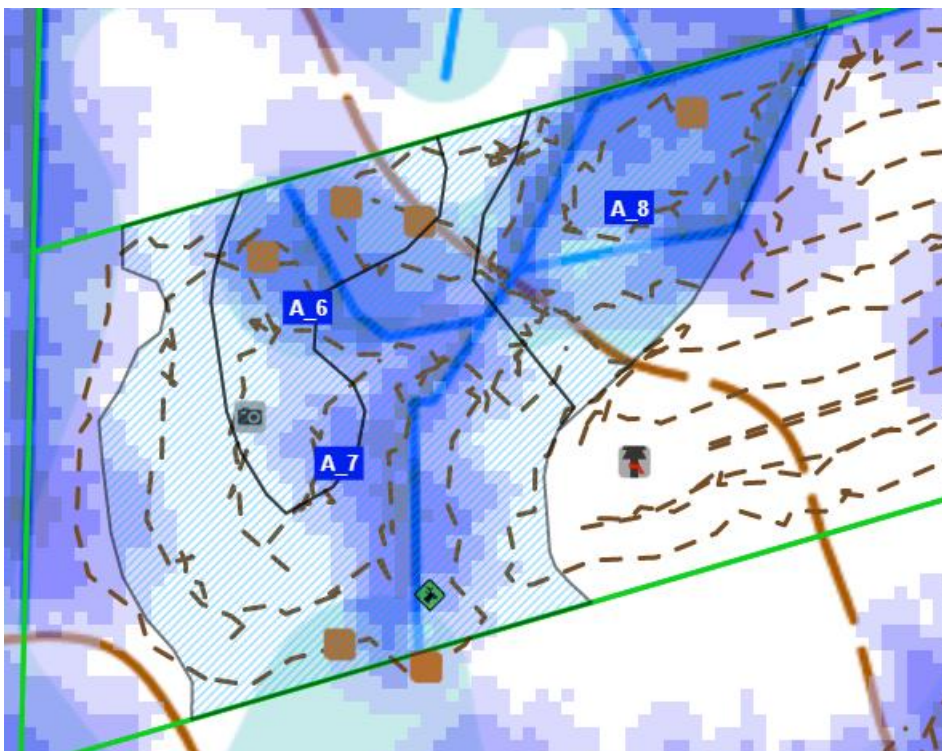
Ajourasuunnittelu on aina leimikkokohtaista. Ajouraverkoston tulee olla toimiva kokonaisuus, jotta puunkorjuun lisäksi mahdolliset ojitukset ja lannoitukset voidaan suunnitella tehtäväksi samalta uralta. Ajourien sijoitteluun vaikuttaa se, millaiseksi sarkaleveys on aikoinaan määräytynyt. Ajourien välinen etäisyys tulisi pyrkiä pitämään 20 metrissä, vaikka pienemmillä ja epäsäännöllisesti ojitetuilla aloilla se voi olla haastavaa. Puustoisimmissa kohdissa maa on juuriston vuoksi usein kantavampaa, joten ajourien sijoittaminen sinne on perusteltua. (Vanhatalo ym. 2019)

Ajourien sijoitus ojiin nähden riippuu siitä, onko kohteelle suunnitteilla kunnostusojitus vai ei sekä sarkojen leveydestä. Kunnostusojituksen ollessa ajankohtainen ajoura tulisi sijoittaa ojan viereen tai sen päälle, sekä toinen ajoura keskelle sarkaa. Jos kohteelle ei tehdä kunnostusojitusta, suunnitellaan saralle yksi tai kaksi ajouraa riippuen kantokyvystä. Leveämmillä saroilla saatetaan joutua käyttämään kolmea ajouraa sarkaa kohden, jolloin ajouraväli jää kapeammaksi. Ajourat eivät saa olla liian kaukana toisistaan, sillä silloin niiden väliin jää hakkaamattomia kaistaleita. Lisää ajourien mahdollisista sijoituspaikoista kohteilla, joilla säännöllinen ojaverkosto löytyy liitteestä 1. (Vanhatalo ym. 2019)

Ajouraleveyden tulisi olla 4–5 metriä. Suoralla ajouralla 4 metriä on helpommin saavutettavissa. Mutkissa ajouran leveyden lisääminen 5 metriin on perusteltua painaumien, koneen kallistumisien ja korjuuvaurioiden välttämiseksi. Upottavimmilla kohteilla paikoittainen jopa 5,5 metrin ajoura voi taata paremman tuloksen korjuuvaurioiden torjunnassa. (Vanhatalo ym. 2019)

Leimikkokartasta tai korjuuohjeesta tulisi käydä ilmi sellaiset tiedot, jotka ovat ajourasuunnittelun kannalta tärkeitä. (Pesonen ym. 2005). Näitä ovat esimerkiksi korjuukelpoisuus, varastopaikat ja mahdolliset kosteat painanteet (Pesonen ym. 2005). Ajourasuunnittelussa käytetään apuna myös erilaisia kartta-aineistoja (Turunen & Ovaskainen, 2018). Karttatasojen perusteella pystytään havainnoimaan ympäristön maastonmuodot, ojalinjat, sähkölinjat ja muut tärkeät elementit korjuun ja ajourasuunnittelun kannalta, mikäli näitä tietoja ei ole leimikkokartassa tai korjuuohjeessa ilmaistu (Turunen & Ovaskainen, 2018).

Yksi kartta-aineistoista havaittavista asioista, joka vaikuttaa ajourasuunnitteluun on kosteus ja vesiolosuhteet leimikossa. Kuvassa 2 on nähtävissä erään tutkimusleimikon kosteuskartta. Tällaisten kosteuskarttojen avulla voidaan suunnitella ajoreittejä. Kosteuskartat voivat olla apuna myös ojien kunnon tarkastelussa, turvekankaan kuivatustilanteen tulkinnassa sekä mahdollisessa kunnostusojitussuunnitelmissa. Kuvan 2 leimikossa ajourapainumat osuivat sinisiin kohtiin, jotka indikoivat kosteampia kohtia.



Kuva 2 Erään tutkimusleimikon kosteuskartta Metsä Groupin (2022) aineistoista. Mitä sinisempi kohta, sitä kosteampi se on. Tätä voidaan hyödyntää monella eri tavalla. Ruskeat neliöt kertovat löytyneiden ajourapainumien sijainnit.

Ajourien suunnittelussa hyödynnetään paljon hiljaista tietoa, joka karttuu metsäkoneenkuljettajille kokemuksen kautta. Tämä tieto liittyy hakkuukoneen käyttäytymiseen, sen ohjaamiseen sekä maastossa tapahtuvien muutosten havainnointiin ja niihin reagointiin. (Turunen & Ovaskainen, 2018).

Turusen ja Ovaskaisen (2018) mukaan hakkuukoneenkuljettajien reittipäätöksiin vaikuttaa paljon se, millaisena he havainnoivat muuttuvan ympäristön sekä millaisia kokemuksia heillä on samankaltaisilta korjuukohteilta menneisyydessä. Tällainen hiljainen tieto on tärkeää, sillä hakkuukoneen kanssa samaa ajouraa kulkee myös ajokone. Kokoojaurien huolellinen sijoittaminen on tärkeä aspekti estämään ajourapainumien syntymisen. Maan tulee näissä kohdissa olla kantokyvyltään sellainen, että se kestää monen ajokerran verran (Pesonen ym. 2005).

Suunniteltaessa toimivaa ajouraverkostoa otetaan huomioon maaperän kantavuus ja maaston kaltevuus, leimikon muoto sekä ojaverkosto. Ajourat, etenkin kokoojaurat, tulisi suunnitella kulkemaan kantavimpiin kohtiin, jotta

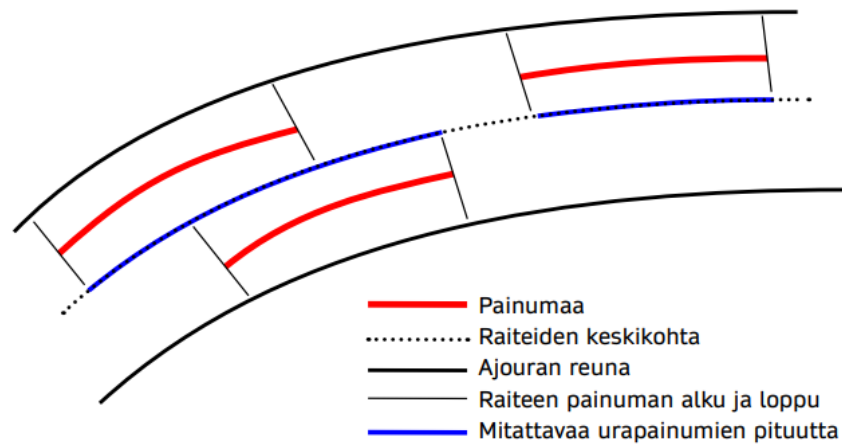
turhilta painaumilta välttyttäisiin. Varastopaikan suunnittelussa myös kantavan kohdan valitseminen on tärkeää. Hakkuukoneen sekä ajokoneen kuljettajien tulee tarkkailla maaston kantokykyä koko puunkorjuun ajan ja tarvittaessa keskeyttää korjuu. (Pesonen ym. 2005)

3.3 Ajourapainumat

3.3.1 Ajourapainumien määrittely ja mittaustapa

Valtioneuvoston asetuksessa metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä (2013) on säädetty, että ajourapainumien enimmäismäärä turvemaalla ei saa ylittää 25 % ajouraverkoston kokonaispituudesta. Ajourapainumaksi turvemaalla luetaan turpeeseen leikkautunut yli 20 senttimetriä syvä painumajälki, jonka pituus on yli metrin. Kivennäismailla ajourapainumissa ajouraverkosta saa olla enintään 20 % ja leikkausjäljeksi riittää 10 cm.

Kuvassa 3 näkyy ajourapainumien mittaustapa. Turvemailla painuman alkamiskohdaksi lasketaan se piste, missä leikkauksen syvyys turpeeseen on 20 cm ja päättymiskohdaksi se, missä leikkaus turpeeseen on viimeisen kerran 20 cm. Jotta painauma laskettaisiin ajourapainumaksi, tulee jäljen olla yli metrin pituinen. Ajourapainumaksi riittää metsäkoneen jättämä leikkausjälki, vaikka se olisi vain koneen toisen puolen renkailla syntynyt, ajourapainuman ei siis tarvitse olla molempien rengasraiteiden yhtä aikaa tekemä jälki. Jos molemman puolen renkaat ovat leikanneet turpeeseen yli 20 cm syvän jäljen, mitataan alkamiskohta sieltä, missä jälki havaitaan ensimmäisen kerran ylittävän 20 cm ja päättymiskohta siitä, missä jälki alittaa 20 cm leikkauksen, vaikka alku- ja loppupiste olisivat eri rengasraiteilla. Rinnakkain olevista jäljistä ei siis mitata omia pituuksia ajourapainumille. (Tarkastusohje 2022, 2022).



Kuva 3 Ajourapainumien mittaustapa, jossa sinisellä merkityt kohdat lasketaan ajourapainumiksi (Tarkastusohje 2022, 2022)

Ajourapainumia voi syntyä hakkuukoneen liikkuessa maastossa, mutta yleensä ne syntyvät lähikuljetuksessa eli ajokoneen kuljettaessa puita metsästä varastopaikalle (Pesonen ym. 2005). Ajourapainumista haitallisia puuston kehitykselle tekevät niiden aiheuttamat juuristovauriot. Turvemaidilla puiden juuristo on hyvin pinnassa, alle 30 cm syvyydessä, jonka takia jo 20 cm syvyinen leikkausjälki saattaa vaarantaa puiden terveyden. (Sarkkola & Päivinen, 2020)

3.3.2 Ajourapainumien merkitys ja ennaltaehkäisy

Turpeen heikko kantokyky on suurin syy ajourapainumien syntymiseen (Pesonen ym. 2005). Sääolosuhteet vaikuttavat maan kantokykyyn ja sitä kautta ajourapainumien syntymiseen. (Turunen & Ovaskainen, 2018)

Ajourasuunnittelu on tärkeää ajourapainumien estämisessä ja suunnittelun merkitys lisääntyy tulevaisuudessa (Turunen & Ovaskainen, 2018). Routajaksot jäävät ilmaston lämpenemisen vuoksi lyhyiksi ja Etelä-Suomessa voi olla jopa roudattomia kausia (Vanhatalo ym. 2019). Lyhyiden talvien sekä sadantamäärien lisääntymisen takia puunkorjuuta suoritetaan tulevaisuudessa yhä useammin sulan maan aikaan myös turvemaidilla (Turunen & Ovaskainen, 2018).

Turvemailla ojaverkosto sekä ajouraverkosto vievät puustolta kasvatettavaa pinta-alaa, minkä vuoksi puustovauriot vähentävät prosentuaalisesti enemmän puunkasvua kuin kivennäismaalla. Tämän vuoksi on tärkeää, ettei minkäänlaisia korjuuvaurioita synny. Kantamaton maa aiheuttaa ajourapainumia, joista aiheutuu juuristo- ja runkovaurioita puustolle. Nämä vauriot vaikuttavat puuston terveyteen ja esimerkiksi puiden kykyyn kestää erilaisia metsätuhoja. (Vanhatalo ym. 2019)

Yksi yleisesti käytössä oleva keino ennaltaehkäistä ajourapainumia on havuttaa ajourat eli kaadettaessa puu, oksat ja muu latvusmassa karsitaan irti puun rungosta ja kasataan koneen kulkureitille, jotta maa kantaisi paremmin koneen jatkaessa matkaa (Pesonen ym. 2005) Ajouria voidaan vahvistaa myös heikkokantoisimmissa kohdissa pienillä kuitupuupöleillä, jotka asetetaan ajouralle (Vanhatalo ym. 2019). Kantojen katkaisu lyhyeksi estää koneiden kallistumisen, kun koneet ajavat kannon päältä. Koneiden painon jakautuessa tasaisesti kaikille renkaille, pehmeään maahan ei aiheutuu toispuolisesti painetta, mistä saattaa aiheutua ajourapainumia (Vanhatalo ym. 2019).

Ajaminen eri raiteilla vähentää myös maan kulumaa yhdestä kohdasta ja tätä keinoa käytetään huonosti kantavilla aloilla (Vanhatalo ym. 2019). Lisäksi koneisiin voidaan asentaa leveämmät renkaat tai telat, jotka kannattelevat koneiden painoa paremmin (Pesonen ym. 2005).

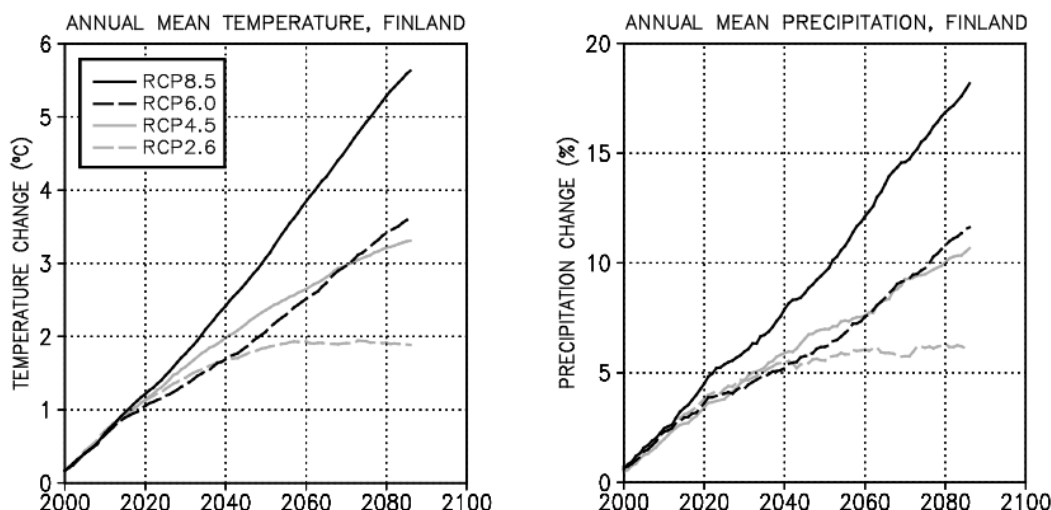
Suuressa roolissa ajourapainumien ennaltaehkäisyssä on huolellinen ajourasuunnittelu. (Pesonen ym. 2005). Ajoreitin suoruus vähentää koneiden aiheuttamaa painetta maaperään, mikä estää ajourapainumien syntymistä. Ajokoneen kantamalla kuormalla on myös merkitys maaperän kantokykyyn (Vanhatalo ym. 2019). Tasaisesti kasatut ja joskus jopa pienemmät kuormat takaavat siistimmän ajotuloksen (Vanhatalo ym. 2019). Sen lisäksi ajokertojen minimointi, varsinkin heikkokantoisilla alueilla on tärkeää (Vanhatalo ym. 2019). Kuormat tulisi suunnitella ja myös ajaa siten, että ajokertoja olisi mahdollisimman vähän (Vanhatalo ym. 2019).

3.3.3 Ilmastonmuutos ja sen vaikutus puustonkasvuun ja hakkuisiin Suomessa

Suomessa keskilämpötila on tällä hetkellä 2,3 astetta korkeampi kuin 1900 luvun puolivälin tienoilla. Keskilämpötilan kasvun arvioidaan olevan jopa 5,6°C radikaaleimman arvion mukaan vuoteen 2080 mennessä. Tämä tarkoittaa kasvukauden pitenemistä 1–1,5 kuukaudella. Tämä vuoksi myös männyn kasvu lisääntyy pohjoisemmassa Suomessa, jossa sen kasvuolosuhteet parantuvat. Eteläisemmässä Suomessa puuston kasvu hidastuu epäsuotuisten kasvuolosuhteiden vuoksi: kohonnut lämpötila ja niukka veden määrä maaperässä ovat suurimpia syitä kasvutappioihin. (Venäläinen ym. 2020)

Ilmastonmuutoksesta on tehty paljon tutkimuksia. Venäläinen ym. (2020) ovat luoneet kolme skenaariolaskelmaa lämpötilan muutoksen vaikutuksesta puuston kasvuun. Ensimmäisessä skenaariossa lämpötilan kasvu vuoteen 2080 mennessä on 1,9°C, mistä johtuen Pohjois-Suomen kaikkien puulajien kasvu lisääntyy 10–50 % kun taas Etelä-Suomessa puuston kasvu hidastuu 10 % vuosina 2070–2099. Toisessa skenaariossa lämpötila kasvaa 3,3°C, mikä lisää Pohjois-Suomessa puuston kasvua yli 50 % ja Etelä-Suomessa kasvutappiota olisi paikoitellen jopa -30 %. Radikaaleimman skenaarion mukaan lämpötila kasvaa 5,6°C. Tästä johtuen Pohjois-Suomen puustonkasvu lisääntyisi 70–100 %. Etelä-Suomessa kasvutappioita olisi paikoitellen jopa 100 %, keskimäärin kasvutappiota olisi 70–90 %.

Tulevaisuuden sademääristä on myös tehty skenaariolaskemia. Sateiden ennustetaan kasvavan 4–18 % vuosien varrella. Kaaviossa 2 on nähtävillä sekä sademäärän suhteellinen kasvu erilaisten skenaariolaskelmien mukaan, mutta myös lämpötilannousu. Lämpötilan kasvua kuvaavat arviot ovat saman suuntaiset kuin Venäläisen ym. (2016) teettämässä kolmessa laskelmassa. Kuvassa 7 erityistä on sademäärän suhteellinen kasvu, joka vaihtelee 7–17 % välillä vuonna 2080 riippuen laskelmasta. (Ruosteenoja, Jylhä, Kämäräinen, 2016)



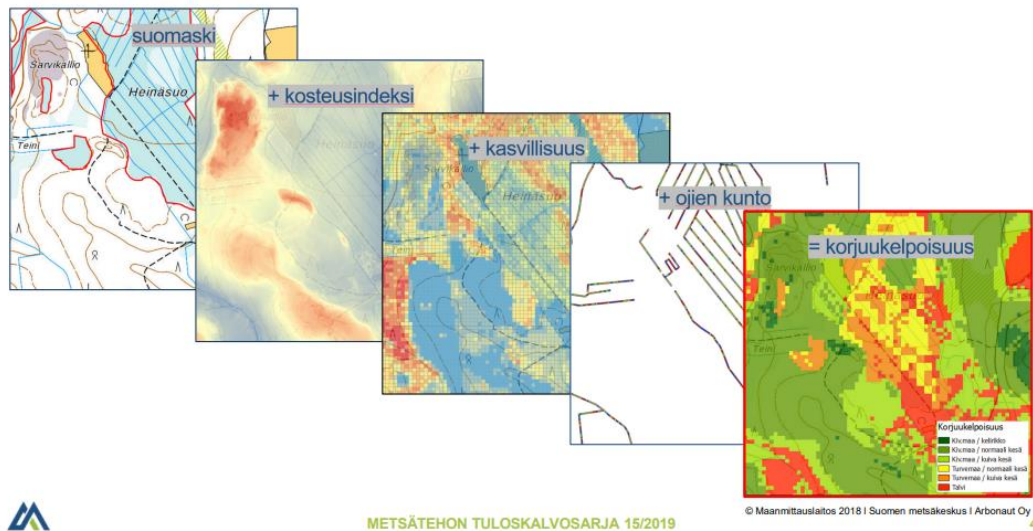
Kaavio 2 Kuvaus eräiden skenaariolaskelmien (RCP) vaikutuksesta lämpötilan muutokseen sekä sateeseen vuosien 2000–2080 välillä. Vasemmalla kuvattuna lämpötilannousu °C asteina ja oikealla sateiden prosentuaalinen kasvu (Ruosteenoja ym. 2016)

Ruosteenojan, Jylhän ja Kämäräisen (2016) skenaariolaskelmien tuloksista käy ilmi, että talvien ennustetaan olevan tulevaisuudessa olevan kosteita ja pimeitä. Heidän skenaariolaskelmansa sisälsivät myös auringon säteilyä, joka vähenee 2100 luvulle tultaessa 10 %, kun sademäärä voi kasvaa jopa 30 %. Kesäkauden sademäärien uskotaan laskelmien mukaan kasvavan noin 10 %. Eniten sademäärä kasvaa Pohjois-Suomessa.

3.4 Turvemaiden korjuukelpoisuus ja korjuukelpoisuusluokitukset

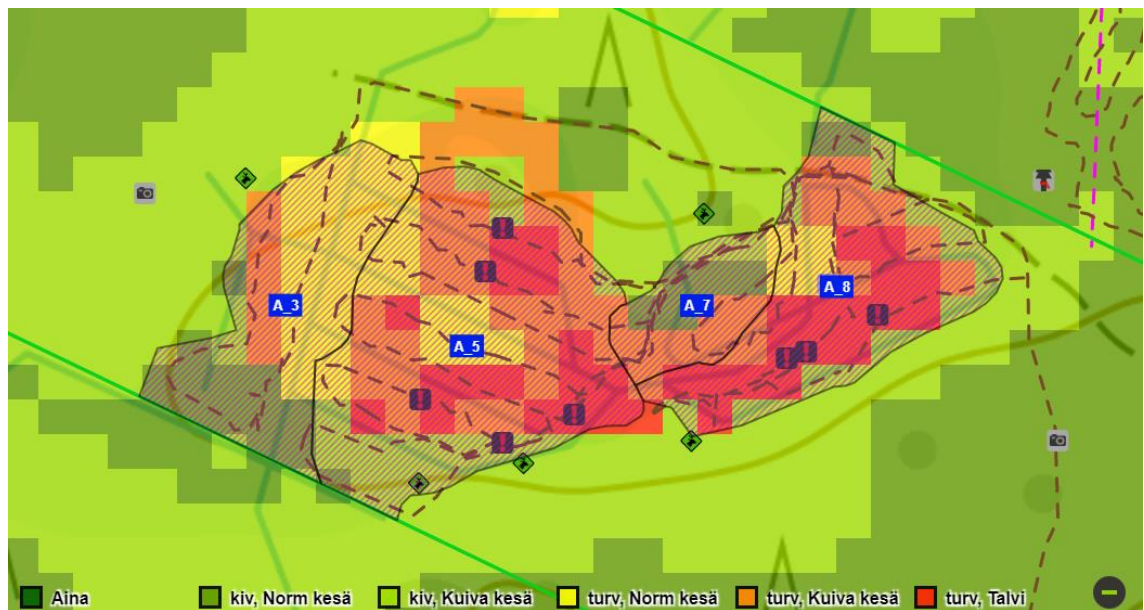
Korjuukelpoisuusluokitukset auttavat puunkorjuun oikea-aikaisessa suunnittelussa, jottei maastovaurioita syntyisi. Maastovaurioiden ennaltaehkäisemiseksi alettiin suunnitella maaperän korjuukelpoisuuskarttoja ja -luokituksia. Korjuukelpoisuusluokitteluun on käytetty hitaasti muuttuvia tekijöitä eli maanpohjatieto, kosteusindeksi, kasvillisuus sekä ojien kunto (kuva 4). Maanpohjatiedot ovat peräisin maastotietokannasta ja muut tiedot on kerätty laserkeilauksella. (Poikela, ym. 2019)

Pohjatiedot maastotietokannasta ja keilausdatasta



Kuva 4 Korjuukelpoisuus koostuu maanpohjatiedosta, kosteusindeksistä, kasvillisuuden määrästä ja oijen kunnosta (Poikela ym. 2019)

Korjuukelpoisuuskartoista on muodostunut hyvä apuväline suurehkojen alojen suunnitteluun. Leimikkotasolla kartta-aineiston tarkkuus ei ole yleensä tarpeeksi suuri, koska korjuukelpoisuuskartoissa eri luokitukset näkyvät 16x16 metrin kokoisina hilaruutuina. Hilaruudut on värikoodattu kuvaamaan sen kohdan ominaisuuksiin perustuvia arvoja. (Poikela ym. 2019). Näistä väreistä sekä karttanäkymästä on esimerkki yhdeltä koalueelta kuvassa 5. Turvemaiden kesäkorjuukohteilla tarkasteltavat värikoodit ovat keltainen eli normaalin kesän aikana mahdollinen korjuu ja oranssi, joka tarkoittaa korjuuta kuivan kesän aikaan. Punainen indikoi turvemaan talvikorjuukohteeksi sopivaa aluetta.



Kuva 5 Erään tutkimusleimikon korjuukelpoisuuskartta. Turvemaita koskevat värikoodit ovat keltainen, oranssi ja punainen. Keltainen indikoi turvemaan normaalin kesän korjuuluokkaa, oranssi indikoi turvemaan kuivan kesän korjuuluokkaa sekä punainen indikoi turvemaan talvikorjuunluokkaa. Kivennäismaan värikoodit ovat kaikki erisävyisiä vihreitä: vaaleavihreä kuivan kesän korjuuluokkaa, keskivihreä normaalin kesän korjuuluokkaa ja tummin vihreä aina korjuukelpoista luokkaa. (Metsä Groupin aineistot, 2022)

3.5 Aiemmat tutkimukset turpeen kantavuudesta ja niiden johtopäätökset

Lindemanin ym. (2013) tutkimuksessa tutkittiin ajokertojen määrän vaikutusta ajourapainumien muodostumiseen hakkuukoneella ja ajokoneella ilman kuormaa, sekä kuorman kanssa. Ajokertojen määrän lisääntyessä ajourapainumien syvyys kasvoi harvennuksilla. Ajouran syvyys kaksinkertaistui koealojen keskiarvojen perusteella. Tutkimuksessa ensimmäinen ajokerta oli hakkuukoneella, toinen ajokoneella ilman kuormaa ja kolmas ajokoneella 6659 kg painoisen kuorman kanssa. Tutkimuksessa ajokertoja jouduttiin rajoittamaan, ettei ajourapainumia syntyisi liian paljon. Turve ei ollut riittävän kantavaa niin monelle ajokerralle kuin tutkimuksessa olisi haluttu ajaa tiedon kartuttamiseksi.

Sirénin ym. (2013) tutkimuksessa verrattiin viiden erilaisen korjuumenetelmän vaikutusta mm. kantavuusolosuhteisiin sekä raiteiden muodostumiseen ajon aikana. Erilaiset tavat olivat: 1. ainespuun yksinpuinti ja energiapuun

joukkohakkuu kokopuuna, 2. ainespuun joukkopuinti, 3. ainespuun yksinpuintihakkuu, 4. ainespuun yksinpuinti ja energiapuun joukkohakkuu rankana sekä 5. ainespuun joukkohakkuu ja energiapuun joukkohakkuu rankana. Kantavuuden kannalta parhaana hakkuutapana oli hakkuutapa 1 eli ainespuun yksinpuinti ja energiapuun joukkopuinti kokopuuna. Huonoin kantavuus todettiin hakkuutavoilla 2. ja 3.

Sirénin ym. (2013) tutkimuksessa raiteita muodostui syvempinä niillä korjuumenetelmillä, joissa korjattava puustoa oli enemmän ja joilla kuormat olivat suurempia eli niissä, joissa korjattiin myös energiapuuta (korjuutavat 1, 4 ja 5). Samoilla korjuumenetelmillä havutuksen paksuus oli vähäisempi kuin kahdella muulla (2 ja 3) korjuumenetelmällä, joissa energiapuuksi sopivat rungot jätettiin ajourille havutukseksi. Suurempi havutuksen paksuus vähensi ajourapainumien syntymistä.

Airavaaran, Ala-Illomäen, Högnäsin ja Sirénin (2008) tutkimuksessa selvitettiin, millaisilla käytännön ratkaisuilla saadaan lisättyä puunkorjuuta turvemaiden kesäkorjuukohteilla. Tutkimuksessa oli neljä kohdealuetta: koneiden varustaminen, konetyöskentelyn sopeuttaminen, suunnittelun kehitys sekä puunkorjuuyritysten valmiuksien parantaminen. Jokaista kohdealuetta tutkittiin erilaisilla tekijöiden muutoksilla, esim. suunnittelun kehittämisen kohdalla tutkittiin mm. kohteiden korjuukelpoisuutta sekä korjuun ajankohdan vaikutusta. Tutkimuksessa arvostellaan sadannan vaikutusta korjuukelpoisuuksien luokittelun tekijänä. Tutkimuksessa todetaan, ettei sateilla ole välttämättä niin suurta vaikutusta kantavuuteen kuin on luultu. Pohjavedenpinta on pysynyt samalla tasolla turvemaidella, vaikka sadannassa on kuukausitasolla eroavaisuuksia. Ojien kunnolla sen sijaan on enemmän vaikutusta pohjavedenpinnan korkeuteen. Jotta sää vaikuttaisi korjuuolosuhteisiin, tulisi kuivan ajanjakson olla todella pitkä.

4 TUTKIMUS AJOURPAINUMIEN SYNTYMISEEN VAIKUTTAVISTA TEKIJÖISTÄ

4.1 Tutkimuksen tavoite ja toteutus

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli löytää tekijöitä, jotka vaikuttavat ajourapainumien syntymiseen turvemaiden kesäkorjuukohteiden puunkorjuussa. Yhtäläisyyksiä etsittiin sateen määrästä kahden ja neljän viikon jaksoilta ennen puunkorjuun päättymistä, turpeen paksuudesta, turpeen maatuneisuusasteesta sekä kasvupaikkatyypistä. Pääpaino tutkimuksessa oli sadannan vaikutus ajourapainumien syntymiseen.

Tutkimus toteutettiin marraskuussa 2022. Ennakkoon valikoiduilla kohteilla käveltiin ajourat läpi järjestelmällisesti, jotta jokainen ajoura tuli tarkastettua. Tutkimuksessa oli mukana 15 leimikkoa. Tutkimuksessa mitattiin jokaisesta leimikosta ajourapainumien määrä ja niiden pituudet. Ajourapainumien löytökohdista mitattiin mahdollisia muita vaikuttavia tekijöitä, esim. turpeen paksuus ja kasvupaikkatyyppi ajourapainumakohtaisesti. Jälkikäteen tutkittiin ajourapainumien sijaintia korjuukelpoisuuskarttoja apuna käyttäen. Ajourapainumien pituuksien mittaus tapahtui GPS mittauksella tai metsurinmitalla. Mittaukset pyöristettiin 0,50 metrin luokkiin.

4.2 Tutkimuskohteet

Kohteet olivat Metsä Groupin puukauppasopimuskohteita ja niillä kaikilla on yksityinen metsänomistaja. Metsä Groupin sopimusyrittäjät toteuttivat hakkuut kesäkaudella 2022. Hakkuiden ajankohdat sijoittuivat toukokuun alun ja elokuun lopun välille. Eroja korjuuyrittäjien toimintatavoissa ja kokemuksessa on olemassa, mutta tässä tutkimuksessa ei otettu tätä huomioon.

Kohteet etsittiin Metsä Groupin Karhu-järjestelmästä rajattua hakua käyttäen. Hakuehtoina käytettiin 2022 kesäkaudella tehtyjä hakkuita, joissa maalajina oli turvemaata. Hakutuloksista etsittiin sopivankokoisia kohteita (hehtaarimäärä 1,5–

4), katsottiin vastaako korjuukelpoisuuskartta turvemaakohteita sekä varmistettiin, että hakkuu on todella toteutettu kesäkaudella 2022. Lisäksi kohteita etsittiin manuaalisesti listasta, jossa maalaji oli ”määrittelemätön”. Silloin apuna käytettiin korjuukelpoisuuskarttaa, jonka perusteella muutama kohde valikoitui mukaan. Näillä valikoiduilla kohteilla turvemaita tuli olla korjuukelpoisuuskartan mukaan vähintään 50 %.

Tutkittavat leimikot sijaitsivat Etelä-Pohjanmaalla, tarkemmin Jalasjärven, Kauhajoen ja Peräseinäjoen kunnissa. Näiden alueiden kohteet valikoituivat tutkimukseen siksi, ettei kyseisillä alueilla käytetä turvemaille suunnattuja erikoiskoneita puunkorjuussa. Hakkuut on siis toteutettu niin sanotuilla tavallisilla puunkorjuukoneilla, ei turvemaiden puunkorjuuseen suunnitelluilla erikoiskoneilla esim. kaivinkonepohjaisilla hakkuukoneilla. Tässä tutkimuksessa ei huomioida koneiden teknisten ominaisuuksien vaikutusta ajourapainumien syntyymiseen.

4.3 Mittausvälineet ja -tavat

Ajourapainumien löytymiskohtien merkitseminen tapahtui Metsä Groupin puhelinsovelluksen, Haukan, avulla hyödyntäen GPS paikannusta. Paikannus toimi hyvin, eikä tietoliikennekatkoja tai katveja ollut huomattavissa. GPS mittauksen etu oli siinä, että tieto löytyneistä ajourapainumista saatiin suoraan toiseen käytössä olleeseen Metsä Groupin järjestelmään, Karhuun.

Mittausvälineinä käytössä oli metrin pituinen rullamitta, 25 metrin metsurinmitta sekä 85 senttiä pitkä suorassi. Rullamitalla mitattiin ajourapainuman syvyyttä ja metsurinmitalla ajourapainumien pituutta, mikäli GPS paikannuksen kanssa oli ongelmaa tai sen antamaa mittaustulosta tuli tarkastaa. Suorassilla mitattiin turpeen syvyyttä. Ideana oli saada tieto siitä, onko turvekerros ohut vai paksu, joten tarkemmalle syvyysmittaukselle (enemmän kuin suorassin omapituus 85 cm) ei ollut tarvetta tämän tutkimuksen kannalta.

Turpeen maatuneisuusaste arvioitiin ajourapainumakohtaisesti. Arviointiasteikkona käytettiin Metsänhoidon suositusten (Kasvupaikkatyypin tunnistaminen, n.d.) taulukkoa turpeen maatuneisuusluokituksista. Turvetta

puristettiin ja arvioitiin siitä irtoavan veden väriä, tulkittiin turpeen käyttäytymistä puristamisen aikana sekä tutkittiin mahdollisesti nähtävissä olevia kasvienosia. Maatuneisuusasteikko oli maatumaton, kohtalaisesti maatumut sekä pitkälle maatumut.

Metsänhoidon suosituksista löytyviä kasvupaikkatyypin tunnistusohjeita (Kasvupaikkatyypin tunnistaminen, n.d.) hyödynnettiin turvekangasluokitusten arvioinnissa tutkimusleimikoissa. Ratkaisevassa asemassa oli valtapuusto, mutta myös aluskasvillisuudessa esiintyvät lajit sekä niiden peittävyttä/aukkoisuutta tulkittiin arvioidessa tyyppiluokitusta turvekangastyypin I ja II välillä. Alikasvoksen lajitunnistus oli osittain haastavaa, sillä kasvillisuus oli jo lakastunut mittausten ajankohdan vuoksi.

Sadanta- ja haihduntatiedot saatiin Metsä Groupilta. Tiedot ovat Ilmatieteenlaitoksen palvelusta saatuja. Sadannan ja haihdunnan määrät on kerätty 10x10 kilometrin kokoiselta ruudulta, jonka sijainti vastasi tutkimusleimikon sijaintia. Tätä palvelua Metsä Groupilla hyödynnetään mm. energiapuun kuivumisen ennustamiseen. Sadannan ja haihdunnan määrät koostettiin tutkimusleimikoiden lähikuljetuksen päättymisen mukaan. Tarkasteltaviksi ajanjaksoiksi valittiin kaksi viikkoa ja neljä viikkoa ennen korjuun päättymistä. Tutkimusleimikoiden puuston poistumatiedot on saatu Metsä Groupilta. Tätä tietoa hyödynnettiin vain taustatietona, eikä tarkempia tietoja esitellä.

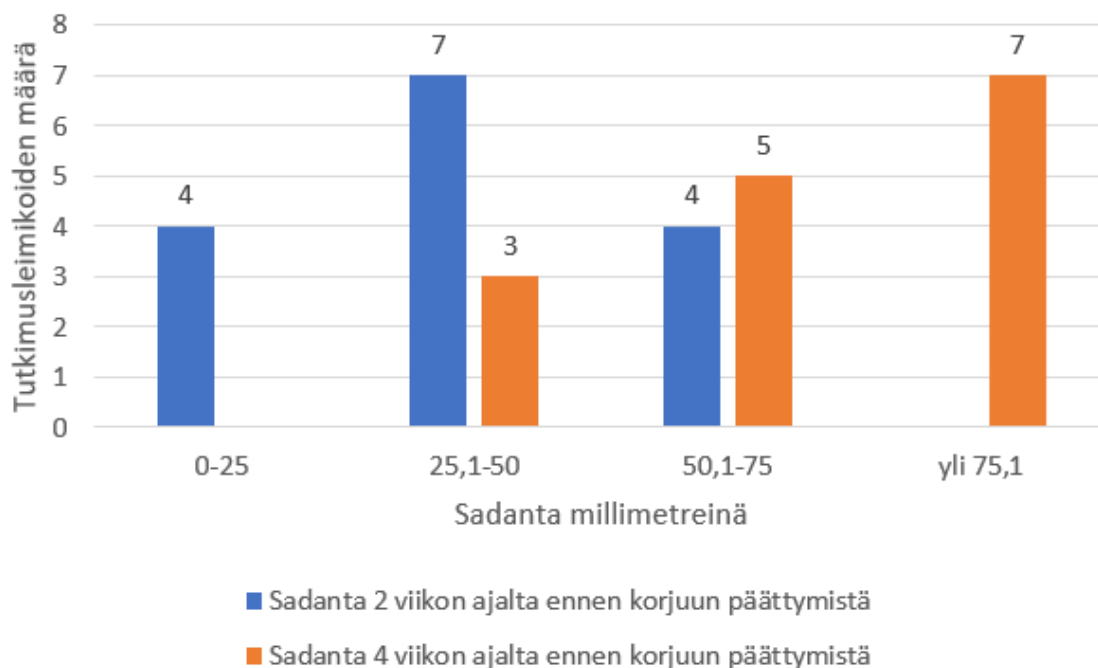
5 TUTKIMUKSEN TULOKSET

5.1 Tulokset

5.1.1 Tutkimusleimikot

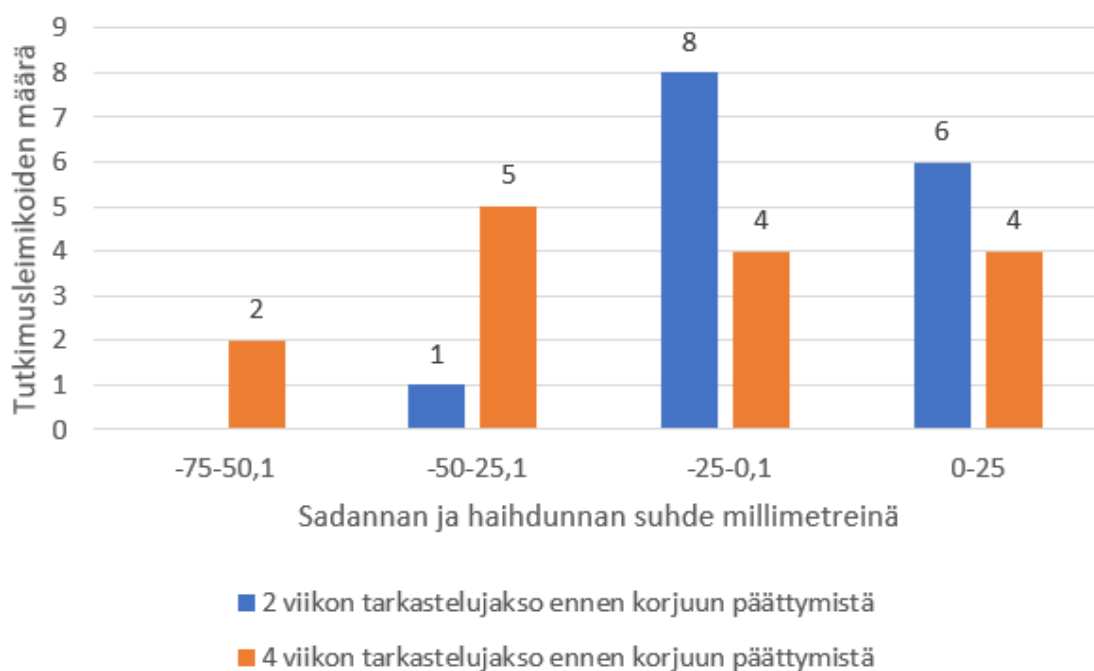
Tutkimuksessa käytiin läpi 15 tutkimusleimikkoo, joista tutkittiin kaikki ajourat. Yhdessäkään tutkimusleimikkossa ajourapainumien yhteenlaskettu leimikkokohtainen pituus ei ylittänyt sallittuja enimmäisrajoja tai lain määäämiä prosenttimääriä. Ajourapainumien pituuksia ei tutkittu enempää.

Tutkimusleimikoiden jakauma sadantamäärien mukaan sekä kahden että neljän viikon tarkastelujaksolta on nähtävissä kaaviossa 3. Kahden viikon tarkastelujaksolla eniten tutkimusleimikoita oli, kun satoi 25,1–50 mm (7 tutkimusleimikkoo). Neljän viikon tarkastelujaksolla eniten tutkimusleimikoita oli, kun satoi yli 75,1 mm. Sadantaa oli yleisesti enemmän neljän viikon tarkastelujaksolla kuin kahden viikon jaksolla.



Kaavio 3 Tutkimusleimikoiden jakauma sadannan mukaan. Kaaviossa on nähtävillä tarkasteltavien kahden ja neljän viikon tarkastelujaksot.

Kaaviossa 4 on nähtävillä sadannan ja haihdunnan yhteismäärä kahden ja neljän viikon tarkastelujaksoilla ennen korjuun päättymistä. Kahden viikon tarkastelujaksolla sadanta oli haihduntaa suurempi kuudessa tutkimusleimikossa. Haihdunta oli suurempi kuin sadanta kahden viikon tarkastelujaksolla yhdeksässä tutkimusleimikossa. Eniten kahden viikon tarkastelujaksolla tutkimusleimikoita oli silloin kun sadannan ja haihdunnan suhde oli $-25-0,1$ mm (8kpl). Neljän viikon tarkastelujaksolla 11 tutkimusleimikossa haihdunta oli suurempi kuin sadanta. Neljässä tutkimusleimikossa sadanta oli suurempi kuin haihdunta. Eniten tutkimusleimikoita oli, sadannan ja haihdunnan ollessa $-50-25,1$ mm luokassa eli haihdunta oli suurempaa kuin sadanta kyseisenä ajanjaksona.



Kaavio 4 Tutkimusleimikoiden jakauma sadannan ja haihdunnan suhteen. Kaaviossa on nähtävillä tarkasteltavien kahden ja neljän viikon ajanjaksot. Negatiiviset arvot tarkoittavat, että haihdunta oli kyseisenä ajanjaksona suurempi kuin sadanta.

Valtapuulajina oli mänty 14 tutkimusleimikossa ja yhdessä tutkimusleimikossa valtapuulaji oli hieskoivu. Kasvupaikkatyypinä puolukaturvekangas I oli 10 tutkimusleimikossa, varputurvekangas I neljässä leimikossa ja varputurvekangas

II yhdessä tutkimusleimikossa. Tulosten selkeyttämiseksi varputurvekangasluokat yhdistettiin ja niistä kerrotaan jatkossa varputurvekankaana. Pienen otannan vuoksi varputurvekankaiden erittely ei ole tarpeen tutkimuksen kannalta. Selkeyden vuoksi puolukkaturvekangas I kasvupaikkatyypistä käytetään jatkossa nimitystä puolukkaturvekangas.

Tutkimusleimikoista turve oli kohtalaisesti maatonutta 12 tutkimusleimikossa ja pitkälle maatonutta turvetta oli kolmessa tutkimusleimikossa. Enintään 55 cm paksu turve oli seitsemässä tutkimusleimikossa, 60–80 cm paksu turve oli neljässä tutkimusleimikossa ja vähintään 85 cm paksu turvekerros oli neljässä tutkimusleimikossa.

Kahdelta tutkimusleimikolta ei löytynyt yhtään ajourapainumaa. Näillä kohteilla turvekangastyypin oli puolukkaturvekangas, turve oli kohtalaisesti maatonutta ja 50 cm syvää. Kahden viikon tarkastelujaksolla ennen korjuun päättymistä haihduntaa oli enemmän kuin sadantaa. Näillä kohteilla sadanta oli kuitenkin suurempi kuin haihdunta neljän viikon tarkastelujaksolla ennen korjuun päättymistä.

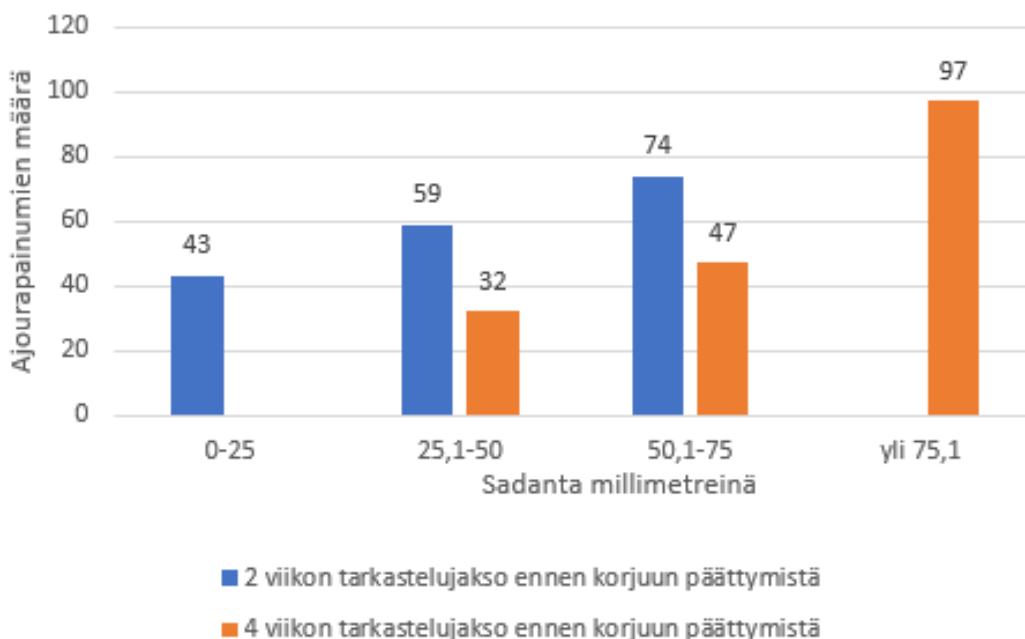
5.1.2 Ajourapainumat ja niiden syntyyn vaikuttavat tekijät

Tutkimuksessa läpikäydyistä 15 tutkimusleimikosta löytyi yhteensä 176 ajourapainumaa.

Sadanta ja haihdunta kahden ja neljän viikon tarkastelujaksolla ennen korjuun päättymistä

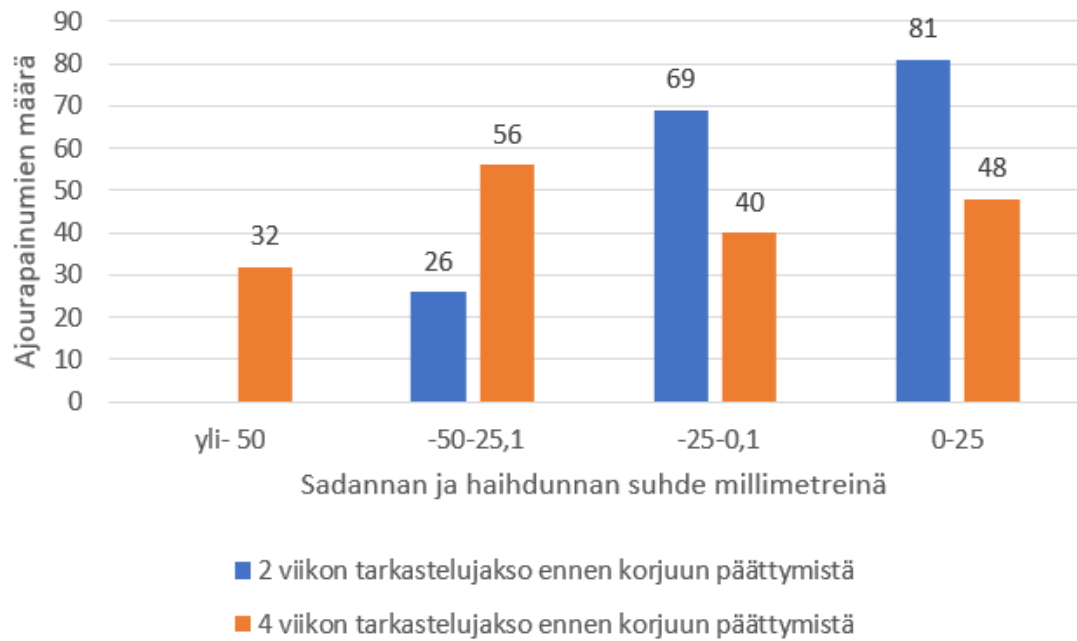
Tarkastellessa sadantaa kahden ja neljän viikon tarkastelujaksolla ennen korjuun loppumista voidaan kaaviosta 5 huomata jakauman olevan nouseva molempina tarkasteluajanjaksoina: mitä enemmän satoi, sitä todennäköisemmin ajourapainumia syntyi. Eniten ajourapainumia kahden viikon tarkastelujaksolla löytyi kohteilta, joilla oli satanut 50,1–75 millimetriä (74 kpl). Eniten

ajourapainumia neljän viikon tarkastelujaksolla löytyi kohteilta, joissa oli satanut enemmän kuin 75,1 mm (97 kpl)



Kaavio 5 Ajourapainumien jakauma sadannan mukaan kahden ja neljän tarkastelujaksoilla ennen korjuun päättymistä. Kahden viikon jaksolla eniten oli ajourapainumia niillä kohteilla, joilla satoi 50,1–75 mm. Neljän viikon tarkastelujaksolla ajourapainumia syntyi eniten silloin, kun satoi yli 75,1 mm.

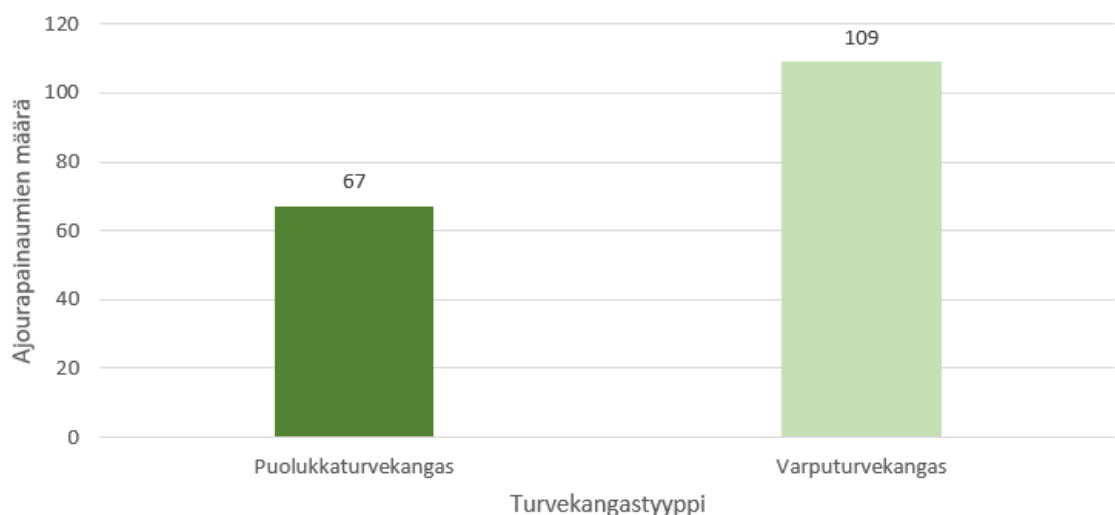
Kaaviossa 6 on kuvattuna ajourapainumien jakauma sadannan ja haihdunnan suhteen kahden ja neljän viikon tarkastelujaksoilla ennen korjuun päättymistä. Eniten ajourapainumia kahden viikon tarkastelujaksolla oli niillä kohteilla, joilla sadanta oli suurempaa kuin haihdunta 0–25 mm luokassa (81 ajourapainumaa). Neljän viikon tarkastelujaksolla eniten ajourapainumia löytyi kohteilta, joissa sadannan ja haihdunnan määrä oli -50–25,1 mm (56 kpl) eli näillä kohteilla haihdunta oli suurempi kuin sadanta.



Kaavio 6 Ajourapainumien jakauma sadannan ja haihdunnan suhteen kahden ja neljän viikon tarkastelujaksoilla ennen korjuun päättymistä. Negatiiviset arvot tarkoittavat, että haihdunta oli kyseisenä ajanjaksona suurempi kuin sadanta.

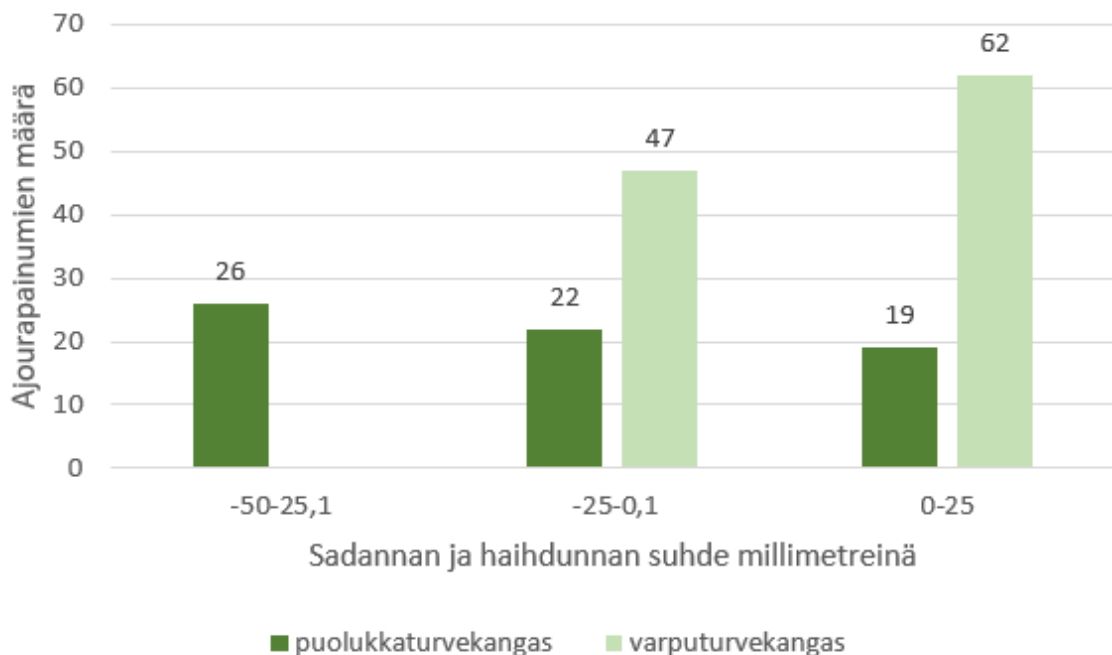
Turvekangastyypit

Puolukkaturvekankaalla sijaitsevia ajourapainumia oli 67. Varputurvekankaalla ajourapainumista sijaitsevia oli enemmistö eli 109 ajourapainumaa. Ajourapainumien jakauma turvekangasluokkien kesken on nähtävissä kaaviossa 7.



Kaavio 7 Ajourapainumien jakauma turvekankaan mukaan. Suurin osa ajourapainumista sijaitsevia varputurvekankaalla, vaikka tutkimusleimikoiden määrästä niitä oli vähemmän.

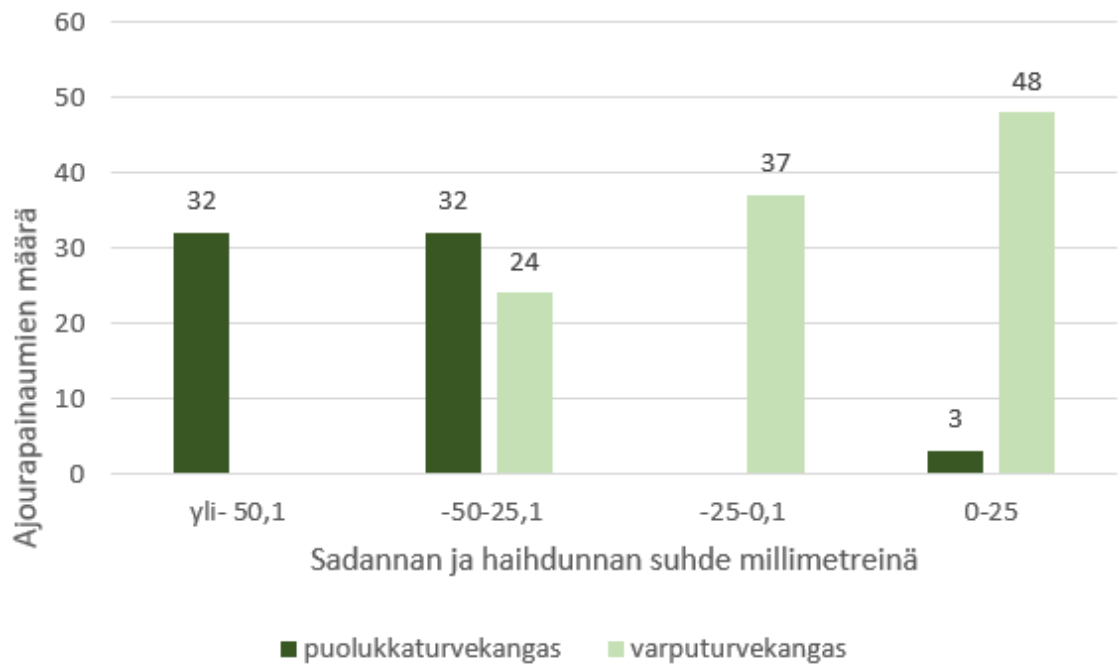
Kaavioissa 8 on nähtävillä eri turvekangastyypeiltä löytyneiden ajourapainumien määrän jakauma sadannan ja haihdunnan suhteen, kun tarkastelujaksona on kaksi viikkoa ennen korjuun päättymistä. Varputurvekankaalta suurin osa ajourapainumista löytyi kohteilta, joissa sadannan ja haihdunnan suhde oli 0–25 mm (62 ajourapainumaa) eli sadanta oli haihduntaa suurempi. Loput varputurvekankaan ajourapainumat löytyivät kohteilta sadannan ja haihdunnan suhteen ollessa -25–0,1 mm (47 kpl). Puolukkaturvekankaalta eniten ajourapainumia löytyi silloin, kun sadannan ja haihdunnan suhde oli -50–25,1 mm (26kpl) eli haihdunta oli sadantaa suurempi. Vähiten puolukkaturvekangas 1 ajourapainumia syntyi silloin, kun sadannan ja haihdunnan suhde oli 0–25 mm (19 kpl).



Kaavio 8 Ajourapainumien jakauma turvekangastyyppien mukaan sadannan ja haihdunnan suhteen kahden viikko jaksolta ennen korjuun päättymistä. Negatiiviset arvot tarkoittavat, että haihdunta oli kyseisenä ajanjaksona suurempi kuin sadanta.

Kaavioissa 9 on nähtävillä eri turvekangastyypeiltä löytyneiden ajourapainumien määrän jakauma sadannan ja haihdunnan suhteen neljä viikkoa ennen korjuun päättymistä. Puolukkaturvekankaalta löytyi ajourapainumia enemmän silloin, kun haihdunta oli sadantaa suurempaa. Puolukkaturvekankaalta löytyi 32

ajourapainumaa silloin, kun sadannan ja haihdunnan suhde oli joko yli -50,1 mm tai -50–20,1 mm. Varputurvekankaalta eniten ajourapainumia löytyi silloin, kun sadanta oli suurempaa kuin haihdunta 0–25 mm.

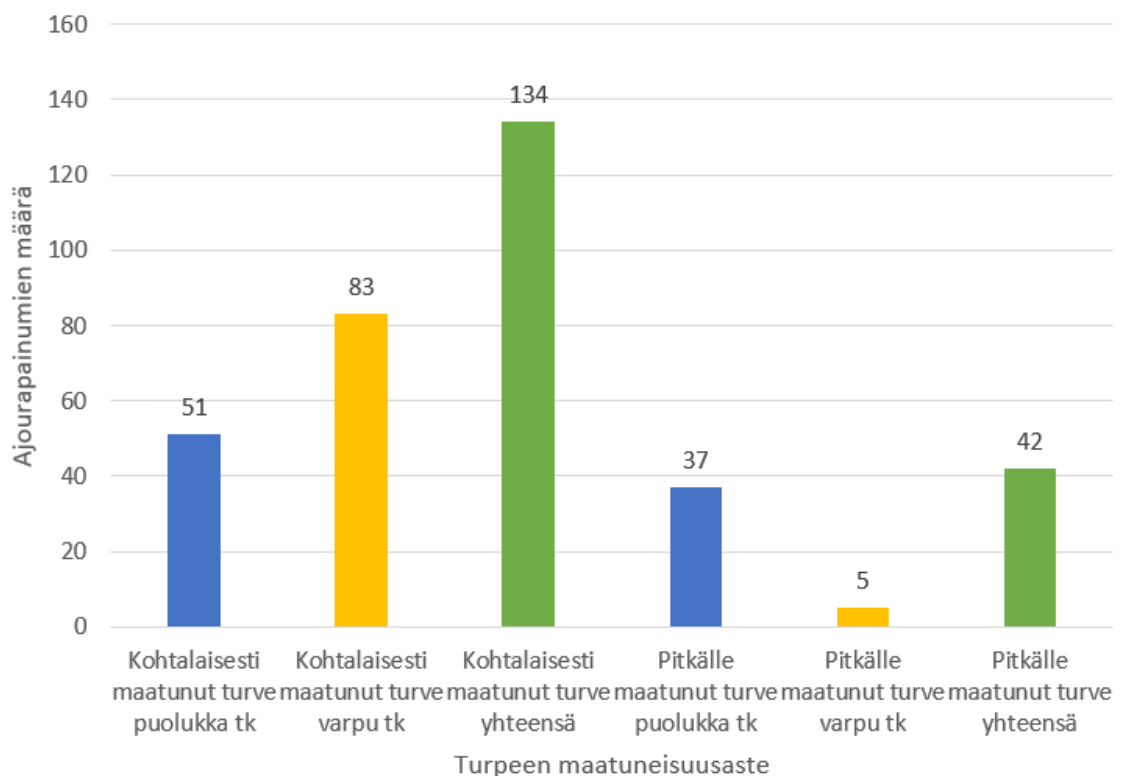


Kaavio 9 Ajourapainumien jakauma turvekangastyyppien mukaan sadannan ja haihdunnan suhteen neljän viikko jaksolta ennen korjuun päättymistä. Negatiiviset arvot tarkoittavat, että haihdunta oli kyseisenä ajanjaksona suurempi kuin sadanta.

Varputurvekankailla sadannan ollessa suurempi kuin haihdunta syntyi enemmän ajourapainumia. Puolukkaturvekankailla syntyi enemmän ajourapainumia silloin, kun haihdunta oli sadantaa suurempaa. Selittävänä tekijä tälle voi olla puuntuotantokyky ja poistumamäärä: puolukkaturvekankaalla puuntuotoskyky on yleensä suurempi kuin varputurvekankaalla. Näin ollen myös poistuman määrä on suurempi puolukkaturvekankaalla. Myös tutkimusleimikoissa oli huomattavissa sama: puolukkaturvekankailla poistumamäärät olivat keskimäärin suurempia kuin varputurvekankaiden poistumamäärät. Myös turvekankaalla vallitsevat kosteusolot vaikuttavat ajourapainumien syntymiseen. Tässä tutkimuksessa ei kartoitettu pohjaveden pinnankorkeutta, ojaverkoston toimivuutta tai turvekankaan kuivatustilannetta.

Turpeen maatuneisuus

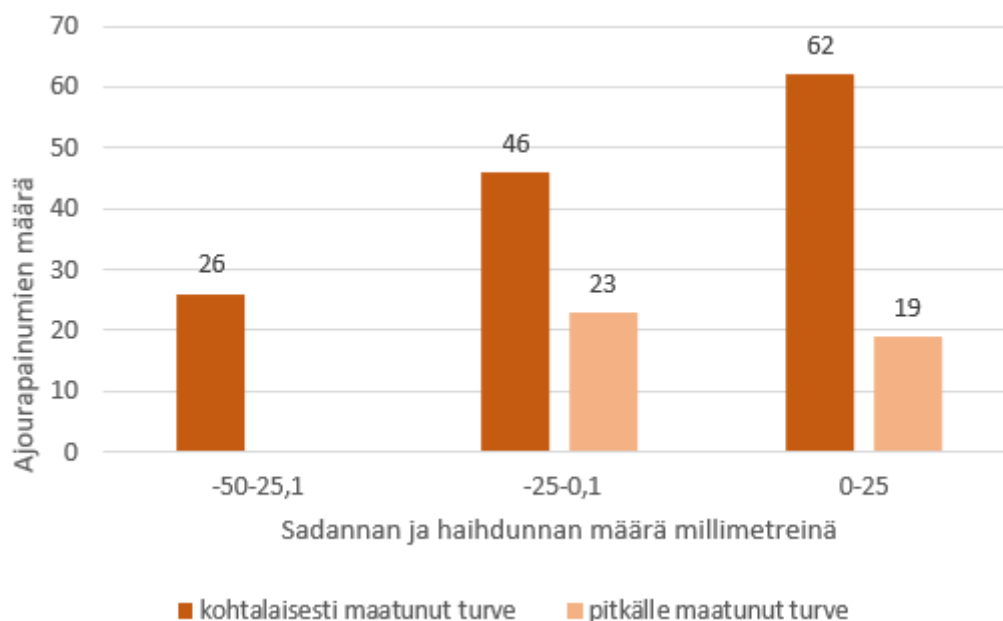
Löytyneistä ajourapainumistasuurin osa eli 134 kpl löytyi kohdasta, jossa turve oli kohtalaisesti maatunutta. Pitkälle maatuneelta turpeelta löytyi 42 ajourapainumaa. Maatumatonta turvetta ei ajourapainumien kohdilta löytynyt. Kohtalaisesti maatuneella turpeella 53 ajourapainumaa oli puolukkaturvekankaalla. Suurin osa ajourapainumista, jotka olivat pitkälle maatuneella turpeella, sijaitsivat puolukkaturvekankaalla (37 kpl) ja pieni osa varputurvekankaalla (5 kpl) (kaavio 10).



Kaavio 10 Ajourapainumien jakauma turpeen maatuneisuusasteen ja turvekangastyypin mukaan. Enemmistö eli 134 ajourapainumaa oli kohtalaisesti maatuneella turpeella syntyneitä. Pitkälle maatuneet kohteet olivat usein puolukkaturvekankaalla, joka voi olla selittävä tekijä myös sadannan ja haihdunnan antamiin tuloksiin. Pitkälle maatunut turve johtaa vettä heikommin, kuin maatumaton turve, jolloin maan kosteusolojen vuoksi ajourapainumia saattaa syntyä enemmän.

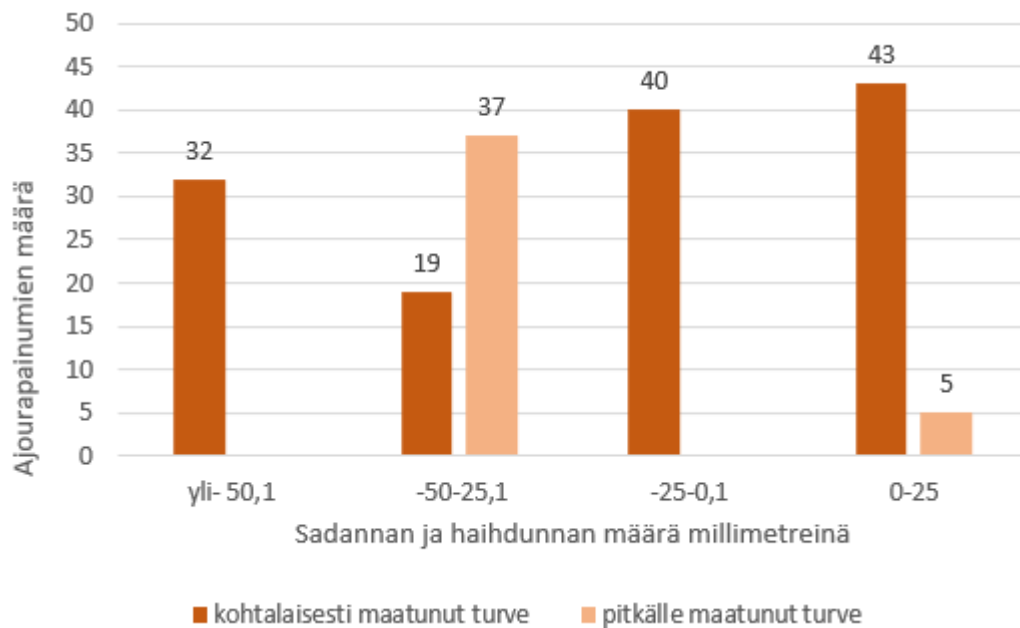
Kaaviossa 11 on kuvattuna turpeen maatuneisuuden jakauma sadannan ja haihdunnan suhteen kahden viikon tarkastelujaksolta ennen korjuun päättymistä.

Pitkälle maatuneella turpeella syntyi ajourapainumia eniten silloin, kun sadannan ja haihdunnan määrä oli $-25-0,1$ mm (23 kpl). Muut ajourapainumat (19 kpl) pitkälle maatuneella turpeella syntyivät sadannan ja haihdunnan suhteen ollessa $0-25$ mm. Kohtalaisesti maatuneella turpeella syntyi eniten ajourapainumia sadannan ja haihdunnan ollessa $0-25$ mm (62 kpl).



Kaavio 11 Ajourapainumien määrän jakaumaturpeen maatuneisuusasteen mukaan sadannan ja haihdunnan suhteen kahden viikon jaksolla ennen korjuun päättymistä. Negatiiviset arvot tarkoittavat, että haihdunta oli kyseisenä ajanjaksona suurempi kuin sadanta.

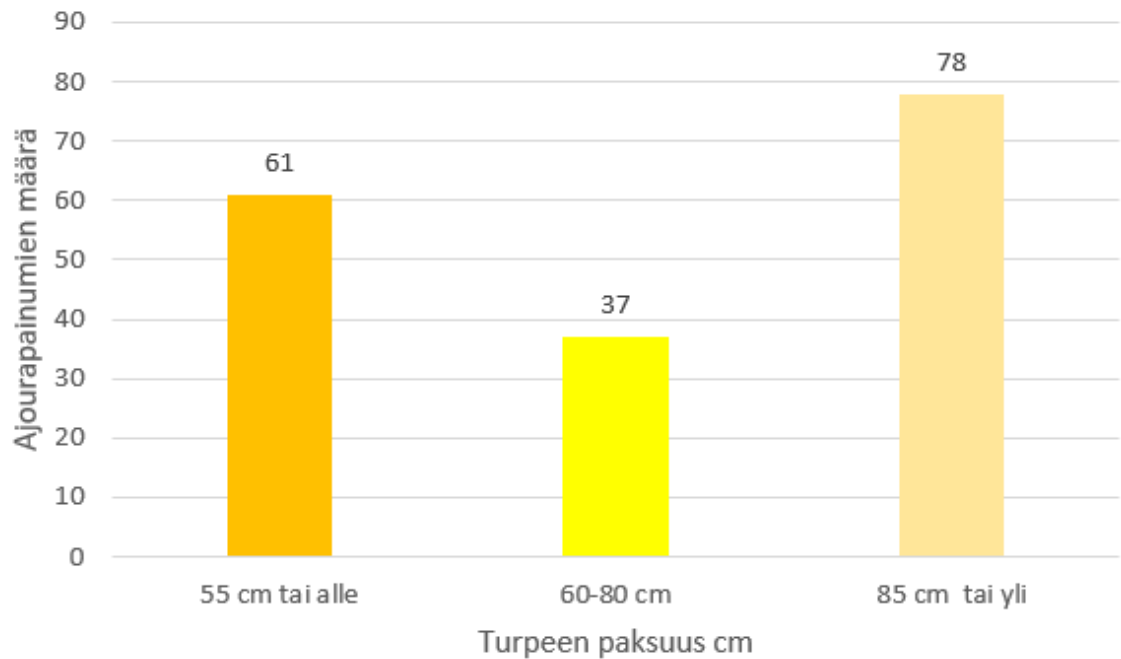
Kaaviossa 12 on nähtävillä turpeen maatuneisuuden jakauma sadannan ja haihdunnan suhteen neljä viikkoa ennen korjuun loppumista. Pitkälle maatuneella turpeella eniten ajourapainumia syntyi sateen ja haihdunnan suhteen ollessa $-50-25,1$ mm (37 kpl) ja vähiten sateen ja haihdunnan ollessa $0-25$ mm (5 kpl). Kohtalaisesti maatuneella turpeella syntyi eniten ajourapainumia sadannan ja haihdunnan ollessa $0-25$ mm (43 kpl), toiseksi eniten sadannan ja haihdunnan ollessa $-25-0,1$ mm (40 kpl), seuraavaksi eniten sateen ja haihdunnan ollessa yli -50 mm (32 kpl) ja vähiten sateen ja haihdunnan ollessa $-50-25,1$ mm (19 kpl).



Kaavio 12 Ajourapainumien määrän jakaumaturpeen maatuneisuusasteen mukaan sadannan ja haihdunnan suhteen neljän viikon jaksolla ennen korjuun päättymistä. Negatiiviset arvot tarkoittavat, että haihdunta oli kyseisenä ajanjaksona suurempi kuin sadanta.

Turpeen paksuus

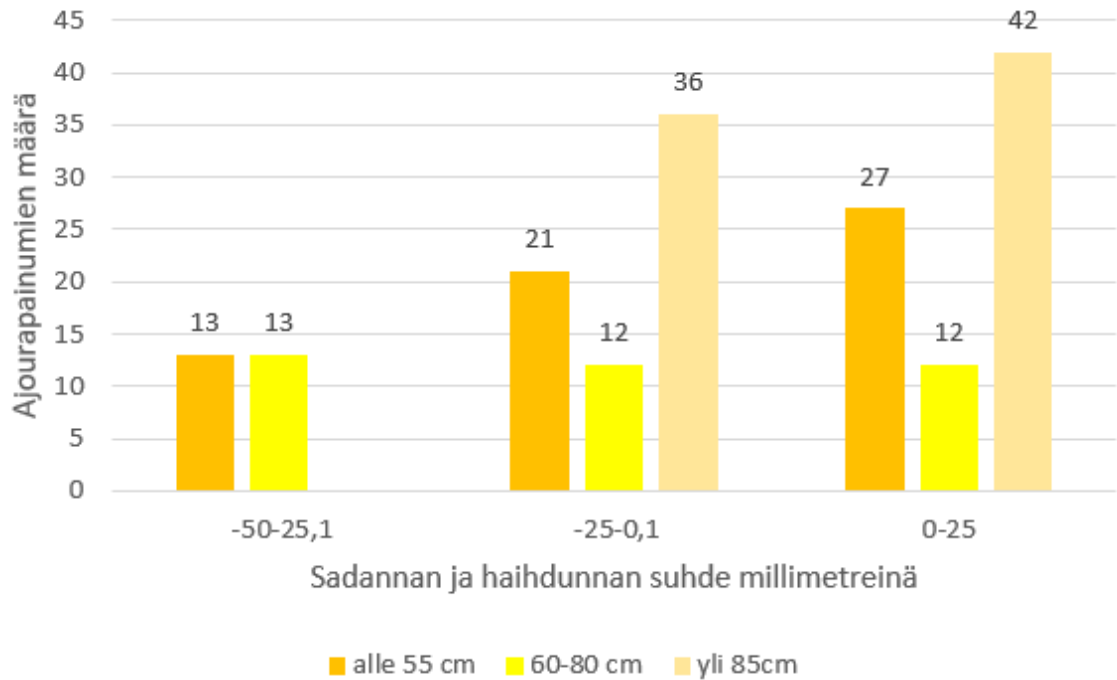
Ajourapainumien kohdista mitatut turpeen paksuudet kolmeen luokkaan jaoteltuna näkyvät kaaviossa 13. 176 ajourapainuman joukosta turpeen paksuus oli 55 senttimetriä tai sen alle 64 painauman kohdalla. 60–80 cm paksuinen turvekerros oli 34 ajourapainuman kohdalla. Eniten ajourapainumia oli silloin, kun turpeen paksuus oli vähintään 85 cm (78 kpl).



Kaavio 13 Ajourapainumien jakauma turpeen paksuuden mukaan. Eniten ajourapainumia löytyi paikoista, joissa turvetta oli vähintään 85 cm.

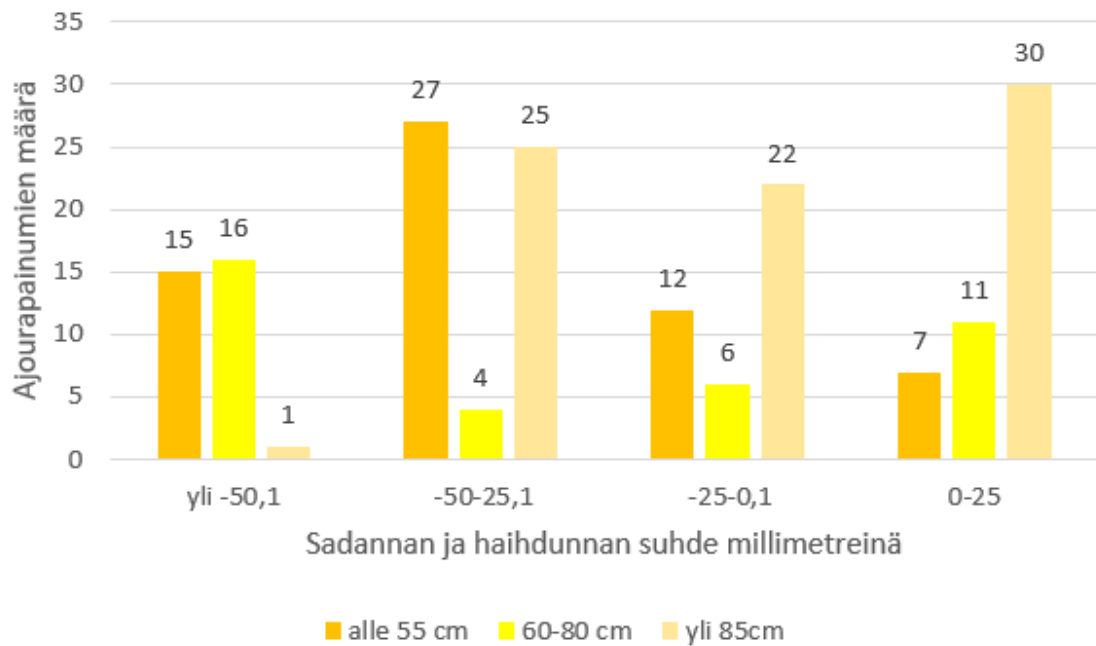
Suurin osa yli 85 cm turpeen ajourapainumista sijatsi varputurvekankaalla, kun 55 cm tai sen alle paksuisten turpeiden ajourapainumat sijaitsivat puolukkaturvekankaalla. Turpeen paksuuden ollessa 60-80 cm turvekangastyypit olivat edustettuna melkein tasan. Jokaisesta kolmesta turpeenpaksuusluokasta ajourapainumista suurin osa oli kohtalaisesti maatuneella turpeella syntyneitä.

Kaaviossa 14 on kuvattuna turpeen paksuuden jakauma sadannan ja haihdunnan suhteen kaksi viikkoa ennen korjuun loppumista. Turpeen paksuuden ollessa yli 85 cm syntyi eniten ajourapainumia silloin, kun sadanta ja haihdunta olivat 0–25 mm. 60–80 paksuisessa turpeessa ajourapainumia syntyi eniten sadannan ja haihdunnan olevan -50–25,1 mm. Alle 55 cm turvekohdissa syntyi eniten ajourapainumia, kun sadanta ja haihdunta oli yli -50,1 mm eli haihdunta oli suurempaa kuin sadanta.



Kaavio 14 Ajourapainumien jakauma turpeen paksuuden mukaan sadannan ja haihdunnan suhteen kahden viikon tarkastelujaksolla ennen korjuun päättymistä. Negatiiviset arvot tarkoittavat, että haihdunta oli kyseisenä ajanjaksona suurempi kuin sadanta.

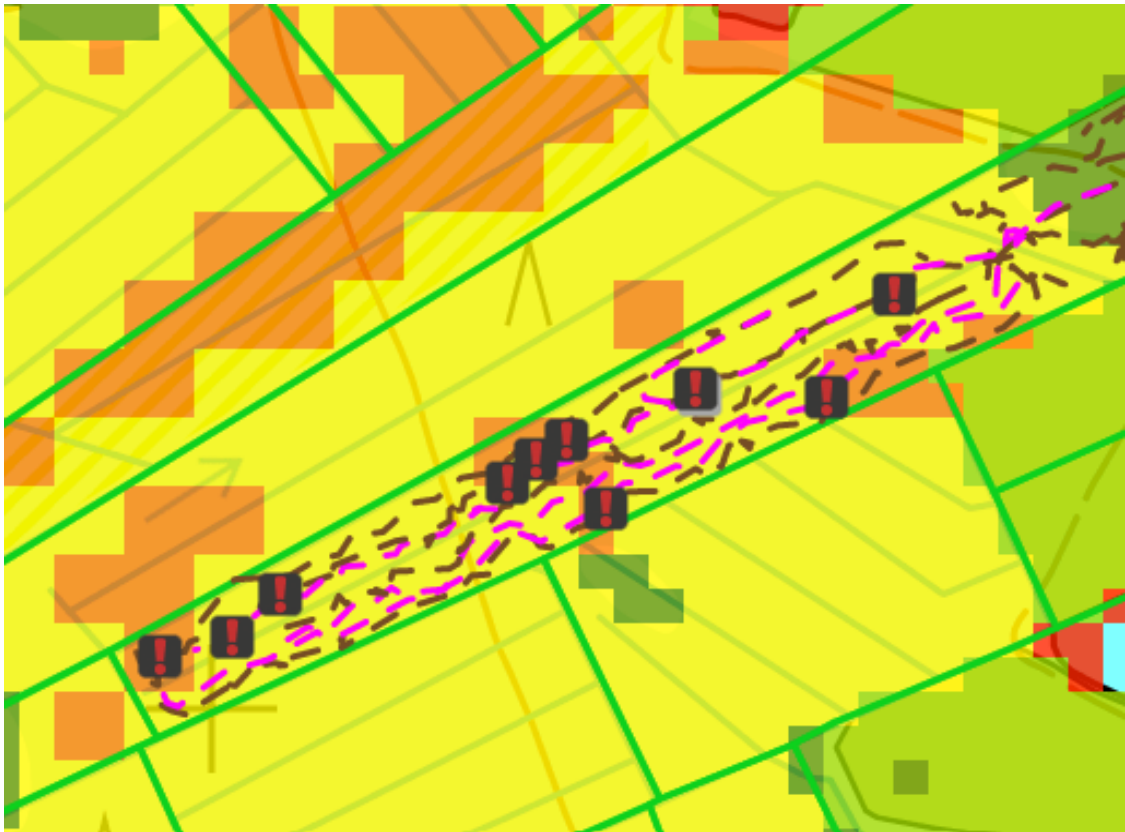
Kaaviossa 15 on kuvattuna turpeen paksuuden jakauma sadannan ja haihdunnan suhteen neljä viikkoa ennen korjuun loppumista. Turpeen paksuuden ollessa yli 85 cm syntyi eniten ajourapainumia silloin, kun sadanta ja haihdunta olivat 0–25 mm. 60–80 paksuisessa turpeessa ajourapainumia syntyi hyvin tasaisesti, eniten kuitenkin sadannan ja haihdunnan ollessa -50–25,1 mm. Alle 55 cm turvekohdissa syntyi eniten ajourapainumia, kun sadanta ja haihdunta oli 0–25 mm.



Kaavio 15 Ajourapainumien jakauma turpeen paksuuden mukaan sadannan ja haihdunnan suhteen kahden viikon tarkastelujaksolla ennen korjuun päättymistä. Negatiiviset arvot tarkoittavat, että haihdunta oli kyseisenä ajanjaksona suurempi kuin sadanta.

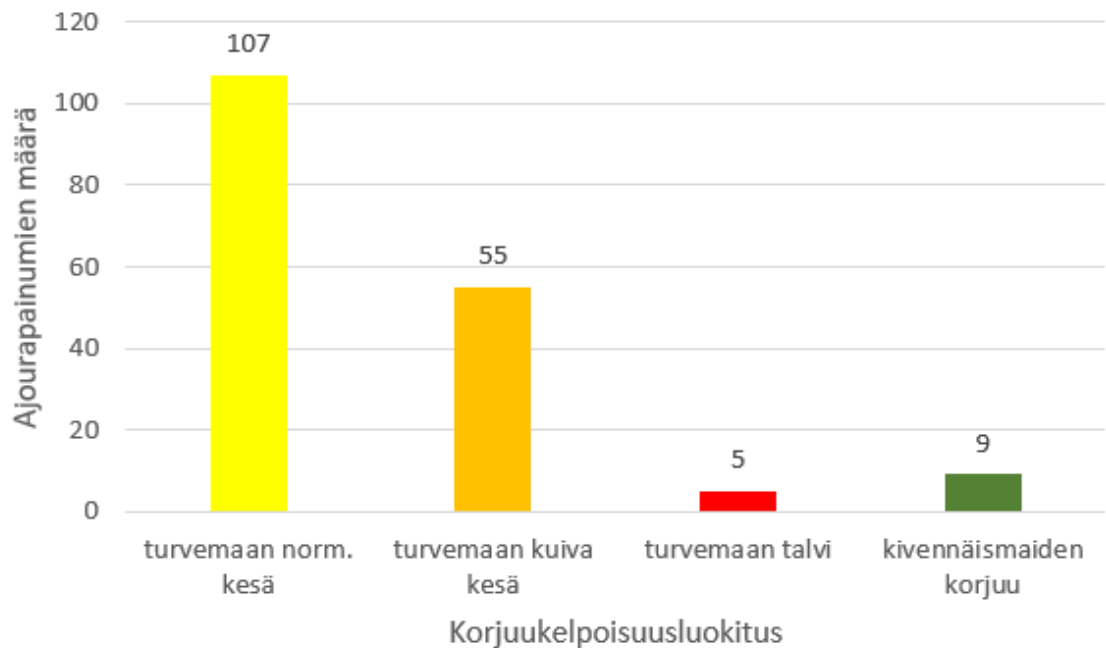
5.1.3 Ajourapainumat korjuukelpoisuuskartalla

Ajourapainumien sijaintia tarkasteltiin maastokokeiden jälkeen korjuukelpoisuuskarttaa hyödyntäen. Kuvassa 6 esimerkkinä eräs tutkimusleimikoista, jossa puolet löydetyistä ajourapainumista sijaitsi korjuukelpoisuudeltaan kuivan kesän turvemaata kuvaavista kohdissa ja puolet normaalin kesän turvemaan korjuukelpoisuutta kuvaavista kohdissa.



Kuva 6 Tästä tutkimusleimikosta löytyi 10 ajourapainumaa, jotka ovat kartalla näkyvissä huutomerkkisymboleilla. Ajourapainumista viisi sijaitsee keltaisella alueella eli turvemaan normaalia kesäkorjuuta tarkoittavalla kohdalla. Toiset viisi sijaitsevat oranssilla alueella eli turvemaan kuivan kesän korjuuta tarkoittavalla alueella. (Metsä Groupin aineistot, 2022)

Kaaviossa 16 on ajourapainumien jakauma eri korjuukelpoisuusluokkien kesken. Suurin osa löytyneistä ajourapainumista sijaitsi keltaisella alueella eli turvemaan normaalin kesäkorjuun alueella (107 kpl). 55 ajourapainumaa löytyi oranssilta alueelta, joka kuvaa turvemaan kuivan kesäkorjuun aluetta. Punainen väri kuvastaa turvemaan talvikorjuulle sopivaa maastoa, ja punaisilta alueilta löytyi viisi ajourapainumaa. Vihreiltä alueelta (kivennäismaiden aloja) löytyi 9 ajourapainumaa. Vaikka kivennäismaiksi luokitelluilta kohdilta löytyi ajourapainumia, oli jokaisella koelalla turpeen paksuun vähintään 30 cm. Ajourapainumien löytömäärä kivennäismaiksi luokitelluilta aloilta johtuu hilakoosta, jolla korjuukelpoisuutta määritellään. Korjuukelpoisuudessa käytössä oleva hilaruutu on 16x16 metrin kokoinen, jolta on tutkittu keskimääräiset ominaisuudet, jonka perusteella hilalle on annettu korjuukelpoisuusluokitus.



Kaavio 16 Ajourapainumien jakauma korjuukelpoisuusluokittain. Eniten ajourapainumia löytyi turvemaan normaalikesän korjuukohdista (107 kpl) ja vähiten turvemaan talvikorjuukohdista (5 kpl).

5.2 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen perusteella sadantatiedot antavat korrelaatiota siitä, miten sademäärä vaikuttaa ajourapainumien syntyyn. Mitä enemmän satoi, sitä enemmän ajourapainumia syntyi. Sadannan ja haihdunnan suhdetta tarkastellessa ajourapainumia syntyi eniten silloin, kun haihdunta ylitti sadannan määrän. Tästä ei kuitenkaan voi vetää suoraa johtopäätöstä, että haihdunnan ollessa suurempi kuin sadanta syntyisi enemmän ajourapainumia. Näillä tutkimusleimikoilla todennäköisesti ajourapainumien syntyyn vaikuttivat muut tekijät, joita ei tutkittu tarkemmin (esim. puuston poistumamäärä). Lisäksi tässä tutkimuksessa ei tutkittu esim. pohjaveden pinnankorkeutta tai muuten tutkimusleimikoiden kuivatustilannetta, jolla on suurempi vaikutus ajourapainumien syntyyn kuin sadannalla tai sadannan ja haihdunnan määrällä yhteensä.

Turvekangastyypin vaikutus ajourapainumien syntymiseen on tässä tutkimuksessa hyvin pintapuolisesti tutkittu, sillä tutkimusleimikot edustivat vain kolmea erilaista turvekangastyypistä ja selkeyttämiseksi käytettiin vain kahta

yläluokkaa. Tämän vuoksi tietyn turvekangastyypin vaikutusta ajourapainumien selittävänä tekijänä ei tämän tutkimuksen valossa voida todeta. Puolukkaturvekangas oli määritelty turvekangastyypiksi suurimmalla osalla tutkimusleimikoista (10 tutkimusleimikkoa) ja joukkoon mahtui vain yksi varputurvekangas 2 tyyppi. Silti varputurvekangas 1 luokassa (4 tutkimusleimikkoa) oli eniten ajourapainumia. Varputurvekangasta olevien tutkimusleimikoiden pinta-alat olivat keskimäärin suurempia kuin puolukkaturvekangasleimikoiden pinta-alat. Tämä voi olla yksi selittävä tekijä, miksi ajourapainumia syntyi enemmän varputurvekankailla.

Turpeen maatuneisuusasteen ollessa kohtalaisesti maatonut syntyi ajourapainumia enemmän kuin aloilla, joissa oli pitkälle maatonutta turvetta. Tutkimusleimikoista noin 80 % oli keskiarvallisesti kohtalaisesti maatonutta turvetta (12 tutkimusleimikkoa). Ajourapainumista puolestaan 73 % oli puolestaan kohtalaisesti maatonneella turpeella tapahtuneita. Tutkimusleimikoiden keskimääräisen maatuneisuusasteen ja ajourapainumista mitattujen turpeen maatuneisuuksien ollessa prosentuaalisesti lähellä toisiaan (otannan ollessa suppea) tämän tutkimuksen mukaan turpeen maatuneisuusasteella ei ollut vaikutusta ajourapainumien muodostumiseen. Ajourapainumia muodostui samassa suhteessa kohtalaisesti maatonneella ja pitkälle maatonneella turpeella. Mikäli tutkimusleimikoissa olisi ollut saman verran turpeelta kohtalaisesti maatonneita kohteita sekä pitkälle maatonneita kohteita saataisiin paremmin tietoa turpeen maatuneisuusasteen vaikutuksesta ajourapainumien syntymiseen. Vertailukohdasta puuttuu maatonmaton turveluokka kokonaan, sillä niitä ei tutkimusleimikoista löytynyt.

Turpeen paksuuden ylittäessä 85 cm, syntyi eniten ajourapainumia (78 kpl), vaikka tutkimusleimikoista vain neljällä oli vähintään 85 cm paksu turvekerros. Toiseksi eniten ajourapainumia oli silloin (61 kpl), kun turpeen paksuus oli enintään 55 cm. Tällaisia tutkimusleimikoita oli seitsemän. Vähiten ajourapainumista löytyi silloin, kun turpeen paksuus oli 60–80 cm (neljä tutkimusleimikkoa). Turpeen paksuus tuntuu vaikuttavan ajourapainumien syntymiseen, kun turpeen syvyys on vähintään 85 cm.

Korjuukelpoisuuskarttoja verratessa ajourapainumien sijaintiin voitiin huomata riippuvuus ajourapainumien löytökohdan sijainnin ja sitä vastaavan korjuukelpoisuusluokituksen välillä. Suurin osa ajourapainumista löytyi turvemaiden kesäkorjuukohteiksi luokitelluilta alueilta (joko kuivan kesän tai normaalin kesän kohteilta). Tutkimusleimikoiden joukossa oli myös sellaisia kohteita, joiden pinta-alasta noin puolet oli kivennäismaaksi luettavissa korjuukelpoisuuskartoissa. Tutkimusleimikoissa ajourapainumat sijoituivat suurimmaksi osaksi nimenomaan turvemaata kuvastavien hilaruutujen kohdille. On muistettava kuitenkin hilaruutujen koko ja luokittelu tapa: vaikka muutama ajourapainuma osuikin kivennäismaata tarkoittavalle kohdalle, on hilaruutu 16 x 16 metrin kokoinen alue, joka on määritelty vallitsevan olosuhteen mukaan, joten sillä alueella on mahdollista olla vaihtelevuutta mm. maalajissa ja kantavuudessa.

Tutkimuksessa ei lajiteltu ajourapainumien sijaintia ajouraverkossa. Tutkimusleimikoilta on kuitenkin nähtävissä osittainen kokoojauran vaikutus ajourapainumien syntyyn. Muutamassa tutkimusleimikoissa oli huomattavissa osan ajourapainumien sijoittuvan varastopaikan läheisyyteen ja oletettavaa onkin, että kyseistä ajouraa on käytetty kokoojaurana. Muutamassa leimikossa oli nähtävissä myös ajourapainumien sijoittuminen ajolenkin toiselle puoliskolle. Oletuksena on, että näissä tapauksissa ajourapainumat ovat syntyneet silloin, kun ajokoneessa on ollut kuorma suurimmillaan. Kuormakoon vaikutusta ajourapainumien syntyyn voisi tutkia enemmän turvemaidella.

6 POHDINTA

Sadantatiedot antoivat sellaisia tuloksia kuin oletettiin ennen tutkimuksen aloittamista. Oletuksena oli, että mitä enemmän sataa, sitä suurempi määrä ajourapainumia löytyisi, ja tämä osoittautuikin paikkansa pitäväksi. Sadannan ja haihdunnan tiedot eivät olleet odotuksen mukaisia. Eniten ajourapainumia löytyi sellaisilta kohteilta, joilla haihdunta oli suurempi kuin sadanta. Oletuksena oli, että mitä enemmän haihduntaa on sadantaan nähden, sitä todennäköisemmin ajourapainumia ei syntyisi, mutta tämä ei pitänyt paikkaansa. Jotta parempia korrelaatioita olisi löytynyt, olisi sadannan aikaväliä voinut tarkastella pidemmältä ajalta. Myös ojen kunto, sekä kosteustilanne (tai kuivaustilanne) turvekankaalla yleisesti saattaa vaikuttaa enemmän ajourapainumien syntyyn enemmän kuin sadanta ja haihdunta.

Tutkimusleimikoiden määrä oli vain 15, joten osa saaduista tuloksista selittyi otannan pienellä määrällä. Tutkimusleimikoiden suppea määrä vääristää saatuja tuloksia, koska kaikista ajourapainumien syntyyn vaikuttavista tekijöistä ei ole dataa tähän tutkimukseen. Tutkimusleimikot sijaitsivat myös lähellä toisiaan: yhdessä maakunnassa ja vain kolmen kunnan alueella. Tutkimusleimikoiden määrän kasvattaminen ja maantieteellisen alueen laajentaminen antaisi varmasti erilaisia tuloksia kaikilla tutkituilla osa-alueilla. Turvekankaiden jakauma tutkimusleimikoissa oli myös suppea. Paremman tuloksen turvekangastyypin mahdollisesta vaikutuksesta ajourapainumien syntymiseen saisi tutkimuksella, jossa kaikkia turvekangastyypiluokkia olisi tasaisesti ja enemmän edustettuna.

Turpeen maatuneisuusluokitus ei antanut oletettua tulosta. Oletus oli, että pitkälle maatuneilla kohteilla olisi enemmän ajourapainumia turpeen vedenpidätyskyvyn vuoksi, seuraavaksi eniten olisi luokassa 60–80 cm ja vähiten kohteilla, joilla turvetta on enintään 55 cm. Turpeen paksuuden osalta oli oletettavaa, että eniten ajourapainumia oli kohteilla, joissa turvetta oli vähintään 85 senttimetrin kerros, mutta yllätyksenä oli, että vähiten ajourapainumia oli 60–80 cm luokassa. Ajourapainumien määrä turpeen paksuuden ollessa vähintään 55 cm luokassa selittyy osalla tutkimusleimikkovalinnoista. Osa tutkimusleimikoista oli puoliksi kivennäismaata, tai leimikko rajautui kivennäismaahan korjuukelpoisuuskarttojen

mukaan. Näillä kohteilla turvekerros on yleensä ohuempaa kuin leimikoissa, jotka ovat kokonaan turvemaiden ympäröimiä.

Kahdella tutkimusleimikolla, joista ei löytynyt ajourapainumia oli hyvin tehty havutus, joka selvästi esti maastovaurioiden syntymisen. Muillakin kohteilla oli huomattavissa samankaltaisuutta ja havutus esti ajourapainumien syntymisen.

LÄHTEET

Airavaara, H, Ala-Ilomäki, J. Högnäs, T. Sirén, M. 2008. Nykykalustolla puunkorjuuseen. Metlan työraportti. Nettijulkaisu. Luettu 4.5.2023. <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/535994/mwp080.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Härkönen, K. 2022. Turvemaat. VMI:hin pohjautuvissa skenaariolaskelmissa. Luonnonvarakeskus. Dia-sarja. Luettu 22.3.2023. https://luke.fotoware.cloud/fotoweb/archives/5044-Jaa-Share/Folder%2045/VMI100_Kari-Harkonen_final.pdf.info

Kasvupaikkatyypin tunnistaminen. n.d. Metsänhoidon suositukset. Tapion julkaisu. Nettisivu. Luettu 22.2.2023 <https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpiteet/kasvupaikkatyypin-tunnistaminen/toteutus>

Kjellberg, T.2020. Kunnostusojitukset – väistämätön paha. Metsälehti. Nettiartikkeli. Luettu 13.3.2023. <https://www.metsalehti.fi/artikkelit/kunnostusojitukset-valttamaton-paha/#54181ea8>

Laiho, R. n.d. Suometsät. Luonnonvarakeskus. Nettisivu. Luettu 5.3.2023 <https://www.luke.fi/fi/ajankohtaista/teemat-ja-kampanjat/suometsat/suometsat>

Lindeman, H. Ala-Ilomäki, J. Sirén, M. Vastaranta, M. Holopainen, M & Uusitalo, J. 2013. Turvemaan kantavuuden ennustaminen laserkeilausaineistoilla. Metlan työraportteja. Luettu 26.3.2023. <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/536170/mwp263.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lindholm, T. 2016. Turve, politiikan pehmeä käsite. Natura-lehti 1/2016. Nettisivu. Luettu 24.4.2023. <https://www.naturalehti.fi/2016/03/09/turve-politiikan-pehmea-kasite/>

Luonnonvarakeskus. n.d. Kasvupaikkatyypit. Nettisivu. Luettu 21.3.2023
<https://metsainfo.luke.fi/fi/cms/metsavarat/kasvupaikkatyypit>

Ojanen, P. Aapala, K. Hotanen, J-P. Hökkä, H. Kokko, A. Minkkinen, K. Myllys, M. Punttila, P. Päivinen, J. Rehell, S. Turunen, J. Valpola, S. Vähäkuopus, T. 2021 Soiden käyttö Suomessa. Suoseuran nettisivut. Luettu 21.3.2023
<https://www.suoseura.fi/ojitettujen-soiden-kestava-kaytto/soiden-kaytto-suomessa/>

Pesonen, M. Iittiläinen, P. Immonen, K. Jaakkola, S. Kariniemi, A. Korpilahti, A. Nieminen, T. Roininen, K. Strandström, M. & Vartiamäki, T. 2005. Korjuun suunnittelu ja toteutus. Metsäteho-opas. Luettu 16.12.2022
https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/03/Korjuun_suunnittelu_ja_toteutus_ver02.pdf

Poikela, A. Peuhkurinen, J. Kilpiäinen, S. Hämäläinen, J. Riekkö, K. & Räsänen, T. 2019. Korjuukelpoisuuskartat laajasti käytössä. Metsätehon tulosalvosarja 15/2019. Luettu 25.2.2023
https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja_2019_15_Korjuukelpoisuuskartat_suunnittelun_tukena.pdf

Ruosteenoja, K. Jylhä, K. Kämäräinen, M. 2016. Climate Projections for Finland Under the RCP Forcing Scenarios. Geophysica. Tutkimusartikkeli. Luettu 31.3.2023

Sarkkola, S. Päivinen, J. 2020. Hydrologia – suon synnyn ja kehityksen ohjaaja. Suoseuran nettisivu. Luettu 21.3.2023. <https://www.suoseura.fi/ojitettujen-soiden-kestava-kaytto/hydrologia-suon-synnyn-ja-kehityksen-ohjaaja/>

Sirén, M. Hytönen, J. Ala-Illomäki, J. Neuvonen, T. Takalo, T. Salo, E. Aaltio, H. Lehtonen, M. 2013. Integroitu aines- ja energiapuun korjuu turvemaidella sulan maan aikana – korjuujälki ja ravinnetalous. Metla työraportti. Luettu 31.3.2023

Tarkastusohje 2022. 2022. Suomen metsäkeskus. Tarkastusohje. Luettu 21.3.2023

<https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/tarkastusohje.pdf>

Turunen, J. & Ovaskainen, H. 2018. Hiljainen tieto lähikuljetuksen ajourasuunnittelusta. Metsätehon tulokalvosarja. Luettu 13.1.2023

[https://www.metsateho.fi/wp-](https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulokalvosarja_2018_10_Hiljainen_tieto_lahikuljetuksen_ajourasuunnittelussa.pdf)

[content/uploads/Tulokalvosarja_2018_10_Hiljainen_tieto_lahikuljetuksen_ajourasuunnittelussa.pdf](https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulokalvosarja_2018_10_Hiljainen_tieto_lahikuljetuksen_ajourasuunnittelussa.pdf)

Turvemaiden puunkorjuu. n.d. Metsänhoidon suositukset. Tapion julkaisuja. Nettiopas. luettu 4.5.2023.

<https://metsanhoidonsuosituks.fi/fi/toimenpiteet/turvemaiden-puunkorjuu/toteutus>

Valtioneuvoston asetus metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä. 2013. Finlex. Luettu 6.3.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20131308>

Vanhatalo, K. Väisänen, P. Joensuu, S. Sved, J. Koistinen, A. & Äijälä, O. 2019. Metsänhoidon suositukset suometsien hoitoon, työopas. Tapion julkaisuja. Nettiopas. luettu 14.3.2023. [https://tapio.fi/wp-](https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon_suosituks_suometsien-hoitoon_TAPIO_2019.pdf)

[content/uploads/2020/09/Metsanhoidon_suosituks_suometsien-hoitoon_TAPIO_2019.pdf](https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon_suosituks_suometsien-hoitoon_TAPIO_2019.pdf)

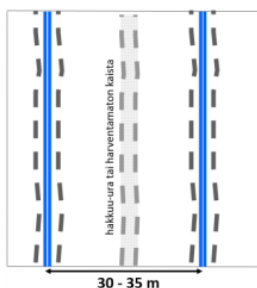
Venäläinen, A. Lehtonen, I. Laapas, M. Ruosteenoja, K. Tikkanen O, Viiri, H. Ikonen, V, Peltola, H. 2020. Climate change induces multiple risks to boreal forests and forestry in Finland: A literature review. Nettiartikkeli. Luettu 28.3.2023. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcb.15183>

Virtanen, K. 2018. Suot. Geologia.fi. Luettu 6.3.2023. <https://www.geologia.fi/2018/06/04/suot/>

Liite 1 Ajourien sijoitusmahdollisuuksia tasaiseen ojaverkostoon nähden (Vanhatalo, Väisänen, Joensuu, Sved, Koistinen, & Äijälä, 2019.)

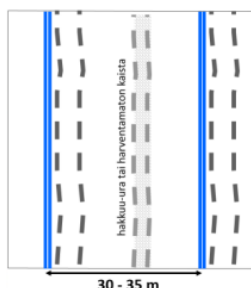
1. Kunnostusojitettavat kohteet

Sarkaleveys 30–35 metriä Maa roudassa



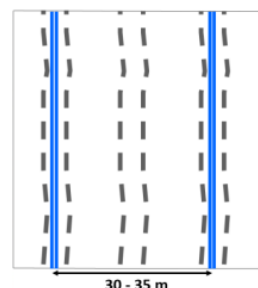
- + tuhkan levitys vaivatonta
- + kaivumaiden sijoitus helppoa
- + puuston hyvä tilajärjestys
- + leveä ajouraväli
- painumariski (vesiensuojelu)
- hakkuutähteitä jää ojien päälle

Maa roudassa tai sula



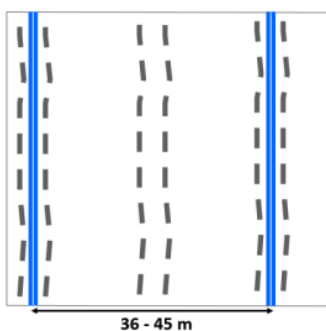
- + kaivumaiden sijoitus vaivatonta
- + korjuu onnistuu maan ollessa sula
- leveä ojalinja
- runsaspuustoisin osa jää ajouran alle
- ei harvennusvaraa muualla

Ei suositeltava



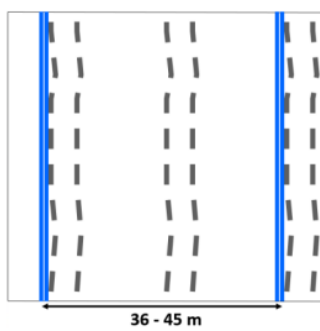
- + tuhkan levitys vaivatonta
- puuston huono tilajärjestys ja riski harventaa liian harvaksi
- painumariski (vesiensuojelu)
- kapea ajouraväli

Sarkaleveys 36–45 metriä Maa roudassa



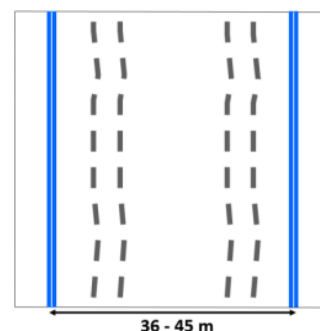
- + tuhkan levitys vaivatonta
- + puuston huono tilajärjestys
- painumariski (vesiensuojelu)
- hakkuutähteitä jää ojien päälle

Maa roudassa tai sula



- + tuhkan levitys vaivatonta
- + kaivumaiden sijoitus helppoa
- + korjuu onnistuu maan ollessa sula
- leveä ojalinja
- runsaspuustoisin osa jää ajouran alle

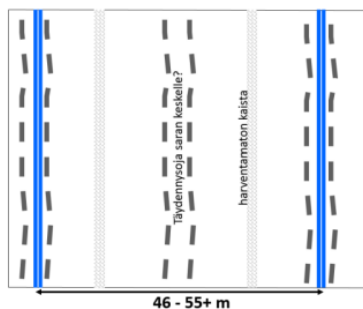
Maa roudassa tai sula



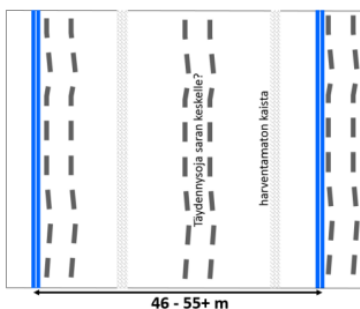
- + tuhkan levitys vaivatonta
- + ojalinjalle ei jää hakkuutähteitä
- + ojanvarsipuusto ei jää ajouran alle
- kaivumaiden sijoitus hankalaa

Ojalinjat avataan hakkuussa saralta. Väliin jää 5–8 m puustoinen kaista.

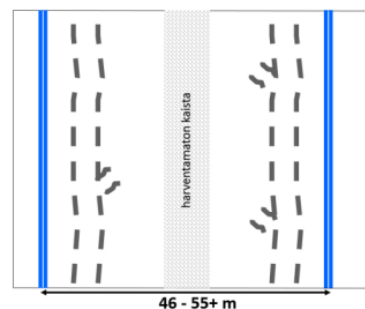
2 (3)

Sarkaleveys 46–55+ metriä*Maa roudassa*

- + tuhkan levitys vaivatonta
- painumariski (vesiensuojelu)
- saralle jää harventamatonta aluetta
- hakkuutähteitä jää ojien päälle

Maa roudassa tai sula

- + tuhkan levitys vaivatonta
- + kaivumaiden sijoitus helppoa
- runsaspuustoisin osa jää ajouran alle
- leveä ojalinja
- saralle jää harventamatonta aluetta

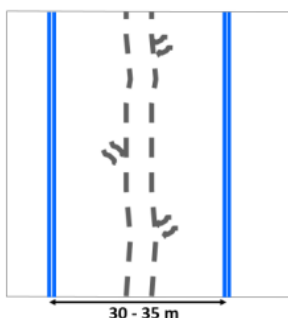
Maa roudassa tai sula

- + tuhkan levitys vaivatonta
- + ojavarsipuusto ei jää ajouran alle
- saran keskelle jää hakkaamaton vyöhyke
- kaivuumaiden sijoitus hankalaa

Ojalinjat avataan hakkuussa saralta. Väliin jää 5–8 m puustoinen kaista.

2. Kohteet, joita ei kunnostusojiteta

Varmista, että ojasta ja haihduttava puusto pystyvät ylläpitämään puiden kasvun kannalta riittävän kuivatustason.

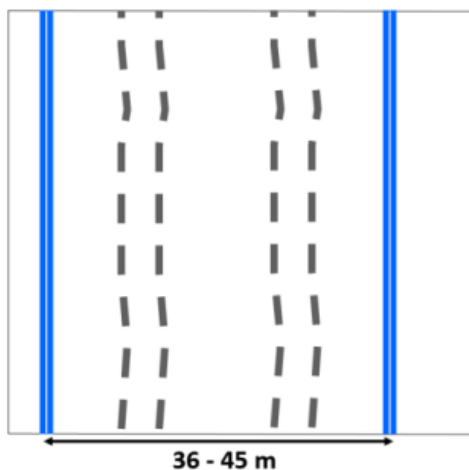
Sarkaleveys 30–35 metriä*Maa roudassa*

- + tuhkan levitys vaivatonta
- + ojien reunapuustoa ei jää urien alle,
- (-) toisaalta ojien reunapuustoa voi jäädä harventamatta

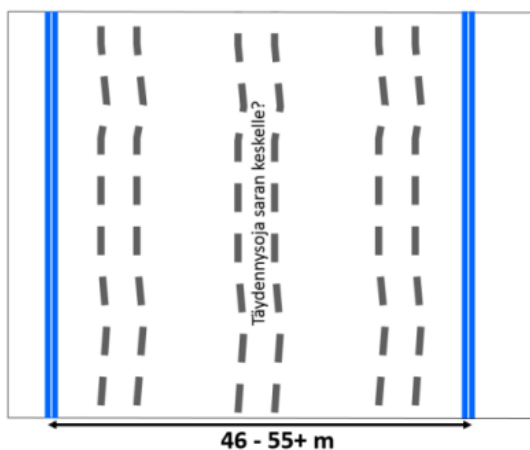
Ei suositeltava malli

- + tuhkan levitys vaivatonta
- + ojien reunapuustoa ei jää urien alle
- puuston huono tilajärjestys
- hyvin kapea ajouraväli, riski harventaa liian harvaksi

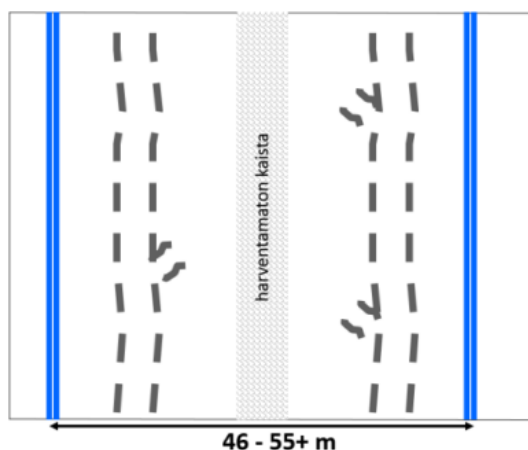
3 (3)

Sarkaleveys 36–45 metriä*Maa roudassa tai sula*

- + tuhkan levitys vaivatonta
- + ojien reunapuustoa ei jää urien alle

Sarkaleveys 46–55+ metriä*Maa roudassa tai sula*

- + tuhkan levitys vaivatonta
- + ojien reunapuustoa ei jää urien alle
- saran keskusta voi kärsiä märkyttä ilman täydennysojaa
- kapea uraväli

Maa roudassa tai sula

- + tuhkan levitys vaivatonta
- + ojien reunapuustoa ei jää urien alle
- saran keskusta voi kärsiä märkyttä
- saran keskelle jää hakkaamaton vyöhyke