

RUMPUJEN SANEERAUKSEN VAIHTOEHTOJEN  
VERTAILU

Vikki Jaakko

Opinnäytetyö

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Insinööri (AMK)

2020

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Jaakko Vikki	<b>Vuosi</b>	2020
<b>Ohjaaja</b>	Ari Romakkaniemi		
<b>Toimeksiantaja</b>	Pentti Hämeenaho Oy		
<b>Työn nimi</b>	Rumpujen saneerauksen vaihtoehtojen vertailu		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	21 + 1		

---

Tiestön kuivatusjärjestelmän toimivuus vaikuttaa tiestön kuntoon ja kantavuuteen. Yksityisten sekä yleisten teiden parantamisessa myös tien kuivatusjärjestelmää ja sen toimivuutta kannattaa tarkastella jo parantamisen suunnittelun aikana. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli Parhalahden tuulipuiston tulotien osalta selvittää tierumpujen parantamiseen liittyviä kustannuksia.

Opinnäytetyössä tarkastettiin työmaalla yhteensä 13 kappaletta tierumpuja, vertailtiin niille tehtäviä toimenpiteitä sekä laskettiin erilaisten kunnostustoimenpiteiden kustannuksia.

Opinnäytetyön tuloksena oli ajatus saada käsitys toimenpiteiden kustannuksista myös tulevia työmaita varten. Tärkeimpänä opinnäytetyössä esiin tulleista seikoista pidän rumpujen tarkastamisen tärkeyttä. Tulotiellä tien parantaminen toteutettiin reunavahvistuksilla, joten tällaisessa kohteessa, jossa tietä ei koko leveydeltä aukaista, ei ole järkevää lähteä järjestelmällisesti vaihtamaan kaikkia rumpuja, mikäli kevyemmällä toimenpiteillä saadaan aikaan toimiva kokonaisuus.

Avainsanat                      rumpu, yksityistie, saneeraus

Degree Programme in Civil Engineering  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Jaakko Vikki	<b>Year</b>	2020
<b>Supervisor</b>	Ari Romakkaniemi		
<b>Commissioned by</b>	Pentti Hämeenaho Oy		
<b>Subject of thesis</b>	Comparison of Repair Alternatives for Culverts		
<b>Number of pages</b>	21 + 1		

---

The operability of the road drainage system affects the condition and load-bearing capacity of the road. When repairing private and public roads, it is also necessary to take the road drainage system and its functionality into consideration already during the planning of the improvement. The purpose of this thesis was to find out the costs related to the improvement of the culverts on the entrance road to the Parhalahti wind farm.

In this thesis a total of 13 culverts on the site were inspected. The measures taken for them were compared and the cost of a various repair measures were calculated.

The result of the thesis was an estimate the costs of the measures also for the future. The most important of the measures was the inspection of the culverts. Because the road was not opened across its entire width, it is not sensible to systematically replace all the culverts if inexpensive measures result in a functional whole.

**Key words** culvert, private road, urban renewal

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	5
2 YLEISTÄ.....	7
2.1 Pentti Hämeenaho Oy.....	7
2.2 Parhalahden tuulivoimapuisto.....	7
2.3 Tulotie.....	8
3 KUIVATUSJÄRJESTELMÄ .....	10
3.1 Tien kuivatusjärjestelmä .....	10
3.2 Kuivatuksen kunnostus .....	10
4 RUMMUT.....	12
4.1 Yleistä.....	12
4.2 Rumpujen jatkaminen .....	12
4.2.1 Käytettävä putkilaatu.....	12
4.2.2 Jatkamisen menekit ja kustannukset.....	14
4.3 Rumpujen uusiminen .....	14
4.3.1 Työvaiheet.....	14
4.3.1.1. Vanhan rummun poistaminen .....	14
4.3.1.2. Arinarakenne ja asennusalusta.....	15
4.3.1.3. Rummun asentaminen.....	15
4.3.1.4. Alku- ja lopputäyttö .....	15
4.3.2 Rummun uusimisen menekit ja kustannukset .....	16
4.4 Kustannusten vertailu .....	18
5 POHDINTA.....	19
LÄHTEET.....	20
LIITTEET .....	21

## 1 JOHDANTO

Suomessa tieverkon pituus on noin 454 000 kilometriä, joista yksityis- ja metsäautoteitä on yhteensä noin 350 000 (Väylävirasto 2020). Tiestön parantamisen yhteydessä on tarpeen huolehtia myös tien kuivatusjärjestelmien toimivuudesta.

Tuulivoima on ollut 1990-luvulta lähtien maailman nopeimmin kasvava sähkön-tuotantomuoto (Suomen tuulivoimayhdistys 2020). Suomessa valmistui vuonna 2019 yhteensä 56 uutta tuulivoimalaa. Suurelta osin yksityis- ja metsäautoteiden varsille rakennettavien tuulivoimaloiden rakentamisen aikaiset kuljetukset vaativat tiestöltä tilaa ja kantavuutta. Kuljetusreitit parannetaan tarpeen mukaan vastaamaan näitä vaatimuksia.

Työmaalla Parhalahden tuulivoimapuiston maanrakennusurakassa parannamme yksityistietä vastaamaan tuulivoimapuiston kuljetusten tarpeita. Urakkaosuuteen kuuluu tien parantamista noin kuusi kilometriä ja lisätöinä lisäksi noin viisi kilometriä. Tien leventämisen yhteydessä myös tien rummut jäävät liian kapeaksi. Urakan lisätöinä parannettavan tien alitse menevien rumpujen osalta teimme kuntokartoituksen, jonka perusteella päätimme toimenpiteet, jotka rummuille tehdään, jotta ne tien parantamisen jälkeenkin toimivat osana kuivatusjärjestelmää.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella rumpujen saneeraamiseen liittyviä kustannuksia. Kustannuslaskelmien on tarkoitus auttaa myöhemmissä urakoissa valitsemaan oikean rumpujen saneerausmenetelmän.

Opinnäytetyön alussa käsittelen tien kuivatusjärjestelmää yleisellä tasolla, sekä esittelen Parhalahden tuulivoimapuistoa ja sen maanrakennusurakkaa, jotta lukija saisi käsityksen työmaasta, johon tämä opinnäytetyö on tehty.

Opinnäytetyön osiossa *Rummut* käsittelen tarkemmin Parhalahden tuulipuiston tulotien rummuille tehtäviä toimenpiteitä rumpujen tarkastamisesta tehtäviin toimenpiteeseen ja kustannuksiin. Lisäksi osion lopussa vertailen kustannuksia toimenpiteiden välillä.

Lopuksi *Pohdinta*- osiosta löytyy omia pohdintoja tämän opinnäytetyön tekemisen aikana tehdyistä havainnoista hieman pelkkiä kustannuksia laajemmin. Työtä

tehdessä tein havaintoja, että kustannukset eivät ole ainoa järkevä näkökulma lähteä päättämään rummuille kuten muillekaan korjaus- ja parantamiskohteille tehtäviä toimenpiteitä.

## 2 YLEISTÄ

### 2.1 Pentti Hämeenaho Oy

Pentti Hämeenaho Oy on vuonna 1977 perustettu yritys. Yritys toimii SSAB Europe Oy:n Raahen terästehtaan alueella sekä eri maarakennuskohteissa ympäri Suomea tarjoten nykyisin työpaikan noin 200 työntekijälle, toimihenkilölle ja alirakoitsijalle. (Pentti Hämeenaho Oy 2020.)

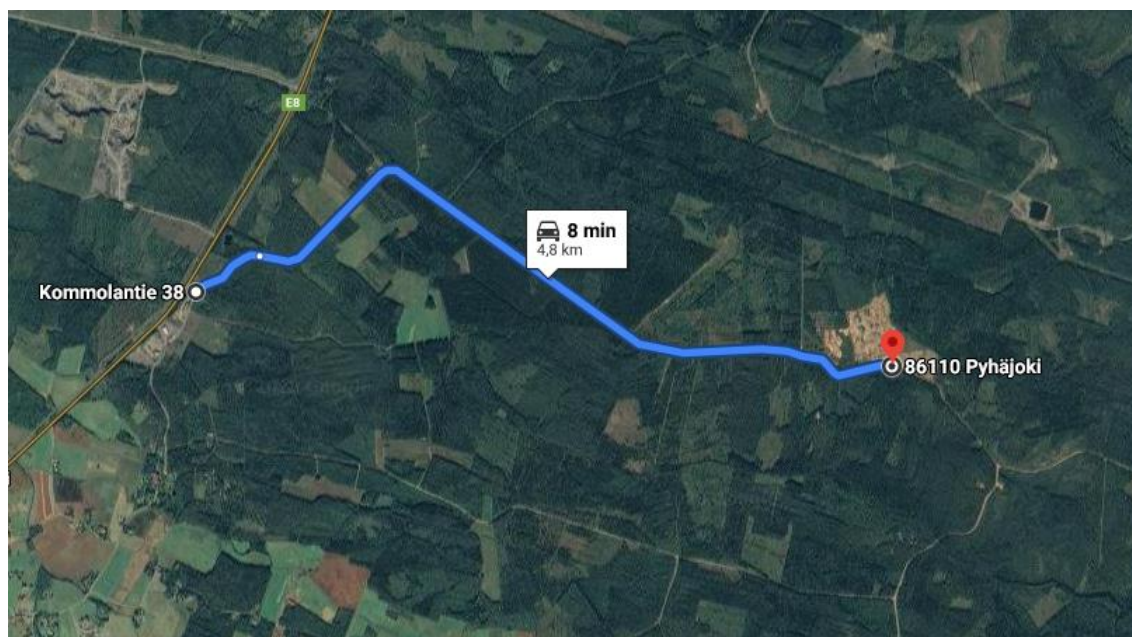
Yrityksen liikevaihto oli 25,1 miljoonaa euroa vuonna 2018. Tuulivoimarakentamisessa Pentti Hämeenaho Oy on ollut vuosien aikana vahvasti mukana rakentamassa nosturi- ja asennuskenttiä sekä perustusten valujen alapuolisia rakenteita ja täyttöjä noin sadalle tuulivoimalalle.

### 2.2 Parhalahden tuulivoimapuisto

Parhalahden tuulivoimapuisto on Puhuri Oy:n tuulipuistohanke. Hankkeen tarkoituksena on rakentaa Pyhäjoen Parhalahdelle kymmenen kappaletta 5,6 MW:n tuulivoimalaa. Hankkeen maanrakennustöistä vastaa Pentti Hämeenaho Oy.

Tämä opinnäytetyö on tehty tämän työmaan aineistoa apuna käyttäen.

Tuulivoimapuiston tiestöllä liikkuu rakennusaikana useita erikoiskuljetuksia sekä muuta raskasta liikennettä, joten työmaalle tulevan tien, sekä työmaan sisäisen tieverkoston on oltava riittävän leveä ja kantava. Tuulivoimapuisto sijoittuu Oravaistentien varrelle, ja alueelle suunnitelluissa kuljetuksissa tullaan käyttämään reittiä valtatieltä 8 Kommolantien ja Oravaistentien kautta. Tieosuus Vt 8:lta tuulivoimapuistoon tullaan parantamaan ja leventämään niin, että 80 metriset tuulivoimalan roottorin siivet ja muutkin tarvittavat materiaalit saadaan kuljetettua tätä reittiä pitkin perille.



Kuva 1. Tuulivoimapuiston tulotie (Google Maps)

### 2.3 Tulotie

Metsäautotien varteen sijoittuvan Parhalahden tuulivoimapuiston kuivatusjärjestelmään koostuu sivuojista, laskuojista ja tierummuista. Kuivatusjärjestelmän kunnossapidolla saadaan pidettyä vesi pois tien rakenteesta ja ohjattua vedet laskuojiin.

Tulotien (Kuva 1) leveys tulee olemaan rakennekerrosten päältä viidestä viiteen ja puoleen metriin, kaarteissa vielä leveämpi. Tien leventäminen tarkoittaa toimenpiteitä myös kuivatusjärjestelmälle. Sivuoja joudutaan tarvittaessa siirtämään, laskuoja aukaisemaan, eikä rumpujenkaan nykyinen pituus riitä.

Tässä opinnäytetyössä keskityn urakan lisätyönä tehtävän tieosuuden (n. 5 km) rumpuihin ja niihin tehtäviin toimenpiteisiin. Tulotien tieosuudella on yhteensä 13 kpl tien alitse meneviä rumpuja, jotka ovat halkaisijaltaan 400mm betoniputkirumpuja. Putkien osia ei ole sidottu toisiinsa ja rummut on perustettu puuarinoille.

Tuulipuiston tulotielle on tehty kantavuusmittaukset, ja niiden tulosten perusteella tielle kaivettiin lokakuussa 2019 yhteensä 11 kappaletta koekuoppia, joista tar-



kistettiin tien nykyiset rakennekerrokset. Koekuoppien perusteella tien murskekerroksen paksuus vaihteli välillä 15–40 cm. Murskekerroksen ja pohjamaan välistä löytyi kauttaaltaan noin 30 senttimetrin paksuinen kerros turvetta/humusta, seassa jopa kantoja. Pohjamaa on hiekkaa/silttiä. Kerroksista ei mitattu rakeisuuksia, vaan maalajit on määritelty silmämääräisesti.

### 3 KUIVATUSJÄRJESTELMÄ

#### 3.1 Tien kuivatusjärjestelmä

*”Kuivatuksen tehtävänä on poistaa vesi väylien pinnoilta ja rakenteista. Samalla parannetaan rakenteiden kantavuutta ja pienennetään niiden routivuutta.”* (Liikennevirasto 2013, 10.)

Kuivatus jaetaan pintakuivatukseen ja syväkuivatukseen. Pintakuivatuksella väylän pinnalle kertyvä sekä mahdollinen väylän ympäristöstä tuleva hulevesi poistetaan sivuojiin, hulevesikaivoihin tai koururakenteisiin sekä estetään veden kulkeutuminen haitallisesti tien rakenteen läpi. Veden jääminen tien alusrakenteeseen heikentää rakenteen kuormituskestävyyttä sekä mahdollistaa routimisen. Veden jäämistä alusrakenteeseen estetään syväkuivatuksella, joka on yleensä salaojitus. (Liikennevirasto 2013, 10.)

#### 3.2 Kuivatuksen kunnostus

*”Kuivatuksen kunnostamisen suunnittelussa on oleellista koko kuivatusketjun huolellinen läpikäynti maastossa. Inventointi tehdään kaikkien parantamishankkeiden lähtötiedoksi, mutta se voidaan tilata myös erillisenä esimerkiksi alueurakan lähtötiedoksi.”* (Tiehallinto 2005, 64.)



Kuva 2. Vaihdeettava rumpu työmaalla

Rumpujen osalta maastokäynnillä tarkistetaan rumpujen poikkileikkausmuoto, rumpujen kunto, rumpujen jatkamistarpeet ja -mahdollisuudet sekä rumpupaikan routiminen. (Tiehallinto 2005, 64.) Lisäksi aina tulee selvittää laskuojien perkaamisen tarve.

Ennen rumpuihin tehtäviä toimenpiteitä rummut tarkistetaan yksitellen työmaan alueella (Kuva 2). Osa rumpujen päistä oli kokonaan peittynyt kasvillisuuden ja maa-ainesten alle, joten rumpujen päät kaivettiin näkyviin kaivinkoneella. Työssä on varottava erityisesti, ettei rumpuputkia vaurioiteta, jolloin mahdollinen rumpujen jatkaminen ei onnistu.

## 4 RUMMUT

### 4.1 Yleistä

Rummuksi määritellään putkirakenne, joka on vapaalta aukoltaan alle 2 m levyinen ja jonka avulla tie tai rata ylittää vesiuoman. (Liikennevirasto 2013, 68.)

*”Maantierumpua käytetään, kun tielinja ylittää laskuojan tai muun vesiuoman tai maastonotkelman edellyttäessä sivuojavesien purkauttamista tiealueen ulkopuolelle”* (Liikennevirasto 2013, 68.)

Rumpujen hydrologisen mitoituksen yleisinä tavoitteina on pitää rummut toimivina ja turvallisina myös suurten tulvien aikaan. Rummut ei aiheuta tulvanvaaraa yläpuolisille alueille, eikä ole esteenä yläpuolisen alueen maankuivatukselle. Rumpujen padotus ei saa aiheuttaa eroosiota uomassa tai tien rakenteissa, eikä estää kalojen tai muun eliöstön kulkua. Rummun kunnossapidon mahdollisuus tulee myös ottaa huomioon rummun suunnittelussa (Liikennevirasto 2013, 73.)

### 4.2 Rumpujen jatkaminen

Tienrakennustöiden yleisten laatuvaatimusten mukaan olemassa olevien rumpujen jatkaminen on mahdollista, mikäli olemassa oleva rumpu on teknisesti ehjä, halkaisijaltaan kohteeseen riittävä, kunnolla perustettu, eikä routa aiheuta ongelmia rakenteissa (Liikennevirasto 2004, 33).

#### 4.2.1 Käytettävä putkilaatu

Useissa tarkastetuissa betonirummuissa putken pää oli vuosien aikana haurastunut ja putken liitospontti oli murtunut niin, ettei siihen ollut järkevää liittää uutta betonista rumpuputkea jatkoksi. Rumpujen jatkamisessa käytämme betonisten

putkirumpujen sijaan muoviputkea niin, että esimerkiksi 400 mm betonirummun jatkamiseen käytämme halkaisijaltaan 345/300 mm SN8 – luokan muoviputkea, joka sujutetaan betoniputkirummun sisään.

Yleensä jatkettavat rummut ovat betoniputkirumpuja, joiden jatkamiseen käytetään betoniputkea. Mikäli vanhan rummun ja jatkettavan putken liitos voidaan tehdä asianmukaisesti, voidaan jatkamiseen käyttää myös muita materiaaleja (Liikennevirasto 2004, 33).

Rumpuputken jatkaminen aloitetaan maanpoistolla. Tässä työvaiheessa rummun päästä jatkettavalta matkalta poistetaan pehmeä maa-aines pois. Jatkettavalle osuudelle tehdään kiviainesarina Kam #0/32 murskeesta. Arina on oltava vahvuudeltaan vähintään 300 mm. Arina tiivistetään tärylätkällä. Tiivistyskoneiden ohjeellinen tiivistyskertamäärä on ilmoitettu InfraRylin liitteen 2 taulukossa T1: Kerrosrakenteiden tiivistystyön ja tiiveydentarkkailun menetelmät. Arinan ja pohjamaan väliin laitetaan N3 – luokan suodatinkangas.

Taulukko 1. Tiivistystyön ja tiiveydentarkkailun menetelmät (InfraRYL 2019)

Tiivistyskone	Massat	Tiivistyskertamäärän ohjearvo															
		Suodatin-/eristyskerros		Jakava kerros/välikerros		Kantava kerros		Tien tai kadun alusrakenne $H^1 \leq 30$			Tien tai kadun alusrakenne $H^1 > 30$			Louhe		Radan pengertäytöt	
Kerrospakkuus enintään, m		0,25	0,5	0,25	0,4	0,2	0,3	0,25	0,5	0,8	0,25	0,5	0,8	0,8	1,0	0,4	0,8
Täryjyrät <sup>2)</sup>																	
1 täryvalssi	> 5	4	7	5 <sup>12)</sup>	8 <sup>12)</sup>	6 <sup>12)</sup>	9 <sup>12)</sup>	3	6	11	3	6	11	5 <sup>13)</sup>	7 <sup>13)</sup>	5	5
2 täryvalssia	> 5	3	4	3	5	3	6	2	4	8	2	4	8	—	—	—	—
Kumipyöräjyrät <sup>3)</sup>	< 20 <sup>4)</sup>	6	—	8	—	10	—	6	—	—	6	—	—	—	—	—	—
	> 20 <sup>5)</sup>	4	8	6	12	8	12	4	8	14	3	6	11	—	—	10	—
Staattiset valssijyrät <sup>6)</sup>	> 10	—	—	—	—	10	—	7	—	—	7	—	—	—	—	—	—
Pyöräkuormaajat <sup>7)</sup>	> 40	—	—	—	—	—	—	4	8	14	3	7	13	—	—	—	—
Puskutraktorit <sup>8)</sup>	> 10	—	—	—	—	—	—	4	—	—	6	—	—	—	—	—	—
Sorkkajyrät <sup>9)</sup>	7...10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	<sup>10)</sup>	<sup>10)</sup>	—	—	—	—	—
Tärylevyt <sup>11)</sup>	> 0,2	4	—	5	—	5	—	3	—	—	4	—	—	—	—	—	—
	> 0,4	3	—	4	—	4	—	3	—	—	3	—	—	—	—	—	—

Arinan päälle tehdään tarvittaessa asennusalusta Kam #0/32 murskeesta. Asennusalusta ei ole välttämätön, mikäli rumpu voidaan jatkaa suoraan arinan päälle.

Rumpuputki sujutetaan vanhan putken sisään vähintään 250 mm, ja liitoskohdan ympärille asetetaan kaistale suodatinkangasta estämään kiintoaineksen pääsy saumakohdasta putken sisään. Jatkoksen alkutäyttö tehdään murskeesta Kam #0/32 siten että alkutäytön yläpinta on vähintään 300 mm putken yläpinnan yläpuolella. Alkutäyttö tiivistetään kerroksittain yllä olevan InfraRylin taulukon mukaisesti. Lopputäyttö tehdään tien suunniteltujen poikkileikkausten mukaisesti.

#### 4.2.2 Jatkamisen menekit ja kustannukset

Tulotiellä lähes kaikkia jatkettavia rumpuja joudutaan jatkamaan rummun kummastakin päästä. Rummun jatkettava osuus on pituudeltaan luokkaa 1,5 – 2 metriä/puoli. Laskennassa olen käyttänyt jatkoksen pituutena 2 metriä, jolloin rumpu jatkuu suuntaansa noin 1,75 metriä. Liitteessä 1 rumpuputken jatkamisen menekit ja kustannukset yhtä rumpua kohden. Työmaan yksikköhintaluettelon mukaisesti muoviputken hintaan sisältyy putken asennus, ja murskeiden hinta on tiivistettynä, eli koneiden ja rakennusammattimiesten tunnit on sisällytetty materiaalien hintoihin, eikä niitä ole tässä laskelmassa laskettu erikseen.

#### 4.3 Rumpujen uusiminen

##### 4.3.1 Työvaiheet

###### 4.3.1.1 Vanhan rummun poistaminen

Uusittaessa rumpua vanha rumpuputki kaivetaan pois ja rummulle laskevat ojat tukitaan maa-aineksilla, jotta rummun vaihto voidaan tehdä kuivatyönä.

Vanhan rakenteen purkaminen tulee tehdä työn suunnitelma-asiakirjoissa määritellyssä laajuudessa. Mikäli laajuutta ei ole määritelty tarkasti suunnitelma-asiakirjoissa, vanha rakenne on purettava niin, että tulevat rakenteet voidaan rakentaa suunnitelluille paikoille (InfraRYL 2019.)

#### 4.3.1.2. Arinarakenne ja asennusalusta

Mikäli vanhan rumpuputken arina on suora ja oikeassa korossa, uusi putki voidaan asentaa vanhalle arinalle. Tarvittaessa arinan päälle tehdään tasauskerros KaM 0/32 -murskeesta. Kaivanto täytetään InfraRYL kohdan 14350 mukaan.

Mikäli vanha arinarakenne joudutaan purkamaan, uusi arina tehdään KaM 0/32 -murskeesta. Arinan paksuus on InfraRYL kohdan 13311.3.2 mukaan vähintään 300 mm.

InfraRYL määrittelee, milloin tierakentamisessa käytetään suodatinkangasta kiviainesarinan ja pohjamaan välissä. Tällaisia tilanteita on mm. silloin, kun märillä tai pehmeillä alustoilla kiviainesarinan materiaalissa 2 millimetrin seulan läpäiseviä rakeita on 25 – 50 %, huonosti kantavilla routivilla alustoilla 15 – 25 %, tai muilla alustoilla alle 15% (InfraRYL 2019.)

#### 4.3.1.3. Rummun asentaminen

InfraRYL kohdassa 14350.4 on määritelty maantierummun asennustason ja sijainnin sallitut poikkeamat tie ja ratarakenteessa. Tämän työmaan suunnitelma-asiakirjoissa on annettu rummuille suuntaa antavat sijainnit ja korot. Lopulliset rumpujen sijainnit määritellään työn aikana rummun asentamisen yhteydessä.

Parhalahden tuulivoimapuiston maanrakennusurakan suunnitelma-asiakirjoissa rummun rakennetyypiksi on määritelty InfraRYL kuvan 14350.K3 mukainen rakennetyyppi C2, mikä tarkoittaa että, rummun alkutäyttö tehdään routimattomalla materiaalilla. Lisäksi suunnitelma-asiakirjoissa ohjeistetaan tekemään siirtymäkiila, mikäli pohjamaa on erittäin routivaa.

#### 4.3.1.4. Alku- ja lopputäyttö

Tällä työmaalla alkutäyttö tehdään KaM #0/32 materiaalista. Materiaalin ei saa olla liian märkää, jotta tiivistystyö voidaan tehdä. ”Alkutäytön materiaali ei saa sisältää lunta, jäätä eikä jäätyntä maa- tai kiviainesta” (InfraRYL 2019).

*”Tierakenteissa rummun alkutäyttönä käytetään luvun 14350 mukaisissa rakennetyypeissä C1, C2 ja C5 helposti tiivistyvää jakavaan kerrokseen kelpaavaa kiviainesta (luku 21210), jonka rakeisuus täyttää myös taulukon 18320:T1 vaatimukset. Rakennetyypeissä C3 ja C4 käytetään pohjamaata. Vaihtoehtoisesti alkutäyttönä käytetään rakennetyypeissä C2, C3 ja C4 routivuudeltaan pohjamaata vastaavaa helposti tiivistettävää materiaalia.” (InfraRYL 2019.)*

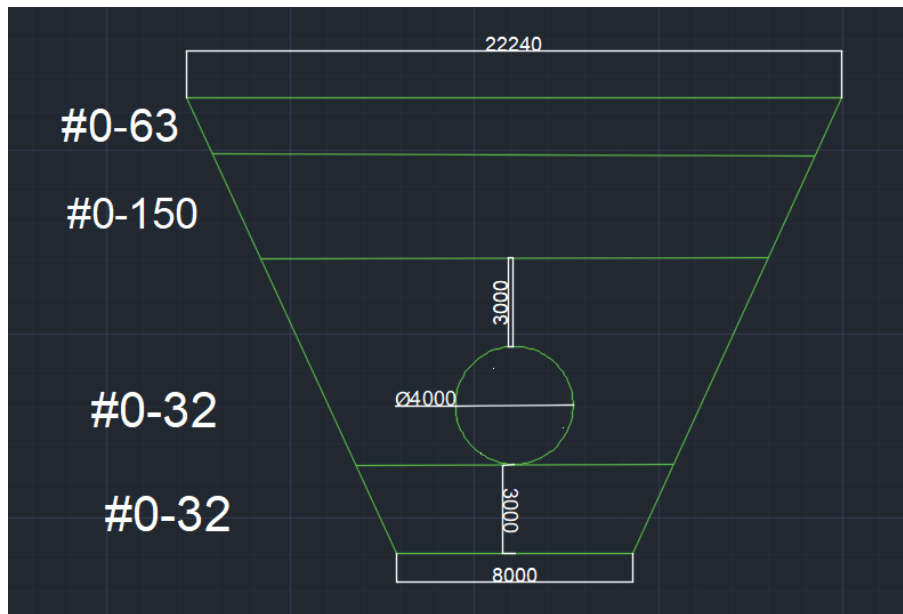
Kohteessa rumpujen lopputäyttö tehdään työmaan suunnitelma-asiakirjojen mukaisilla päällysrakennekerroksilla ja -materiaaleilla. Jakava kerros tehdään kiviaineksella KaM #0/63...300 ja yhdistetty kantava ja kulutuskerros KaM #0/16:lla.

Kaivantoa täytettäessä rakenteen tiivistystyöt sekä työnaikainen tiiveydentarkkailu tehdään InfraRyl liite 2 – ohjeen mukaisesti. Valmiin rakenteen kantavuus tulee olla suunnitelma-asiakirjojen mukainen ja se todennetaan kantavuusmitauksilla.

#### 4.3.2 Rummun uusimisen menekit ja kustannukset

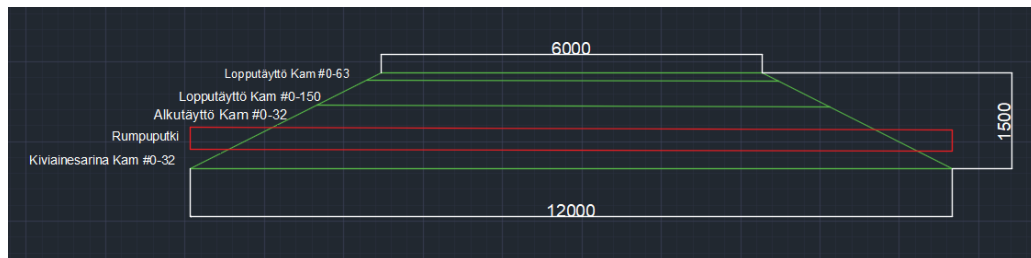
Menekkien laskemisessa on käytetty alla olevien poikkileikkauskuvien (kuva 3 ja 4) mukaisia mittoja. Leikkausmassojen laskennassa vanhan tienrungon leveytenä on käytetty kuutta metriä, tien pinnasta viisi metriä ja kaivannon pohjalta seitsemän metriä. Täytoiässä tien pinnan leveytenä on käytetty 6 metriä, rumpu-putken pituutena 12 metriä ja alkutäyttö tehtynä 11 metriä leveänä. Laskennassa ei ole otettu huomioon mahdollisia siirtymäkiiloja.





Kuva 3. Rumpukaivannon teoreettinen poikkileikkaus

Laskelmissa tierakenteen (kuva 4) pinnan leveytenä on käytetty 6 metriä, rumpuputken pituutena 12 metriä ja alkutäyttö tehtynä 11 metriä leveänä.



Kuva 4. Tien poikkileikkaus rummun kohdalta

Opinnäytetyön liitteessä 1 on taulukoituna rumpuputken vaihtamisen laskennalliset materiaalimenekit ja kustannukset. Laskennassa on käytetty Parhalahden tuulipuiston maanrakennusurakassa annettuja yksikköhintoja. Yksikköhintaluettelossa annettujen materiaalien hintaan sisältyvät työt, eli rumpuputket asennettuna ja kiviainekset toimitettuna, vastaanotettuna ja tiivistettynä.

Laskelmissa ei huomioitu mahdollisuutta käyttää kaivuumassoja kaivannon täyttömateriaalina. Mikäli kaivuumassoja voidaan hyödyntää kaivannon täytöissä, saadaan säästöjä täyttömateriaalien osalta.

#### 4.4 Kustannusten vertailu

Tätä opinnäytetyötä varten tehtyjen laskelmien mukaan tässä kohteessa rumpuputken jatkaminen on huomattavasti edullisempaa verrattuna koko rummun uusimiseen.

Jatkettaessa rumpuputkea kahdella metrillä molempiin suuntiin, laskelman mukaan jatkamisen hinnaksi tulee noin 450 euroa ALV 0%. Rummun kokonaan uusiminen sen sijaan maksaa noin 1600 euroa ALV 0%.

Näiden laskelmien perusteella Parhalahden tuulivoimapuiston tulotiellä kaikkien rumpujen vaihtaminen olisi tullut tilaajalle maksamaan 21 058,83 euroa ALV 0% ja mikäli kaikki rummut voidaan kunnostaa pelkästään rumpuputkia jatkamalla, hinta olisi 5 809,44 euroa ALV 0%. Säästö rumpujen vaihtamisen ja jatkamisen välillä on siis 15 249,39 euroa.

## 5 POHDINTA

Opinnäytetyötä aloittaessa ajatukseni oli tarkastella rumpuputkiin tehtäviä toimenpiteitä ainoastaan kustannusten osalta. Hyvin pian tulin siihen tulokseen, ettei pelkkä kustannusten tarkastelu ole tässä järkevää, koska toimenpiteiden kustannukset ovat loppujen lopuksi pieni osa tien parantamisen kustannuksia.

Tien parantamisen suunnittelussa kustannuksia tärkeämpää on tarkistaa käytössä olevan kuivatusjärjestelmän kunto ja suunnitella tarvittavat toimenpiteen sen perusteella. Samoin rumpujen osalta tärkeää on tarkistaa rummut ja niiden toimivuus, ja sen jälkeen tehdä suunnitelmat jokaisesta rummusta tapauskohtaisesti.

Tämän työn tekemisen alkuvaiheessa ajatukseni oli, että työssäni tehtäviä kustannuslaskelmia voisi hyödyntää myös myöhemmissä työmaakohteissa osoittamaan rummuille tehtävien toimenpiteiden järkevyys kustannussäästöjen kautta. Työn tekeminen opetti minulle, että rumpuja ei ole järkevä vaihtaa uusiin ilman vanhojen rumpujen tarkistamista. Tarkistamalla rummut, ja uusimalla ainoastaan huonokuntoiset tai muuten kunnostusta vaativat rummut, voidaan saada pieniä säästöjä aikaan. Kuitenkin on muistettava, että tärkeämpää on saada kohteeseen toimiva kuivatusjärjestelmä, kuin saada työ tehtyä edullisesti.

Kun rumpujen toimenpiteitä tutkitaan pelkästään kustannusten näkökulmasta, muuttujia on paljon työmaiden välillä ja jopa työmaan sisällä rumpujen välillä. Kustannuksissa esimerkiksi massamääriin vaikuttavia tekijöitä on tiepenkereen materiaalit, pohjamaan laatu ja rumpuputken taso rakenteessa. Mikäli kaivumassoja voidaan käyttää täyttövaiheessa, tai rumpuputken taso on luontaisesti korkealla, kustannukset ovat edullisemmat kuin jos rumpuputken päällä on pakusti kerroksia ja kerrosmateriaalit ovat epäkelvöllisiä kaivannon täyttömateriaaliksi.

## LÄHTEET

InfraRYL 2019. 10000 Maa- pohja- ja kalliorakenteet. Rakennustieto.

Liikennevirasto 2013. Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu. Liikenneviraston ohjeita 5/2013. Viitattu 18.3.2020 [https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo\\_2013-05\\_teiden\\_ja\\_ratojen\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2013-05_teiden_ja_ratojen_web.pdf).

Pentti Hämeenaho Oy 2020. Viitattu 18.3.2020 <https://www.penttihaamenaho.fi/>.

Suomen Tuulivoimayhdistys 2020. Tietoa tuulivoimasta. Viitattu 18.3.2020 <https://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta/tietoa-tuulivoimasta/tuulivoima-suomessa-ja-maailmalla>.

Tiehallinto 2005. Rakenteen parantamisen suunnittelu. Viitattu 18.3.2020 <https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100035-v-05rakentparantsuun.pdf>.

Tiehallinto 2004. Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset, Kuivatusrakenteet ja putkistot. Viitattu 18.3.2020 <https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2200028-v-04kuivjaputkitus.pdf>.

Väylävirasto 2020. Tieverkko. Viitattu 18.3.2020 <https://vayla.fi/tieverkko#.Xkv9LCPksdU>.

## LIITTEET

Liite 1 Rumpujen parantamistoimenpiteiden kustannusvertailu

Liite 1 Rumpujen parantamistoimenpiteiden kustannusvertailu

Vaihdetavan rumpuputken kustannukset

Littera	Materiaali	Määrä	Yksikkö	Yksikköhinta €	Hinta yht.
1121	Poistettavat betoniputkirummut	1	Kpl	200,00	200,00
14343	Muoviputkirummut M400	12	Metriä	80,00	960,00
1331	Kam # 0-32 kiviainesarina	3,7	M <sup>3</sup> rtr	16,50	60,39
1832	Kam # 0-32 alkutäyttö	8,7	M <sup>3</sup> rtr	16,50	142,76
1835	Kam # 0-150 Lopputäyttö	8,3	M <sup>3</sup> rtr	15,40	127,05
1835	Kam #0-63 Lopputäyttö	4,1	M <sup>3</sup> rtr	15,60	63,96
1622	Maaleikkaus	13,9	M <sup>3</sup> ktr	3,60	50,15
2122	Suodatinkangas N3	10,4	M <sup>2</sup> tr	1,50	15,60
	<b>YHT.</b>				<b>1619,91</b>

Rumpuputken jatkamisen kustannukset

Littera	Materiaali	Määrä	Yksikkö	Yksikköhinta €	Hinta yht.
14343	Muoviputkirummut 300/345	4	Metriä	80,00	320,00
1331	Kam # 0-32 kiviainesarina	1,2	M <sup>3</sup> rtr	16,50	19,80
1832	Kam # 0-32 alkutäyttö	2,9	M <sup>3</sup> rtr	16,50	47,16
1835	Kam # 0-150 Lopputäyttö	2,3	M <sup>3</sup> rtr	15,40	34,65
1835	Kam #0-63 Lopputäyttö	0,8	M <sup>3</sup> rtr	15,60	12,79
1622	Maaleikkaus	1,8	M <sup>3</sup> ktr	3,60	6,48
2122	Suodatinkangas N3	4	M <sup>2</sup> tr	1,50	6,00
	<b>YHT.</b>				<b>446,88</b>