

Joni Rosenberg

FINNFOAM INFRA -LEVYLLÄ KEVENNETTY TIERAKENNE

rakennustekniikan koulutusohjelma
2015

FINNFOAM INFRA -LEVYLLÄ KEVENNETTY TIERAKENNE

Rosenberg, Joni
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Kesäkuu 2015
Ohjaaja: Sandberg, Rauno
Sivumäärä: 21
Liitteitä:8

Asiasanat: Routa, painuma, infrastruktuuri

Tämä opinnäytetyö tehtiin Finnfoam Oy:lle. Opinnäytetyön koekohteeksi valikoitui Porin kaupungin Aittaluodon kaupunginosassa sijaitseva kevyen liikenteen väylä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia Finnfoam INFRA-levyllä kevennetyn tierakenteen etuja perinteisesti toteutettuun tierakenteeseen nähden.

Opinnäytetyössä käsitellään tierakenteen keventämistä Finnfoam INFRA-levyllä sekä vertaillaan levyllä toteutettua tierakennetta perinteisillä rakennekerroksilla toteutettuun kevyen liikenteen väylään.

Finnfoam INFRA-levystä pyrittiin löytämään keskeisimmät ongelmat, jotta ne voitaisiin korjata.

Opinnäytetyöhön otettiin painuma mittauksia viidestä eri kohtaa kolmena eri ajankohdана. Näillä pyrittiin todistamaan painumien vähentyminen kevennetyn tierakenteen johdosta.

Opinnäytetyö tulee palvelemaan Finnfoam Oy:tä Finnfoam INFRA-levyn tuotekehityksessä sekä markkinoinnissa.

Lightened road structure with Finnfoam INFRA

Rosenberg, Joni

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in construction engineering

June 2015

Supervisor: Sandberg, Rauno

Number of pages: 21

Appendices: 8

Keywords: Deflection, ground frost, infrastructure

This thesis was commissioned by Finnfoam Oy. Test site of thesis was selected pedestrian way located in the city of Pori, city sector of Aittaluoto. The purpose of this thesis was to examine the road structure lightened with Finnfoam INFRA compared to traditional road structure.

The thesis deals with the lightening of the road structure with Finnfoam INFRA-panel as well as comparison of road structure lightened with Finnfoam INFRA-panel against traditional road structure.

One of main purposes of this thesis was to find the main problems of Finnfoam INFRA-panel in order to fix them.

Deflection measurements were taken from five different points at three different times. With these measurements we tried to prove reduction of deflections.

The thesis will serve Finnfoam Oy with Finnfoam INFRA-panels product development and marketing.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Tausta ja tavoite	5
1.2	Opinnäytetyön rakenne	6
2	LÄHTÖTIEDOT	6
2.1	Odemarkin kaava	6
2.2	Kantavuuslaskelmat	7
2.4	Finnfoam INFRA -levy.....	9
2.4.1	Rakenteelliset ongelmat.....	9
2.5	Pohjarakenne.....	10
2.6	Perinteisesti toteutettu poikkileikkaus	10
3	RAKENTAMINEN.....	11
3.1	Rakentamisvaiheen lähtökohdat	11
3.2	Rakentaminen	11
4	TALOUDELLISUUS.....	13
4.1	Massanvaihto	13
4.2	Työn määrä	13
4.3	Huoltokustannukset.....	13
4.4	Kustannusvertailu	14
5	MITTAUKSET	14
5.1	Levykuormituskoe	14
5.2	Routanousut	15
5.3	Painumat	15
6	KEHITYSIDEAT.....	17
6.1	Ponttaus.....	17
6.2	Määrämittaisuus	18
6.3	Kimmoduuli	18
6.4	Muut potentiaaliset käyttökohteet.....	18
7	YHTEENVETO	19
	LÄHTEET	21
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

1.1 Tausta ja tavoite

Opinnäytetyön tilaajana toimii Finnfoam Oy. Finnfoam Oy on suomalainen perheyri-
tys ja muovieristeisiin erikoistunut materiaalivalmistaja. Yrityksen päätuote on suula-
kepuristettu polystyreeni eli XPS. Finnfoam Oy on perustettu vuonna 1982. Koko kon-
sernin henkilöstön määrä oli vuonna 2013 yhteensä 109 henkilöä ja liikevaihto jopa
50,5 miljoonaa euroa.

Finnfoam lämpöeriste kykenee säilyttämään eristyskykynsä erittäin hyvin vaativissa-
kin olosuhteissa. Finnfoamissa on suljettu ja yhtenäinen solurakenne, joka takaa hyvän
tiiviyden ja eristyskyvyn.

[\(http://www.finnfoam.fi/\)](http://www.finnfoam.fi/)

Finnfoam INFRA -levy on pohjarakenteisiin tarkoitettu levy, jonka Finnfoamista val-
mistetun ytimen molemmat pinnat on vahvistettu lasikuituverkolla ja laastipinnoitettu.

Tarkoituksena oli tutkia Finnfoam INFRA -levyn etuja perinteisillä rakennekerroksilla
rakennettuun kevyen liikenteen väylään nähden. Etuja pyrittiin löytämään huomatta-
vasti pienemmästä massanvaihtotarpeesta sekä kevennetyn tierakenteen eduista painu-
mien suhteen, unohtamatta myöskään Finnfoam INFRA- levyn roudaneristyskyä.

Koekohteeksi etsittiin savipitoisella maalla oleva kevyen liikenteen väylä, jotta keven-
netty tierakenteen kokonaisvahvuus eroaisi merkittävästi perinteisellä tavalla rakenne-
tusta tierakenteesta. Tällä pyrittiin supistamaan massavaihtoa huomattavasti, sekä
poistamaan mahdolliset painumat tienpinnassa.

Kyseisen projektin taloudelliset edut eivät välttämättä tule esiin heti investointivaiheessa. Sen sijaan ne näkyvät pienentyneinä huoltokustannuksina, minkä vuoksi seuranta tulee jatkaa opinnäytetyön valmistumisen jälkeenkin.

Opinnäytetyö tehtiin Porin Aittaluodon kaupunginosaan. Helmentien kevyen liikenteen väylästä osa on rakennettu perinteisillä rakennekerroksilla, ja sen toiseen päähän on käytetty opinnäytetyön mukaisia rakennekerroksia. Perinteisesti tien rakennekerrokset on rakennettu pelkästään erinäisiä kiviaineksia käyttämällä. Koekohteessa pyrimme korvaamaan jakavankerroksen kokonaisuudessaan laastipinnoitetulla Finnfoam INFRA -levyllä.

1.2 Opinnäytetyön rakenne

Opinnäytetyön alussa keskitytään lähtötietoihin sekä levyn kantavuuden mitoittamiseen. Keskivaiheilla tutkitaan rakentamista ja sen mahdollisia ongelmia, minkä jälkeen mietitään levyn taloudellisuutta vertaillen sitä samalla perinteiseen poikkileikkaukseen. Lopuksi ongelmat analysoidaan ja päädytään kehitysehdotuksiin.

2 LÄHTÖTIEDOT

2.1 Odemarkin kaava

Odemarkin kaavalla lasketaan tierakenteen kantavuudet kerroksittain alhaalta ylöspäin.

$$E_p = \frac{E_a}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{h}{a}\right)^2}}\right) \frac{E_a}{E} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{h}{a}\right)^2} \left(\frac{E}{E_a}\right)^{\frac{2}{3}}}}$$

Odemarkin kaava jossa:

E_a = Mitoitettavan kerroksen alta saavutettava kantavuus (MPa)

E = Mitoitettavan kerroksen materiaalin E-moduuli (MPa)

h = Mitoitettavan kerroksen paksuus (m)

a = Levykuormituslaitteen levyn säde (0,15m)

2.2 Kantavuuslaskelmat

Työssä tehtiin kantavuuslaskelmat käyttäen normaalin Finnfoam-levyn lujuuksia, koska Finnfoam INFRA -levystä niitä ei ollut vielä saatavilla. Mitoituksessa käytettiin Odemarkin kaavaa. Luotettavia kantavuuslaskelmia ei pystytty kuitenkaan tekemään puuttuvan kimmomoduulin vuoksi. Kimmomoduuliksi oletettiin sama kuin Finnfoam-levyllä. Normien tavoitekantavuus erilliselle kevyen liikenteen väylälle on 100MPa. Kantavuuslaskelmissa on otettu huomioon myös massanvaihdsta aiheutuva pengermateriaali.

Pengermateriaali

$$32.1 = \frac{10}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{0.2}{0.15}\right)^2}}\right) \frac{10}{200} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{0.2}{0.15}\right)^2} \left(\frac{200}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}}$$

Finnfoam-INFRA -levy (Jakavakerros)

$$31.7 = \frac{32.1}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{0.094}{0.15}\right)^2}}\right) \frac{32.1}{30} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{0.094}{0.15}\right)^2} \left(\frac{30}{32.1}\right)^{\frac{2}{3}}}}$$

Kantavakerros

$$67.7 = \frac{31.7}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{0.2}{0.15}\right)^2}}\right) \frac{31.7}{200} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{0.2}{0.15}\right)^2} \left(\frac{200}{31.7}\right)^{\frac{2}{3}}}}$$

2.4 Finnfoam INFRA -levy

Finnfoam INFRA -levyn ydin on suulakepuristettua polystyreeniä, eli Finnfoamia. Finnfoam INFRA -levyssä on Finnfoam-ytimen molempiin pintoihin lisätty lasikuituverkolla vahvistettu laastipinta, joka lisää huomattavasti levyn jäykkyyttä. Levyn kantavuuksia ei ole erikseen testattu, joten laskelmissa käytettiin Finnfoam-levyn pitkäaikaista kuormituskestävyyttä sekä kimmomoduulia.

Levyn koko on 600mm * 2600mm.

Finnfoam-levyn pitkäaikainen puristuslujuus on 225kPa ja kimmomoduuli on 30MPa.

Levyn työstäminen onnistuu samalla tavalla, kuin Finnfoamilla. Erona on ainoastaan se, että leikkaamiseen käytettävät terät saattavat kulua laastin vuoksi hieman nopeammin.

2.4.1 Rakenteelliset ongelmat

Rakentaessa kokeiltiin asentaa levyt tien suhteen sekä poikittain että pitkittäin. Levyt olivat pitkittäiseltä sivuiltaan pontattuja. Päädyissä ponttien puuttuminen koettiin ongelmaksi. Ponttien puuttuminen aiheutti epäjatkuvuuskohdan, joten levyrakenne ei ollut täysin homogeeninen. Tästä johtuen kuormien siirtyminen levyjen välillä ei ollut ideaalista.

Toisena ongelmana mainittakoon se, että kevyen liikenteen väylän leveys oli 3000mm, kun taas levyn leveys oli 2600mm, minkä vuoksi yksi levy jouduttiin asentamaan pitkittäissuuntaan poikittaissuuntaan asennettujen levyjen rinnalle. Tämä ongelma voidaan korjata joko ponttaamalla molemmat levyn päät tai tekemällä levyistä aina tien levyisiä.

2.5 Pohjarakenne

Alueella ei ole tehty kattavaa pohjatutkimusta, joten laskennassa oletettiin pohjarakenteen olevan epäedullisin mitoituksen kannalta, eli pehmeää savea. Pehmeän saven E-Moduuli on 10MPa.

2.6 Perinteisesti toteutettu poikkileikkaus

Perinteisesti toteutetussa poikkileikkauksessa käytetään pelkästään kiviainesta. Rakenteen poikkileikkaus on kuvattu liite x:ssä. Rakennekerrokset alhaalta ylöspäin ovat pohjamaa, suodatinkangas, jakavakerros (320mm), kantavakerros (150mm) sekä kulutuskerros (30mm). Yhteensä sen poikkileikkaus on 500mm.

Perinteisesti toteutettu pohjaleikkaus ei myöskään täytä laskennallisesti normien vaatimuksia vaan päättyy lähes samaan tulokseen kuin Finnfoam INFRA -levyllä toteutettu rakenne.

Jakavakerros

$$46,4 = \frac{10}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{0,32}{0,15}\right)^2}}\right) \frac{10}{200} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{0,32}{0,15}\right)^2} \left(\frac{200}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}}$$

Kantavakerros

$$82,3 = \frac{46,4}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{0,15}{0,15}\right)^2}}\right) \frac{46,4}{280} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{0,15}{0,15}\right)^2} \left(\frac{280}{46,4}\right)^{\frac{2}{3}}}}$$

3 RAKENTAMINEN

3.1 Rakentamisvaiheen lähtökohdat

Kyseinen kevyenliikenteen väylä rakennettiin erittäin huonosti kantavalle pohjalle. Pohjamaassa oli poikkeuksellisen paksu humuskerros, jonka alla oli pehmeä savi.



Kuva 1. Kohde ennen rakennustyön alkamista

3.2 Rakentaminen

Humuskerroksen poistamisen jälkeen sen alta löytyi savimaa. Tämän jälkeen rakennettiin tiepenger, että pohjaa saataisiin nostettua halutulle tasolle. Penger materiaalin rakennusvaiheen jälkeen tasoitettiin asennushiekka, jonka päälle Finnfoam INFRA -levyt asennettiin. Tässä rakentamisen vaiheessa todettiin levyn ongelmat tien kaartaessa. Yhtenäinen laattarakenne rikkoutui tien kaaroksissa. Tämä ongelma saataisiin ratkaistua työstämällä levyä kaarretta mukailevaksi.

Levyä pystytään työstämään työmaaolosuhteissa kohtalaisen helposti, joten pienellä lisätyöllä pystytään yhtenäisen laattarakenteen säilyttämään. Yhtenäisen laattarakenteen säilyttäminen on erittäin tärkeää levyn toimimisen kannalta. Lopuksi levyn päälle levitettiin kantavakerros, joka tiivistettiin jyräämällä.

Levyjen rinnalle asennettiin kaksi normaalia 50mm paksua Finnfoam-levyä routaeristyksen varmistamiseksi.

Rakennusvaiheessa kokeiltiin asentaa levyt ensin pitkittäin ja noin puolessavälissä koekohdetta asennussuuntaa vaihdettiin poikittaiseksi. Tämä tehtiin kokeilumielessä, koska asennusvaiheessa ei pystytty todentamaan, kumpi asennustapa tulisi olemaan parempi. Työn määrässä ei ollut juurikaan eroa asennussuunnan vaihtamisella.



Kuva 2. Pitkittäin asennettuja Finnfoam INFRA -levyjä

4 TALOUDELLISUUS

4.1 Massanvaihto

Kyseisessä kohteessa ei saatu taloudellista etua pienemmästä massanvaihdosta, koska humuskerros oli oletettua suurempi. Tämän vuoksi kohteeseen jouduttiin tekemään massanvaihto humuskerroksen poistamiseksi. Tilalle ajettiin jo puretusta tienpohjasta otettua mursketta. Tähän vaihtoehtoon päädyttiin, koska sitä oli nopeasti saatavilla, eikä sillä pitänyt olla rakenteen toimivuuden kannalta merkittävää vaikutusta.

Murske, jota saven päälle ajettiin, oli sekoitus kaikista rakennekerroksista.

4.2 Työn määrä

Työn määrä kasvaa levyä asennettaessa. Levyt joudutaan asentamaan käsityönä, mikä hidastaa työn etenemistä. Levyjen asentamisen lisäksi on huomioitava myös tien kaaroksissa olevat levyjen työstöt.

Perinteisessä rakenteessa suurin osa työstä tehdään kaivinkoneella ja kuorma-autoilla. Kohteen sijainti vaikuttaa erittäin paljon näiden kustannuksiin, kun taas levyllä toteutettava rakenne on lähes aina kustannuksiltaan sama.

4.3 Huoltokustannukset

Huoltokustannukset todennäköisesti tulevat tippumaan Finnfoam INFRA -levyn roustaeristyksen ansiosta, koska oletamme, ettei tienpintaan tule routarikkoa, joita perinteisillä rakennekerroksilla saattaa aiheutua. Tätä ei ensimmäisen vuoden jälkeen pystytä sanomaan varmaksi, mutta ottaen huomioon, ettei tienpintaan tullut roudan aiheuttamia muutoksia, voimme olettaa, ettei niitä esiinny tulevaisuudessakaan.

Tämän opinnäytetyön valmistumiseen mennessä kevyen liikenteen väylä ei ole aiheuttanut huoltokustannuksia. Kohdetta tullaan seuraamaan myös opinnäytetyön jälkeen tulosten varmentamiseksi.

4.4 Kustannusvertailu

Koekohteessa Finnfoam INFRA -levyn käyttäminen tuli huomattavasti kalliimmaksi, kuin perinteisellä tavalla tehdyt rakennekerrokset. Tämä johtui suurimmaksi osaksi siitä, että levyn etuja massanvaihdon suhteen ei saatu paksun humuskerroksen vuoksi.

Tarkkoja tietoja ei kustannuksista ole saatavilla, mutta levyn käytön oletetaan olleen noin 25 – 30 % kalliimpaa tässä kohteessa. Lisäkustannukset tulevat levyn hinnasta sekä työn määrän kasvamisesta.

Mikäli massanvaihdon aiheuttamat lisäkustannukset jätettäisiin pois, pääsisimme kustannuksien osalta lähes samaan kuin perinteisillä poikkileikkauksilla.

5 MITTAUKSET

5.1 Levykuormituskoe

Levykuormituskoe tehdään asettamalla jäykkä, pyöreä levy maan pinnalle ja sitä kuormitetaan portaittain kasvavalla voimalla. Mittareista luetaan siirtymä ja keskimääräinen pohjapaine. Tämän jälkeen koe toistetaan ja tulosten erotuksesta saadaan rakenteen tiiveys.

Levykuormituskoe suoritetaan ennen tien päällystämistä kantavan kerroksen päältä. Kokeen tulokset olivat tässä tapauksessa huolestuttavat. Ne eivät läheskään täyttäneet normien vaatimuksia pitkittäin ladottujen levyjen kohdalta. Normien mukainen tavoitekantavuus on 100MPa, kun pitkittäin ladotun kantavuus oli vain 50MPa. Poikittain

ladottujen levyn kohdalta päästiin huomattavasti lähemmäs tavoitekantavuutta, sen kantavuus oli 80MPa. Tämä johtuneee siitä, että pitkittäin ladotuissa levyissä ei ollut päädyissä ponttia, joten yhtenäinen levyrakenne katkesi aina levyn päätyttyä. Poikittain ladotuissa taas yhtenäinen levyrakenne jatkui koekohteen alusta loppuun.

Täytyy myös todeta, että levykuormituskokeen tulokset ovat paremmat kuin teoriassa niiden olisi pitänyt olla.

(<http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100029-v-04tierakenteensuunn.pdf>, sivu 58)

Levykuormituskokeen tuloksista voimme päätellä myös, että pitkittäin ladottaessa levyllä on huomattavasti heikompi kantavuus kuin poikittain ladottaessa.

5.2 Routanousut

Pinnan koron vaihtelut olivat minimaaliset. Routanousua ei tapahtunut lainkaan ja painumaakin ainoastaan 4 millimetriä. Routanousuja tarkisteltaessa pitää ottaa huomioon erittäin leuto talvi, joka saattaa vaikuttaa tutkimustuloksiin. Tulokset olivat siitä huolimatta erittäin lupaavia.

Roudan aiheuttamia vaurioita ei ole todistettavasti tullut lainkaan. Roudan vaikutuksia tulee silti seurata jatkossa, jotta voimme todentaa Finnfoam INFRA -levyn hyödyt roudan suhteen.

5.3 Painumat

Huomattavia painumia ei ensimmäisen talven jälkeen kohteeseen ole tullut. Painumat mitattiin kolme kertaa. Ensimmäisen mittauksen tulokset toimivat lähtötasona, johon jälkimmäisiä tuloksia verrattiin.

Liite 3 mukaisesti kohteessa ei merkittäviä painumia ollut. Keskimäärin painumaa oli 1-2mm ja pahimmillaan 4mm. Nämä painumat voidaan selittää kantavankerroksen tiivistymisellä talven aikana. Kohteessa oli 5 tarkistus pistettä, joista painumat mitattiin.

Lisäksi kohteessa on silmämääräisesti tarkasteltu suurempia painumia, joita ei kuitenkaan löytynyt.

6 KEHITYSIDEAT

6.1 Ponttaus

Levy oli vain pitkittäissivuilta pontattu. Koska levyt eivät olleet määrämittäisiä, jäi tierakenteen reunaan poikittaisladonnassa kaistale, joka ei ollut pontattujen reunojen avulla yhteydessä muuhun laattarakenteeseen. Tästä seuraa se, että kuormat eivät siirry levystä toiseen, ja kuormat eivät jakaudu tarpeeksi laajalle alueelle. Jos kuormat eivät jakaudu riittävän laajalle, saattaa siitä aiheutua tienpintaan painaumia. Jatkossa levyjen tulee olla ympäripontattuja. Muutoin irtonainen kaistale tulee suurella varmuudella aiheuttamaan ongelmia.



Kuva 3. Poikittaisladonnassa lisättiin yksi rivi myös pitkittäiseen suuntaan

6.2 Määrämittaisuus

Levyn rakenne toimii parhaiten, mikäli se on kokonaan poikittain ladottu. Levyt olisi parasta latoa joko yksi levy poikittain tai vaihtoehtoisesti kaksi levyä rinnan poikittain, jotta kuormien siirtyminen tapahtuisi mahdollisimman laajalle alueelle.

Määrämittaisten levyn käyttö myös vähentäisi työn määrää siinä mielessä, ettei silloin tarvitsisi latoa ylimääräistä riviä levyjä poikittain ladottujen levyjen rinnalle.

6.3 Kimmomoduuli

Kimmomoduulin testaus tuotteelle on erittäin tärkeää, että jatkossa pystytään laskemaan kantavuudet kyseisen levyn todellisilla arvoilla. Näissä laskuissa käytimme tavallisen Finnfoam-levyn kimmokertoimia, jotka ovat todennäköisesti huomattavasti alhaisemmat, kuin Finnfoam INFRA -levyn kimmokertoimet.

6.4 Muut potentiaaliset käyttökohteet

Finnfoam INFRA -levyllä on muitakin potentiaalisia käyttökohteita, joihin tuotetta voidaan markkinoida.

Levy soveltyy erittäin hyvin esimerkiksi jääkiekkokaukalojen rakentamiseen. Etuja tässä kohteessa tulee jo aiemmin todettujen lisäksi se, että routaeristyksellä saadaan jääkiekkokaukalon pintakerros jäätymään nopeammin, kuin ilman levyä. Tuotetta pystytään hyödyntämään myös muilla urheilualueilla ja -kentillä, joissa pinnan tasaisuus on merkittävässä roolissa.

Kevyen liikenteen väylät, joihin sijoitetaan kunnallistekniikkaa rakennekerrokseen, tulevat olemaan potentiaalisia käyttökohteita. Näissä tapauksissa levy yksinään riittää hoitamaan kunnallistekniikan routaeristyksen, eikä sitä tarvitse kaivaa routarajan alapuolelle jäätymisen estämiseksi. Tämän myötä päästään huomattavasti pienempiin massanvaihtoihin ja suuriin taloudellisiin hyötyihin.

Piha-alueet tulevat olemaan yksi käyttökohde levyille. Tällöin hyödytään rakennekerrosten kevennyksestä sillä, ettei painumia tule.

Finnfoam INFRA -levyn hyödyt saadaan myös esille hyvin kantavilla pohjamailla. Näissä kohteissa riittää pelkkä pintamaan kuorinta, jolloin levyrakenteella pystytään rakentamaan tarvittavan kantavuuden saavuttava, routaeristetty tierakenne.

7 YHTEENVETO

Levy toimi pohjarakenteena hyvin. Tämän todistaa se, että koekohteessa onnistuttiin välttämään routarikko. Levy oli myös helppo asentaa, ja huoltokustannukset tulevat todennäköisesti tippumaan.

Levyssä ilmeni ongelmina homogeenisen rakenteen rikkoutuminen ja kantavuuden oletettua heikommät lukemat. Levyssä ilmenneet ongelmat tullaan korjaamaan myöhemmissä erissä.

Kyseisessä kohteessa taloudelliset hyödyt jäivät investointivaiheessa pieniksi massanvaihdon tarpeen vuoksi. Todennäköisesti tässä vaiheessa tulleet suuremmat kustannukset saadaan kuitenkin korvattua pienemmillä huoltokustannuksilla tulevaisuudessa.

Pienentyneen massanvaihtotarpeen vuoksi Finnfoam INFRA -levyllä on selkeästi tulevaisuus ja potentiaalia varsinkin pääkaupunkiseudulla, jossa maakaatopaikoille on pitkä matka, ja kaatopaikkamaksut ovat kalliita. Levyllä tehdyn tierakenteen huomattavasti pienempi massanvaihtotarve tulee olemaan etu myös vähäisemmän kuorma-autoliikenteen vuoksi.

Levyn edut saadaan esille myös sellaisissa kohteissa, joissa pitää varoa kuorikerroksen puhkaisemista. Tämän tyylinen tilanne saattaa tulla esiin siinä tapauksessa, jos kuorikerroksen alla on esimerkiksi helposti häiriintyvää silttiä.

Erittäin potentiaalisia käyttökohteita Finnfoam INFRA -levylle tulevat olemaan kevyen liikenteen väylät, joihin sijoitetaan kunnallistekniikkaa rakenteen alle, kuten jääkiekkokaukalot sekä muut urheilualueet ja -kentät. Levyllä tulee olemaan käyttökohteita myös piha-alueilla.

Levy toimii tierakenteen kevennyksenä kaikissa kohteissa, mutta suurimmat edut levyn käytöstä saadaan, kun sitä käytetään kantavissa pohjaolosuhteissa. Tällöin pystytään välttämään suuret massanvaihdot ja työstä selvittää pelkästään pintamaan kuorrinnalla.

LÄHTEET

Teknisen Kaupan ja Palveluiden yhdistys ry. Laadunvarmistuksen menettelyt.
<http://www.rakennuskone.fi/laadunvarmistuksen-menettelyt/>

Tiehallinto. Tierakenteen suunnittelu. Edita Prima Oy. Helsinki 2004
<http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100029-v-04tierakenteensuunn.pdf>

Finnfoam oy.
<http://www.finnfoam.fi/>

1.1.1 Odemarkin kaava

$$E_p = \frac{E_a}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{h}{a}\right)^2}}\right) \frac{E_a}{E} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{h}{a}\right)^2} \left(\frac{E}{E_a}\right)^{\frac{2}{3}}}}$$

Odemarkin kaava jossa:

E_a = Mitoitettavan kerroksen alta saavutettava kantavuus (MPa)

E = Mitoitettavan kerroksen materiaalin E-Moduuli (MPa)

h =Mitoitettavan kerroksen paksuus (m)

a =Levykuormituslaitteen levyn säde (0,15m)

Massan vaihdosta johtuva rakennekerros

$$32.1 = \frac{10}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{0.2}{0.15}\right)^2}}\right) \frac{10}{200} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{0.2}{0.15}\right)^2} \left(\frac{200}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}}$$

Finnfoam INFRA -levy

$$31.7 = \frac{32.1}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{0.094}{0.15}\right)^2}}\right) \frac{32.1}{30} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{0.094}{0.15}\right)^2} \left(\frac{30}{32.1}\right)^{\frac{2}{3}}}}$$

Kantava

$$67.7 = \frac{31.7}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{0.2}{0.15}\right)^2}}\right) \frac{31.7}{200} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{0.2}{0.15}\right)^2} \left(\frac{200}{31.7}\right)^{\frac{2}{3}}}}$$

1.1.1 Odemarkin kaava

$$E_p = \frac{E_a}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{h}{a}\right)^2}}\right) \frac{E_a}{E} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{h}{a}\right)^2} \left(\frac{E}{E_a}\right)^{\frac{2}{3}}}}$$

Odemarkin kaava jossa:

E_a = Mitoitettavan kerroksen alta saavutettava kantavuus (MPa)

E = Mitoitettavan kerroksen materiaalin E-Moduuli (MPa)

h =Mitoitettavan kerroksen paksuus (m)

a =Levykuormituslaitteen levyn säde (0,15m)

Jakavakerros

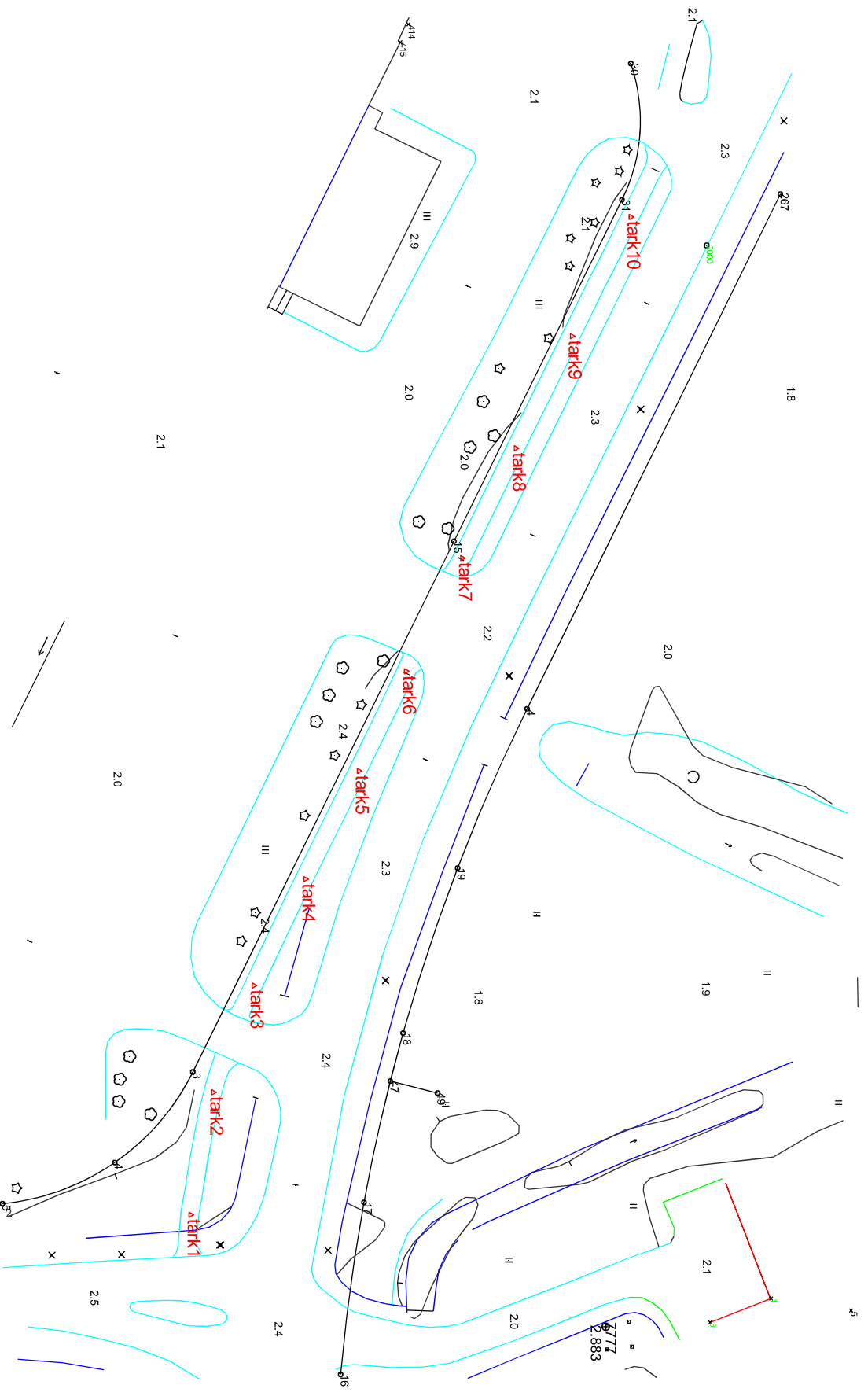
$$46,4 = \frac{10}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{0,32}{0,15}\right)^2}}\right) \frac{10}{200} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{0,32}{0,15}\right)^2} \left(\frac{200}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}}$$

Kantavakerros

$$82,3 = \frac{46,4}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{0,15}{0,15}\right)^2}}\right) \frac{46,4}{280} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{0,15}{0,15}\right)^2} \left(\frac{280}{46,4}\right)^{\frac{2}{3}}}}$$

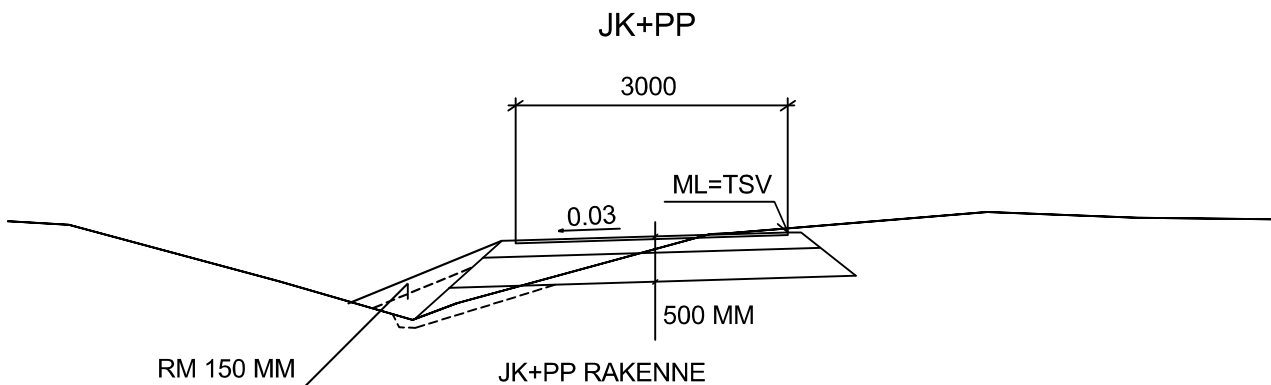
tunnus	X	Y	kork 4.12.2014	muutos	kork 3.3.2015	muutos	kork 11.5.2015
tark1	6819212.938	22490464.574	2,37216	-0,00421	2,36795	-0,00268	2,36527
tark2	6819216.751	22490443.976	2,29619	-0,00192	2,29427	-0,00229	2,29198
tark3	6819223.570	22490426.010	2,22244	-0,00182	2,22062	-0,00101	2,21961
tark4	6819232.254	22490408.124	2,10199	-0,00202	2,09997	-0,00088	2,09909
tark5	6819241.255	22490389.936	1,91947	-0,00174	1,91773	-0,00121	1,91652
tark6	6819249.184	22490373.168	1,96654	-0,00199	1,96455	-0,00141	1,96314
tark7	6819258.635	22490354.148	1,90425	-0,00122	1,90303	-0,00118	1,90185
tark8	6819267.664	22490335.677	1,82522	-0,00149	1,82373	-0,00017	1,82356
tark9	6819277.096	22490316.824	1,81490	-0,00102	1,81388	-0,001	1,81288
tark10	6819286.988	22490296.780	1,93438	-0,00263	1,93175	-0,00188	1,92987

	Helmentien kevyenliikenteenväylän jatkoseuranta
Levykuormituskoe	Vuonna 2016 roudan sulattua
Korkomittaukset	Seuraavat 5 vuotta lokakuussa sekä toukokuussa
Visuaalinen tarkastelu	Vuosittain keväällä roudan sulattua



POIKKILEIKKAUKSET 1:100

VÄLILLÄ KOIVULANTIE - KORJUUNTIE

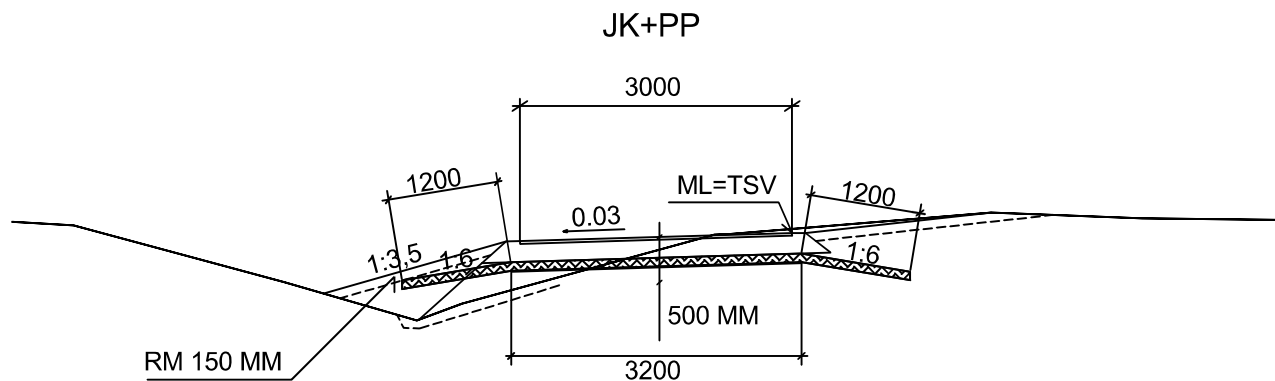


30 MM KULUTUSKERROS, AB11/80
150 MM KANTAVA KERROS, MURSKE
320 MM JAKAVA KERROS, MURSKESORA
SUODATINKANGAS, N3

500 MM YHT.

TARVITTAVAT PENGERTÄYTÖT, JAKAVAN KERROKSEN MATERIAALILLA

VÄLILLÄ HORNINKATU - KOIVULANTIE



30 MM KULUTUSKERROS, AB11/80
200 MM KANTAVA KERROS, MURSKE
94 MM JAKAVA KERROS, Finnfoam INFRA
10 MM ASENNUSHIEKKA
SUODATINKANGAS, N3

334 MM YHT.

REUNOILLE ROUTAERISTEESI NORMAALI
FINNFOAMLEVY 1,2 M LEVEYDELLE

TARVITTAVAT PENGERTÄYTÖT, JAKAVAN KERROKSEN MATERIAALILLA

**PORIN KAUPUNKI
MAATUTKIMUSLABORATORIO
LEVYKUORMITUSKOE**

levy1503.doc

Helmentie KLV

Mittaus 25.6.2015 kantavan Kam 0-16 mm kerroksen päältä
Tilaaaja Tommi Välimaa / TPK/RA/kt
Mittaus Juha Katajisto
Kuorma 6000.000 kg
Levyn säde 15.000 cm
Levyn kuormitus 0.832 MN/m²
Laskenta-arvo 18.729

VKO	Paalu	E1 MN/m²	E2 MN/m²	E2/E1
K	autoluojus	48	117	2,44
K	sähkökaappi	34	100	2,95
K	kaivo	33	64	1,94
K	400	84	189	2,25
K	450	55	135	2,45
K	500	62	141	2,27
K	550	40	79	1,97
K	600	31	78	2,52
K	650	37	92	2,49
Keskiarvot:		47,1	110,6	2,36

Pori 25.6.2015

Juha Katajisto

**PORIN KAUPUNKI
MAATUTKIMUSLABORATORIO
LEVYKUORMITUSKOE**

levy1444.doc

Helmentien KLV

Mittaus 27.10.2014 kantavan Kam 0-16 mm kerroksen päältä
Tilaaaja Tommi Välimaa / TPK/RA/kt
Mittaus Juha Katajisto
Kuorma 6000.000 kg
Levyn säde 15.000 cm
Levyn kuormitus 0.832 MN/m²
Laskenta-arvo 18.729

VKO	Paalu	E1 MN/m²	E2 MN/m²	E2/E1
K	18	39	46	1,18
K	50	35	50	1,44
K	110	31	51	1,66
K	160	46	75	1,64
K	204	50	82	1,64

Keskiarvot: 40,2 60,8 1,51

Pori 27.10.2014

Juha Katajisto