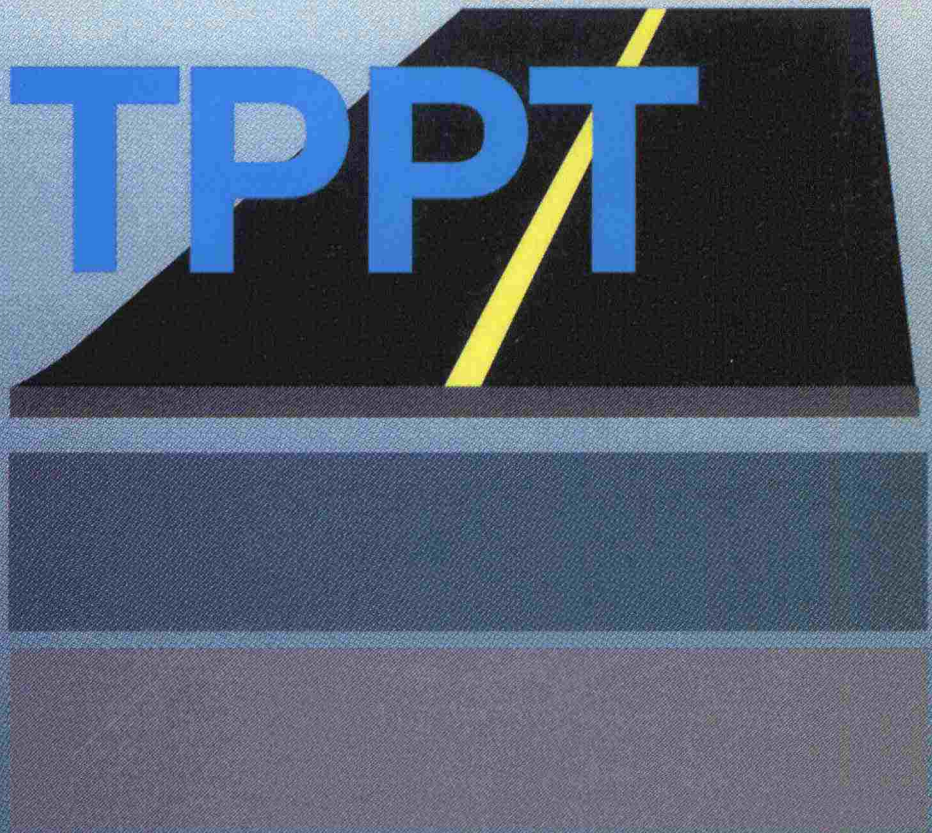




Tielaitos

Kestävän kehityksen tierakenteet - Ideakilpailu



**Tielaitoksen
selvityksiä
58/1995**

Helsinki 1995

Geokeskus

Tielaitoksen selvityksiä
58/1995

**Kestävän kehityksen tierakenteet -
Ideakilpailu**

**Tielaitos
Geokeskus**

Helsinki 1995

ISSN 0788-3722
ISBN 951-726-126-8
TIEL 3200333
Painatuskeskus Oy
Helsinki 1995

Julkaisun kustannus ja myynti:
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,
painotuotepalvelut
Telefax (90) 1487 2652

Joutsenmerkin arvoinen paperi

Tielaitos
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde (90) 148 721

Aiheluokka 32, 38, 41, 42, 50, 62
Asiasanat päällysrakenne, pohjarakennus, geotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tielaitos järjesti 18.1 - 31.3.1995 yleisen ideakilpailun tien pohja- ja päällysrakenneratkaisuista. Kilpailun avulla toivottiin saatavan uusia ehdotuksia, joita voidaan testata ja tarvittaessa edelleen kehittää käynnissä olevassa TPPT- tutkimusohjelmassa (1994 - 2000).

Palkintolautakunnan arvion mukaan kilpailu oli tasainen ja yllätyksetön. Kilpailuvastauksia saatiin määrällisesti riittävästi (128), mutta uusien, taloudellisesti kilpailukykyisten ideoitten keksiminen oli ilmeisen vaikeaa. Suosittuja ideointikohteita olivat hiekan ja soran käyttötarvetta tienpidossa vähentävät ratkaisut.

Kilpailun voittajaksi valittiin tekn. tri Pertti Niemisen ja dipl.ins. Seppo Salmenkaidan ehdotus "Pyöreät pallerot", jossa ideana on valmistaa moreenista ja sideaineesta tien rakentamiseen soveltuvia pellettejä. Voittanut ehdotus sai 20 000 markan palkinnon.

Toinen sija jaettiin kolmen ehdotuksen kesken, joista kukin sai 10 000 markan palkinnon. Dipl. ins. Ragnar Wikströmin ja tekn. iis. Markku Nivan ehdotuksessa "Keinolouhe" ideana oli saven, moreenin ja sementin sekoittaminen ja kovettuneen laatan rikkominen iskuvasaralla rakentamisessa käytettäväksi lohkeiksi. Dipl.ins. Jouko Törnqvistin ehdotuksessa "Latis-tuminen kuriin" oli ideana tien kallistusten ja muodon parempi säilyminen synteettisten lujitteiden ja pohjan muotoilun avulla. Saman tekijän toisessa palkitussa ehdotuksessa "Puunaulaus" ideana oli pehmeän saven tai turvesuon vahvistaminen siihen pystysuuntaan tiheästi naulattavien harvennusrankojen tai tarkoitukseen kasvatettujen "energiapajujen" avulla.

Palkittujen lisäksi kilpailussa lunastettiin 1000 markan pienpalkinnoin 23 muuta ehdotusta. Ehdotuksissa käsiteltiin mm. tien päällysteen alla olevien kerrosten tekemistä turpeesta ja muista heikkolaatuisista materiaaleista, puusta ja teollisuuden sivutuotteista sekä luonnonmateriaalien käytön vähentämistä teollisten tuotteiden avulla.

ALKUSANAT

Tähän julkaisuun on koottu kuvaukset tielaitoksen järjestämässä yleisessä ideakilpailussa "Kestävän kehityksen tierakenteet" palkittujen ja lunastettujen kilpailuehdotusten sisällöstä. Esitetty on myös palkintolautakunnan arviot kustakin ehdotuksesta. Ehdotusten mm. TPPT- tutkimusohjelmassa tapahtuva jatkokehittäminen tulee antamaan vastauksia ideoiden taloudellisuudesta ja teknisestä toimivuudesta.

Julkaisun tarkoituksena on helpottaa keksijöiden ja tierakentamisen kehittäjien mahdollisuuksia viedä esittämiään asioita eteenpäin. Julkaisun toivotaan myös antavan mahdollisimman monelle virikkeitä uusiin aihepiiriin kehittämisoivalluksiin. Kaikki saadut kilpailuvastaukset ovat tarvittaessa nähtävissä tielaitoksen geokeskuksessa.

Julkaisun ovat koonneet ja kirjoittaneet kilpailuvastausten ja palkintolautakunnan muistioiden perusteella sihteeri Raili Heikkinen ja tieinsinööri Tuomo Kallionpää.

Helsingissä elokuussa 1995

Tielaitos
Geokeskus

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	9
2	PALKINTOLAUTAKUNNAN ARVIOT KILPAILUEHDOTUKSISTA	10
2.1	Arvosteluperusteet	10
2.2	Yleisarvio kilpailuehdotuksista	10
2.3	Palkitut ehdotukset	11
2.4	Lunastetut ehdotukset	12
3	IDEOIDEN JATKOKEHITTELY	15
4	PALKITTUJEN JA LUNASTETTUJEN EHDOTUSTEN KUVAUKSET	16
4.1	Tyhjiö	16
4.2.	ORTL	19
4.3	KORA	23
4.4.	Ekoselli	25
4.5.	Holvausstabilointi	29
4.6.	Pehmo	31
4.7	Pyöreät pallerot	33
4.8	Osaton runoltaja, ideat 1 - 4	35
4.9	Pohjan tähti	40
4.10	Keinolouhe	43
4.11	Kivihilli	44
4.12	Routasydän	47
4.13	Liittorakenne	53
4.14	ROAD 4U2, a	55
4.15	Pendoline, Painumatasaus	57
4.16	Pendoline, Mesimatto	58
4.17	Teitä ajatellen	60
4.18	Frostbusters, Idea 2	63
4.19	Stapi	66
4.20	Turvetie	68
4.21	Prepak	70
4.22	Ilmastus	72
4.23	Tulevaisuuden tie	74
4.24	Latistuminen kuriin	76
4.25	Sydänstabilointi	78
4.26	Puunaulaus	80
4.27	Itä, Putkikevennys	82
	LIITE	85

1 JOHDANTO

Tielaitos käyttää vuosittain tien pohja- ja päällysrakenteiden tekemiseen ja ylläpitoon noin 1500 miljoonaa markkaa. Siksi aihepiiri muodostaa myös merkittävän osuuden tielaitoksen tutkimus- ja kehitystoiminnasta. Vuonna 1994 tielaitos käynnisti vuoteen 2000 asti kestävän tien pohja- ja päällysrakenteiden tutkimusohjelman eli TPPT:n, jonka kokonaiskustannusarvio on yli 50 miljoonaa markkaa. TPPT:n tavoitteena on tierakenteista aiheutuvien kustannusten pienentäminen 5 -10 % ja ympäristöhaittojen vähentäminen. Jos tavoitteet saavutetaan, vuosittaiset säästöt voivat nousta 100 miljoonaa markkaan, kun TPPT:n tulokset otetaan kokonaan käyttöön vuoden 2000 jälkeen.

TPPT saavuttaa osan tavoitteistaan tarkentamalla nykyisten rakennevaihtoehtojen mitoitusta ja parantamalla mahdollisuuksia korvata soramateriaalien käyttöä mm. teollisesti valmistettujen tuotteiden ja heikkolaatuisten maa-ainesten jalostamisen avulla. Tarvitaan kuitenkin myös uusia ideoita rakenne- ja materiaaliratkaisuista. Tutkimusohjelmassa on hyvät mahdollisuudet ideoiden testaamiseen ja kehittelemiseen. Tutkimusohjelmassa tutkittavia uusia rakenteita on mietitty ja kehitetty työryhmissä ja ideaseminaarissa. Lisäksi tielaitos päätti järjestää yleisen ideakilpailun uusien mahdollisuuksien kartoittamiseksi mahdollisimman hyvin.

Ideakilpailu "Kestävän kehityksen tierakenteet" järjestettiin 18.1.1995 - 31.3.1995 järjestäjien, palkintolautakunnan ja Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry:n kilpailulautakunnan hyväksymän kilpailuohjelman ja RIL:n kilpailusääntöjen (RIL 145-1981) mukaisena.

Tielaitoksen nimeäminä kilpailun palkintolautakuntaan kuuluivat tielaitoksen ylijohtaja Jarkko Saisto, tiejohtaja Juhani Salonen Vaasan tiepiiristä, laatu-päällikkö Jussi Rahiala Turun tiepiiristä, apulaisjohtaja Aarno Valkeisenmäki tielaitoksen geokeskuksesta sekä dipl.ins. Harri Mäkelä Innogeo Oy:stä ja RIL:n nimeäminä tekn. lis. Jukka Kleemola Terramare Oy:stä sekä tekn. toht. Matti Ollila Insinööritoimisto Oy Innostructurasta. Palkintolautakunnan puheenjohtajana toimi ylijohtaja Saisto ja sihteerinä dipl.ins. Harri Mäkelä. Harri Mäkelän avustajina teknisissä valmisteluissa ja kilpailuehdotusten alustavissa arvioinneissa toimivat dipl.ins. Kimmo Fischer SITO-yhtiöistä ja dipl. ins. Ari Turunen Viatek Tapiola Oy:stä. Kilpailun järjestelyihin osallistui lisäksi tieins. Tuomo Kallionpää geokeskuksesta.

Kilpailutehtävä on tarkemmin kuvattu tämän julkaisun liitteenä olevassa kilpailuohjelmassa.

2 PALKINTOLAUTAKUNNAN ARVIOT KILPAILUEHDOTUKSISTA

2.1 Arvosteluperusteet

Ideoiden arviointi ja arvostelu tehtiin vaikutus- ja käyttökelpoisuustarkastelun perusteella. Tärkeimmät arvosteluperusteet olivat:

- * taloudellinen merkittävyys
 - ehdotuksen käytön laajuus suhteessa koko tietuotantoon
 - elinkaarikustannusten aleneminen rakennuskustannuksiin suhteutettuna
- * kestävän kehityksen edistäminen
 - uusiutumattomien luonnonvarojen säästyminen
 - haitallisten ympäristövaikutusten pienentyminen
 - uusiokäyttömahdollisuus
 - välilliset vaikutukset
 - muut edistävät vaikutukset.

Lisäksi arvostelussa otettiin huomioon:

- * idean uutuus
- * käyttöönoton mahdollisuudet (tuotekehitystarpeet)
- * tekninen toimivuus (kuormitus- ja routakestävyiden sekä geoteknisen kantavuuden hallinta)
- * ympäristövaikutukset.

2.2 Yleisarvio kilpailuehdotuksista

Kilpailulautakunta piti kilpailua tasaisena ja yllätyksettömänä. Kilpailuehdotuksia saapui määrällisesti riittävästi (128), mutta uusien taloudellisesti tällä hetkellä kilpailukykyisten, merkittävien ideoiden löytäminen oli ilmeisen vaikeaa. Ideoita tarjottiin kattavasti päällysteen pinnasta pohjarakenteisiin asti. Suosittuja ideointikohteita olivat asfaltin runkomateriaalit ja fillerit, tien rakennekerrosmateriaalit, ylijäämämaiden hyödyntäminen stabiloimalla ja yleensä hiekan ja soran käyttötarvetta tienpidossa vähentävät ratkaisut.

Lukuisissa ehdotuksissa käsiteltiin yksittäisten kohtien korjaamista nykykäytännössä tai vaihtoehtoisten jäte- yms. materiaalien käyttöä hiekka- ja sora- materiaaleja korvaavana rakennusaineena. Palkintolautakunnan jäsenten käsityksen mukaan tierakenne ei ole kuitenkaan suotava eikä paraskaan paikka jätemateriaalien käyttökohteena. Tierakenteen kestävyydeltä, tasaisuudelta ja turvallisuudelta odotetaan tulevaisuudessa yhä enemmän, joten tien rakennusaineilta on vaadittava ennustettavaa käyttäytymistä ja ympäristöllistä haitattomuutta.

2.3 Palkitut ehdotukset

2.3.1 Voittajaidea

Ideakilpailun voittajaksi palkintolautakunta valitsi tekniikan tohtori Pertti Niemisen ja diplomi-insinööri Seppo Salmenkaidan ehdotuksen "Pyöreät pallerot". Ehdotuksen ideana on valmistaa moreenista eri tyyppisillä sideaineilla käsitellen pellettejä, pyöreitä palleraita, joita voidaan käyttää tien rakenne-materiaalina hiekan ja soran tavoin. Pellettien lujuuutta voidaan ehdotuksen mukaan säädellä käytettävän sideaineen avulla. Periaatteet moreenipelletti-en tuotantoteknisiksi ratkaisuiksi on visioitu. Moreenipellettejä voidaan varastoida likimain tavanomaisten maa-ainesten tavoin. Tierakenteiden tekeminen moreenipelleteistä tapahtuu tavanomaisin työmaakonein ja -laittein.

Niemisen ja Salmenkaidan idean mukaan pelletoinnissa moreeni ja sideaine saatetaan sopivassa kosteustilassa pyörivään liikkeeseen, sekoitukseen. Sideaineena voidaan käyttää esimerkiksi sementtipohjaisia tai bitumisia sideaineita. Sekoitus vastaa tuotantomittakaavassa jatkuvatoimista betoni-sekoitusta tai öljysoran tekoa rummussa.

Ideakilpailun palkintolautakunnan perustelujen mukaan yksinkertaisella idealla on mahdollisuus onnistuessaan ratkaista laaja-alaisesti tierakentamisen materiaalikysymykset sekä kuormitus- ja routakestävyyyden hallinta heikkolaatuisia moreeneja hyödynnettäessä. Pellettien raaka-ainetta, nykyrakentamisen hyljeksimää moreenia, on riittämiin ja nykyisessä korjaustarpeen alla olevassa tiestössäkkin on heikkolaatuista moreenia, jonka uusiokäyttöä tulee tutkia. Ehdotus täyttää kilpailun tavoitteet kestävän kehityksen tierakentamisesta. Voittanut ehdotus sai 20 000 mk:n palkinnon ja ehdotus otetaan jatko-kehittelyyn tielaitoksen TPPT-tutkimusohjelmassa.

Idean esittäjät ovat pitkään tutkineet moreenin hyödyntämismahdollisuuksia. Tekniikan tohtori, dosentti Pertti Niemisen työpaikkana on Tampereen teknillisen korkeakoulun rakennusgeologian laboratorio ja diplomi-insinööri Seppo Salmenkaidan työpaikkana on tielaitoksen geokeskuksen Oulun kehitysyksikkö.

2.3.2 Toisen palkinnon saaneet ehdotukset

Kilpailussa päädyttiin jakamaan toinen sija kolmen ehdotuksen kesken ja antamaan kullekin 10 000 mk:n palkinto.

Ehdotuksessa nimimerkki "Keinolouhe" dipl.ins. Ragnar Wikström ja tekn.lis. Markku Niva Helsingistä insinööritoimisto Fundus Oy:stä ovat esittäneet saven, moreenin ja sementin sekoittamista keskenään ja tästä valetun ja kovettuneen laatan rikkomista lohkareiksi. Lohkareita voitaisiin käyttää pehmeikköjen massanvaihdossa kalliilouheen tapaan. Palkintolautakunnan arvion mukaan ehdotus on innovatiivinen ratkaisu saven ja moreenin yhteiskäytölle. Ehdotuksessa on joitakin kokeiltuja elementtejä, joiden taloudellisuus ja tekniikka vaativat edelleen kehittämistä. Onnistuessaan menetelmällä on laaja käyttöalue.

Ehdotuksessa "Latistuminen kuriin" dipl.ins. Jouko Törnqvist on esittänyt parannusta tien kallistusten ja muodon säilyttämiseksi. Tien poikkisuuntaisilla

lujitteilla ja tien reunan vahvisteilla saadaan aikaan tasainen kantavuus tien koko alueella. Ehdotuksessa käytetään synteettisiä lujitteita ja pohjan muotoilua tierakenteen toiminnan parantamiseksi. Palkintolautakunta arvioi idean olevan teoreettisesti kiinnostavan ja hyvin perustellun. Tuotantotekniikan ratkaisut edellyttävät lisäselvityksiä.

Dipl.ins. Jouko Törnqvistiltä palkittiin myös toinen ehdotus "Puunaulaus", jonka ajatuksena on vahvistaa pehmeää savea tai turvesuota harvennusrangoilla tai energiapajutyyppejä 2...3 vuotisia, tarkoitukseen kasvatettuja versoja käyttäen. Maapohjan vahvistus tehdään pystysuunnassa tiheänä naulauksena. Palkintolautakunnan mielestä ehdotus oli kekseliäs ja ennakkoluuloton uusi idea. Mielenkiintoisia mahdollisuuksia jatkokehittelyn avulla. Dipl.ins. Törnqvist tutkii tie- ja geotekniikan rakenteita Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen yhdyskuntatekniikan yksikössä Espoon Otaniemessä.

2.4 Lunastetut ehdotukset

Palkittujen lisäksi lunastettiin 1000 mk:n pienpalkinnoin tässä julkaisussa esitettäväksi 23 muuta ehdotusta. Lunastetuissa ehdotuksissa käsitellään mm. tien päällysteen alla olevien kerrosten tekemistä turpeesta ja muista heikkolaatuisista materiaaleista, puusta, teollisuuden uusio- ja sivutuotteista. Luonnonmateriaalien tehokkaampaa käyttöä on ehdotusten pohjalta mahdollisuus edistää myös teollisten tuotteiden järkevällä käytöllä. Kilpailuun jätetyillä menetelmäehdotuksilla voidaan parantaa savipehmeikköjen rakentamista ja roudan rikkomia teitä. Lunastettujen joukkoon pääsivät myös kilpailun mielikuvituksellisimmat ideat tien tekemisestä superlujuista aurinkopaneelista ja erikoiskevyyden mineraalikuorikoiden valmistustekniikoista.

Seuraavassa taulukossa on esitetty palkintolautakunnan arvioinnit lunastetuista ehdotuksista.

Ehdotuksen nimimerkki ja tekijät	Ehdotuksen arviointi
TYHJIÖ DI Anton Palolahti Kaitos Oy Helsinki	Menetelmällä voidaan parantaa savipehmeikköjen ominaisuuksia tilanteissa, joissa ylipenkereen rakentaminen ei ole mahdollista. Menetelmää on aikoinaan kehitetty Helsingissä ja tullaan kokeilemaan mahdollisesti 1995. Menetelmä on kuvattu tarkasti ja perusteltu hyvin.
ORTL Jouko Belt Oulun yliopisto	Idea on esitetty TPPT- rakenneideaseminaarissa. Ehdotettu rakenne on tavoittelemisen arvoinen ja sitä kehitetäänkin tällä hetkellä TPPT:n eri projekteissa. Ehdotus on käsitelty hyvin sekä rakenteen toiminnan että tekemisen osalta. Materiaaliratkaisut on yksilöity. Ehdotetulla rakenneratkaisulla voidaan hallita kuormitus- ja routakestävyys tierakenteessa.
KORA Kauko Malinen TIEL Kainuun tiepiiri	Ehdotuksen rakenneratkaisu on periaatteiltaan tavoittelemisen arvoinen, joskin monimutkainen. Rakenneratkaisulla on laaja käyttöalue.
EKOSELLI Tkt Jorma Hartikainen, Tkl Pauli Kolisoja, DI Jussi Syrjynen	Ehdotuksessa on käsitelty perusteellisesti vanhoja tunnettuja rakenneosia sisältävä tierakenneratkaisu. Ehdotuksen luovana lankana on rakenteen toiminta tehokkaimmin elinkaarensa alkuvaiheessa, jolloin tarve on suurin. Erinomaisesti perusteltu ehdotus.
HOLVAUSSTABILOINTI Jouko Törnqvist VTT/YKI Espoo	Innovatiivinen ehdotus stabilointipilarien ja kuormia jakan kerroksen joustavan yhteistoiminnan parantamiseksi ja hallitsemiseksi nykyistä paremmin.
PEHMO DI Vesa Kallio TIEL Oulun tiepiiri	Turverakenne-ehdotus, jossa samalla on käsitelty koko tierakenne. Hyvät perustelut ja esimerkit sovelluskohteista.
OSATON RUNOLTAJA, Ideat 1-4 DI Juhani Matinheikki Oulun tiepiiri	Perusteellinen kuvaus ideaketjusta, jota on kehitetty useita vuosia tuotantokäyttöön. Ehdotuksessa käsitellään monia edelleen kehittämisen mahdollisuuksia.
POHJANTÄHTI DI Mikko Leppänen, DI Simo Hoikkala	Ehdotuksissa käsitellään 1 - 2 vuoden aikana tutkimuksen alla olleita rakenneratkaisuja, joiden mahdollisuudet tuotantoon ottamiseen ovat hyvät.
KIVIHIIILI Teea Luotojärvi Lohja Rudus Oy	Uutuustuotteita, joita on voimakkaasti markkinoitu yhdyskuntarakentamiseen. Ei ole käytetty tierakentamisessa. Mahdollisuuksia kivihiilivoimaloiden läheisyydessä.
ROUTASYDÄN DI Anton Palolahti Kaitos Oy Helsinki	Ehdotuksessa on käsitelty perusteellisesti ja perustellen heikompileatuisten materiaalien hyötykäyttömahdollisuudet synteettisten geomateriaalien avulla. Ehdotuksessa on myös tunnettuja osia. Rakenneajatus on periaatteiltaan mukana myös TPPT-ohjelmassa.
LIITTORAKENNE Jari Lappi SKJ-yhtiöt, Raahe Jouko Lehtonen Rautaruukki Oy	Ehdotusta ei ole aikaisemmin kehitetty, vaikka materiaalikomponentit ovat tunnettuja. Uutta liittorakenneajatus tierakenteena.

ROAD 4U2, a DI Markku Juvankoski VTT/YKI	Yksinkertainen ratkaisu tiepoikkileikkauksen painumae- rojen hallintaan. Tunnettuja ajatuksia osin uudessa asussa.
PENDOLINO, PAINUMATASAU Hans Rathmayer VTT/YKI	Tierakenteen poikkileikkauksen painumien tasaukseen kehitetty idea, jossa on uusia elementtejä. Materiaalien paljous arveluttaa ja nostaa kustannuksia.
PENDOLINO, MESIMATTO Hans Rathmayer VTT/YKI	Rakenneosan toimintafunktio on laaja ja ulkomailla toi- mivaksi todettu. Synteettisistä materiaaleista johtuen rakenne on tällä hetkellä kallis. Mukana TPPT:ssä peria- atteiltaan samanlaisena.
TEITÄ AJATELLEN Tkt Anssi Lampinen Espoo	Perusteellisesti tarkasteltu ja konstruoitu rakenne-eh- dotus. Tunnettuja aineksia mm. korkealujuuspäälyys- teistä lisättyä asiantuntevilla osaparannuksilla. Idea kohdistuu tierakenteen yläosaan ja rakenne on omim- millaan uusissa pääteissä.
FROSTBUSTERS, Idea 2 Pirjo Hietala Rovaniemen tekn.op. Kari Hietala TIEL Lapin tiepiiri	Uusi, innovatiivinen idea vanhojen teiden rakenteen pa- rantamiseen. Polyuretaanin käyttö vaatii lisäselvityksiä. Perusteltu ratkaisu ja tekeminen kuvattu havainnolli- sesti.
STAPI RKM Pentti Mietola Tiemest. Gösta Blom Rkm Urmas Alho TIEL Vaasan tiepiiri	Täysin uusi idea vaurioituneiden teiden stabilointikorja- uksiin. Uutuudesta johtuen menetelmän todelliset mah- dollisuudet selviävät vasta perusteellisempien kokeiden jälkeen. Kokonaisuutena kiinnostava ehdotus.
TURVETIE Ari Haikarainen Pieksämäki	Ennakkoluuloton ehdotus alusrakenteen pinnan käsitte- lystä ja stabiloinnista. Pinnan muodoista ja todellisista olosuhteista johtuen menetelmä on osin teoreettinen.
PREPAK Risto Mäkipuro Espoo	Menetelmä on periaatteiltaan lähellä imeytysespeilyk- siä, mutta näitä tehokkaampi ja sisältää uusia ajatuk- sia. Asemasekoitteisilla massoilla on päästy tasaiseen, korkeaan laatuun, joten ehdotuksen työtavalla paran- nuksen on oltava merkittävä.
ILMASTUS Matti PJ Saari Pieksämäki	Mahdottomalta tuntuva ehdotus käytäntöön asti vietä- väksi. Idea on ennakkoluuloton ja ainakin osin tavoitte- lemisen arvoinen.
TULEVAISUUDEN TIE Seppo Luostarinen Espoo	Kilpailun lennokkain idea. Voidaanko ja tarvitseeko sa- massa tuotteessa yhdistää kaikkia tarpeita.
SYDÄNSTABILOINTI DI Jouko Törnqvist VTT/YKI	Uusi idea. Rakenne monimutkainen ja käyttöalue sup- pea. Vaatii laitekehittelyä, jota vaikeuttaa rajalliset käyttömahdollisuudet.
ITÄ, Putkikevennys Jarmo Korjus Helsinki	Suppea käyttöalue Suomessa, mutta rakenteena toimi- va. Venäjällä kokeiltu ja hyväksi havaittu.

3 IDEOIDEN JATKOKEHITTELY

Palkittujen ja lunastettujen kilpailuehdotusten jatkokehittely siirretään tielaitoksen TPPT-tutkimusohjelmaan (1994 - 2000). Tekesin vuosina 1995 - 1999 käynnissä olevasta ympäristögeotekniikan tutkimusohjelmasta voi myös hakea osarahoitusta uusiomateriaalien ja -tuotteiden tuotekehityshankkeille. Ehdotusten jatkokehittely tulee antamaan vastauksen ideoiden taloudellisuudesta ja teknisestä toimivuudesta.

Tämän julkaisun toivotaan helpottavan keksijöitä ja tierakentamisen kehittäjiä esitettyjen asioiden eteenpäin viemisessä. Lisäksi toivotaan, että julkaisu antaa mahdollisimman monelle virikkeitä uusiin aihepiiriin kehittämisoivalluksiin.

4 PALKITTUJEN JA LUNASTETTUJEN EHDOTUSTEN KUVAUKSET

4.1 Tyhjiö

4.1.1 Kuvaus rakenneideasta

Idea käsittää uuden heikosti kantavan maapohjan vahvistamismenetelmän. Menetelmässä tehdään maapohjan esikonsolidointi tiiviin kalvon ja alipainepumpun avulla ilman ylipengertä.

Teknisestä toimivuudesta on näyttöä mm. Saksassa ja Ruotsissa tehdyistä kohteista. Suomalaisessa maaperässä ei esiinny useinkaan vettäläpäiseviä kerrostumia, jolloin esikonsolidoitavan alueen pystysuuntaisesta eristämisestä voidaan usein luopua.

Uusi pystyjoitusmenetelmä

Uusi pystyjoitusmenetelmä (vakuumikonsolidaatio) eroaa tavanomaisesta pystyjoituksesta esikuormituspenkereen rakentamisen osalta. Uudessa menetelmässä kuormitus on korvattu tiiviillä kalvolla (paksuus vähintään 1,0 mm) ja alipaineella, joka aiheutetaan alipainepumpulla (kuva 1)

Menetelmällä on mahdollista saada aikaan alipainepumpulla ja tiiviillä kalvolla noin 5 metrin ylipengertä vastaava kuormitus (käytännössä 60...90 kPa alipaine).

Rakennusvaiheet ovat:

- 0,5 m:n suodatinkerros rakennetaan pehmeikön pinnalle
- asennetaan liuskapystyjoitus (asennustaso 1,0 m vettä läpäisevän pohjamaan yläpuolelle)
- asennetaan salaojaputkiverkosto (k/k noin 5,0 m) suodatinkerrokseen ja yhdistetään putket kokoojaputken avulla pumppuun
- asennetaan tiivistyskalvo (1,0 mm paksu, materiaali HDPE). Käytännössä alle 1,0 mm:n tiivistyskalvoa ei voida luotettavasti saumata työmaalla. Saumataan tiivistyskalvo ja koestetaan saumat.
- pumpataan lopuksi kalvon päälle vettä sen tiiveyden varmistamiseksi ja suojaamiseksi (kalvon päällä voidaan käyttää myös ylipengertä)
- huokospainekärkiä ja inklinometreja voidaan asentaa suunnittelijan antamien ohjeiden mukaisesti
- alipaine voidaan nostaa täyteen arvoonsa heti, ilman vakavuusongelmia.

4.1.2 Idean käyttökohde

Uudet tiet, maatumien tausta-alueet, teiden levennykset, läjitysalueet.

4.1.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

Vaadittu esikonsolidointiaika on lyhyt (usein alle 6 kk). Menetelmän yhteydessä ei esiinny vakavuusongelmia. Esikonsolidointi voidaan tehdä paalutettujen tai muiden rakenteiden läheisyydessä, jotka eivät siedä painumaeroja tai sivusiirtymiä.

Materiaalisäästöt

Menetelmän käytöllä voidaan säästää läjityskustannuksissa ja ylipenger-materiaalissa.

Ympäristövaikutukset

Menetelmästä ei aiheudu ympäristölle tavanomaisesta maarakentamisesta poikkeavaa haittaa.

Muut seikat

Hyötynäkökohtia

- ei tarvita ylipengermateriaaleja eikä läjitystä
- menetelmä on nopeampi kuin tavanomainen pystyjoitus (usein ajantarve alle 6 kk)
- vakavuusongelmia ei ole (mitatut maan sivusiirtymät ovat olleet hyvin pieniä). Alipaineen jälkeen pehmeikkökerroksen tehokas jännitys kasvaa, eikä huokosveden ylipainetta esiinny. Maan pusertumista sivulle ei esiinny.

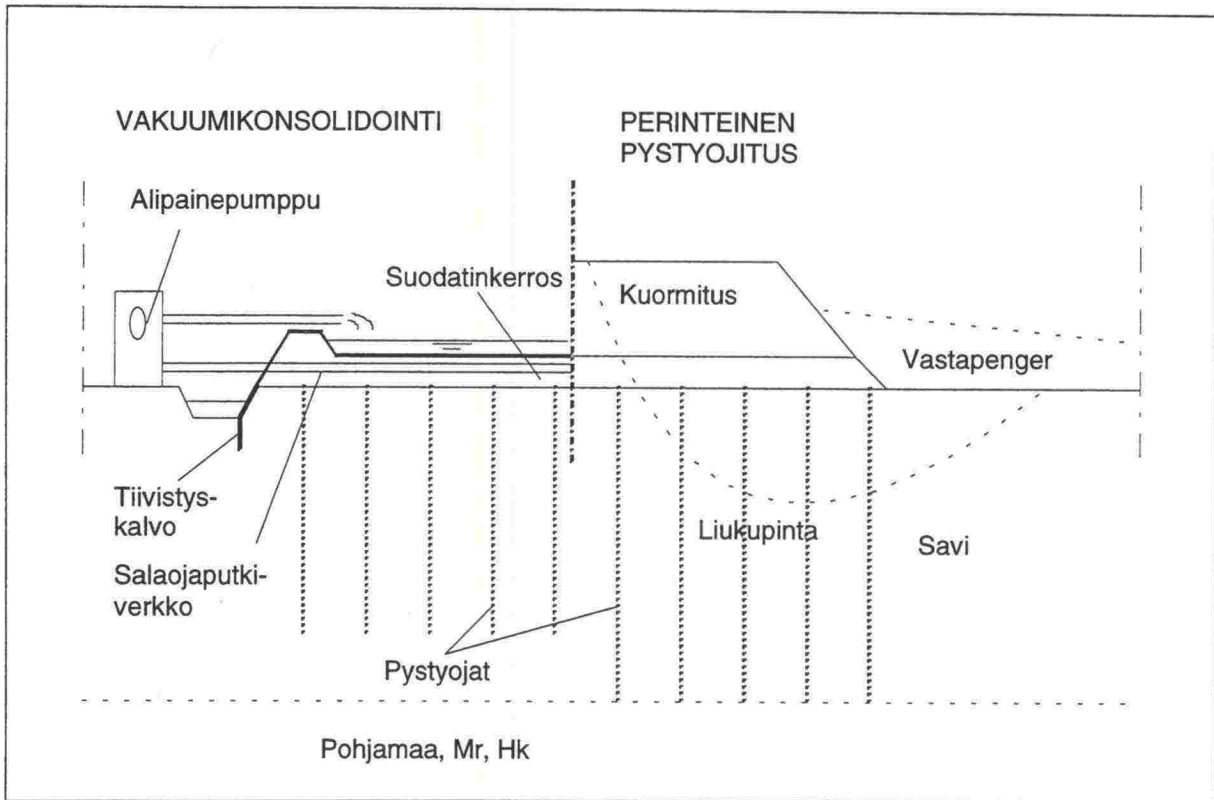
4.1.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

Käyttöönoton merkittävin este eli kalvon tiiviysongelma on hävinnyt kehittyneen materiaali- ja saumaustekniikan myötä. Käyttöönoton este tällä hetkellä on kokemuksen ja kenttäkohteen puute Suomessa.

Käyttösovellutuksia

- maapohjan vahvistaminen alueilla, joissa primaarinen ja sekundaarinen painuma voivat aiheuttaa ongelmia myöhemmin eli siltojen ja muissa pengerten läheisyydessä olevien paalujen kannattamissa rakenteissa
- penkereet, joissa rakentamisaikataulu on hyvin kireä ja/tai vakavuus on ongelma tai sopivaa ylipengermateriaalia on vaikea hankkia
- teiden levennykset, joissa ei sallita haitallisia painumaeroja
- saastuneen maan puhdistus.

Vakuumikonsolidaation käytöstä on hyviä kokemuksia mm. Saksasta, Hollannista ja Ruotsista. Nykyinen huomattavasti kehittynyt tiivistyskalvojen saumaustekniikka sekä materiaalituntemus ovat osaltaan mahdollistaneet tämän tekniikan onnistuneen käyttöönoton.



Kuva 1: Uusi ja tavanomainen pystyojitusmenetelmä

4.2 ORTL

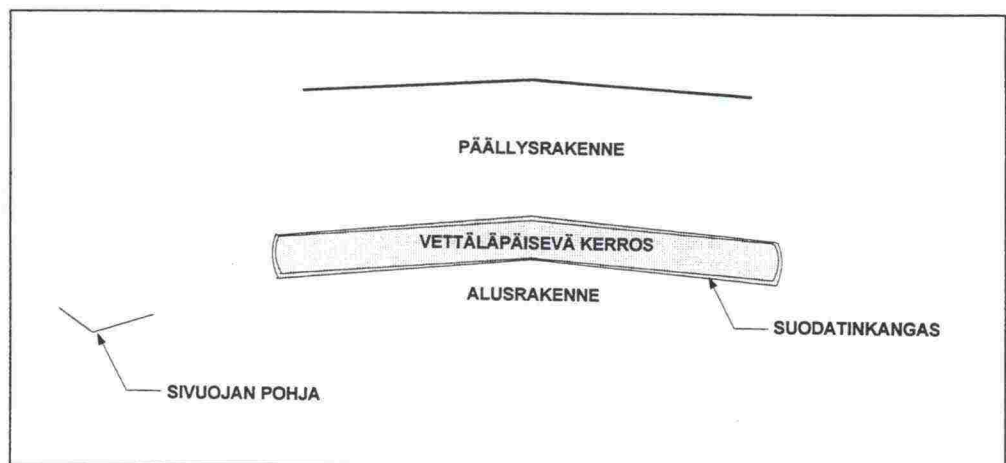
4.2.1 Kuvaus rakenneideasta

Rakennetaan **erittäin** hyvin vettäläpäisevä kerros alusrakenteen päälle, jolloin sen päälle tulevat sitomattomat päällysrakennekerrokset pysyvät "kuivina". Vettäläpäisevään kerrokseen soveltuvat periaatteessa kaikki kivennäismaalajit, joilla on hyvä vedenläpäisevyys ja kohtuulliset muodonmuutosominaisuudet. Tarvittaessa materiaalin hienoinesta voidaan poistaa. Vettäläpäisevään kerrokseen voidaan käyttää esim. katkaistua moreenia tai erilaista rakennusjätettä (murskattua betonia, tiiltä jne.). Kerroksen paksuus tulee olla luokkaa 10 - 20 cm. Vettäläpäisevän kerroksen alle ja päälle levitetään suodatinkangas sekoittumisen estämiseksi.

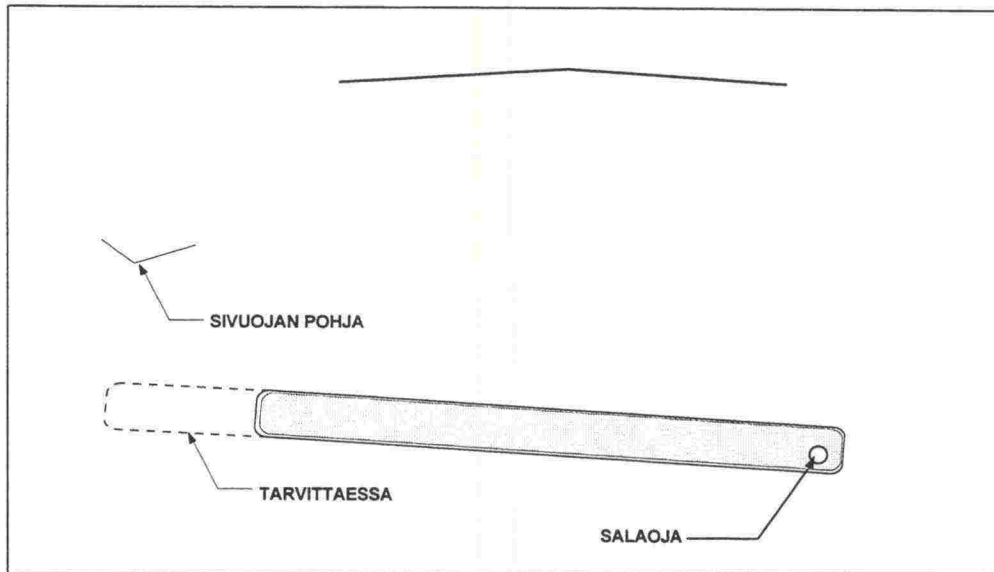
Moreenia jalostettaessa seulontalaitteiston ominaisuudet ja materiaalin kosteus määrittävät minimiraekoon (5 - 10 mm). Käytetty minimiraekoko voi olla myös suurempi, jolloin yhdistämällä esimerkiksi saviorakulutuserroksen soveltuvan materiaalin valmistaminen ko. kerrokseen kelpaavan materiaalin jalostamiseen saadaan tarvittava materiaali sivutuotteena halvalla ja hukkamateriaali jää vähäiseksi. Maksimiraekoko riippuu puolestaan kerros-paksuudesta.

Ehdotetulla rakenteella on mm. seuraavia etuja:

- päällysrakenne pysyy kuivana
- alus- ja päällysrakennemateriaalit eivät sekoitu keskenään
- päällysrakenteessa voidaan käyttää lievästi routivia materiaaleja (moreeneja)
- vettäläpäisevä kerros katkaisee kapillaarisen vedennousun
- vettäläpäisevällä kerroksella on suhteellisen suuri jäykkyys
- ehdotettu rakenne ei ole herkkä työvirheille eikä jälkipainumille (toimii vaikka vettäläpäisevä kerros ei olisi täsmälleen suunnitellussa asemassa ja kaltevuudessa)
- jos sijoitetaan lämpöeriste vettäläpäisevän kerroksen päälle, eriste pysyy kuivana (turve yms.)



Kuva 1: Sivuojakuivatus



Kuva 2: Salaojakuivatus

4.2.2 Idean käyttökohde

Ratkaisu soveltuu erittäin hyvin uusille teille, mutta on myös käyttökelpoinen parannettaville teillä tieluokasta riippumatta.

4.2.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

Paikallisesti erittäin merkittävä riippuen lähinnä vaihtoehtoisiin rakenteisiin käytettävien materiaalien hinnoista ja kuljetuskustannuksista.

Materiaalisäästöt

Paikallisten materiaalien käytöllä säästetään sora- ja kalliomateriaaleja.

Ympäristövaikutukset

Arvokkaita sora- ja kallioesiintymiä ei tarvitse käyttää. Kuljetusten väheneminen pienentää marginaalisesti rakentamisesta aiheutuvia päästöjä.

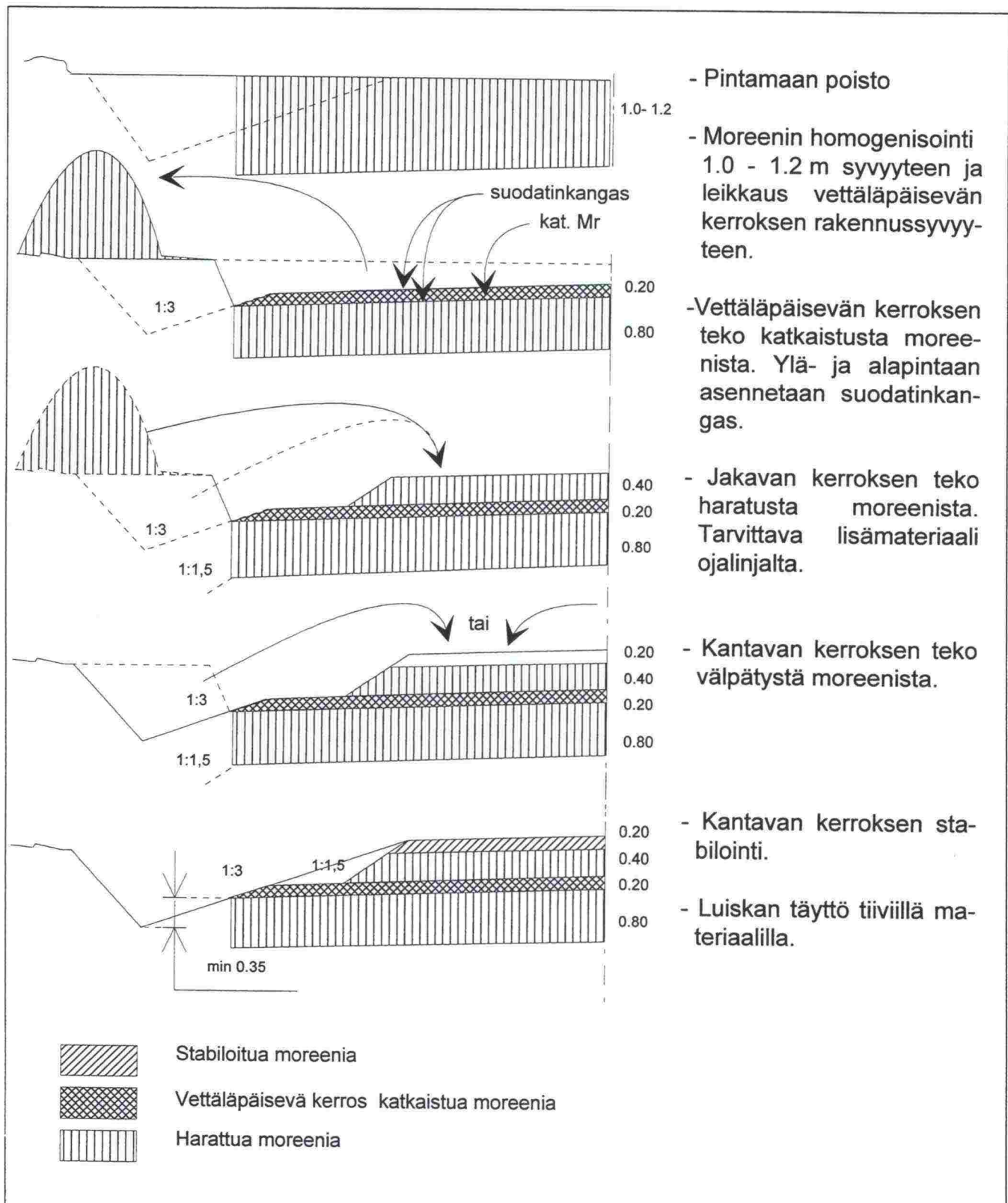
Muut seikat

Käytettäessä lämpöeristeitä rakenneratkaisu tehostaa eristeiden kuivana pysymistä ja sitä kautta eristävyyttä.

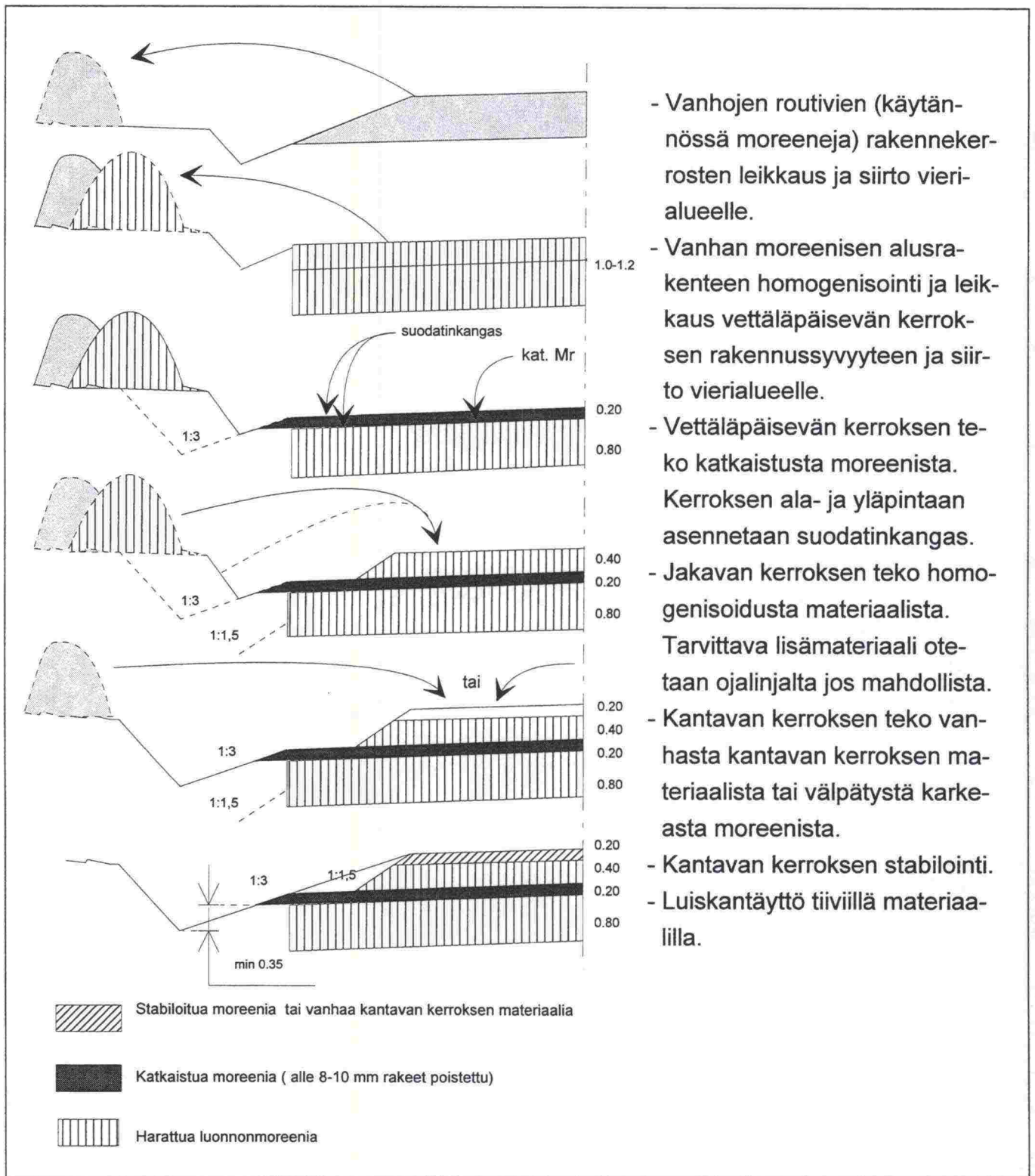
4.2.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

Ehdotettu rakenneratkaisu ei edellytä tavanomaisesta poikkeavia koneita, laitteita, työmenetelmiä eikä erityisosaamista. Rakenneratkaisun käyttöönoton esteet ovat tällä hetkellä lähinnä asenteellisia (ennakkoluulot) johtuen

käyttökokemusten puuttumisesta. Kuvissa 3 ja 4 esitetään esimerkinomaisesti täysmoreenitierakenteiden tekemisen periaatteita.



Kuva 3: Uuden tien rakentaminen

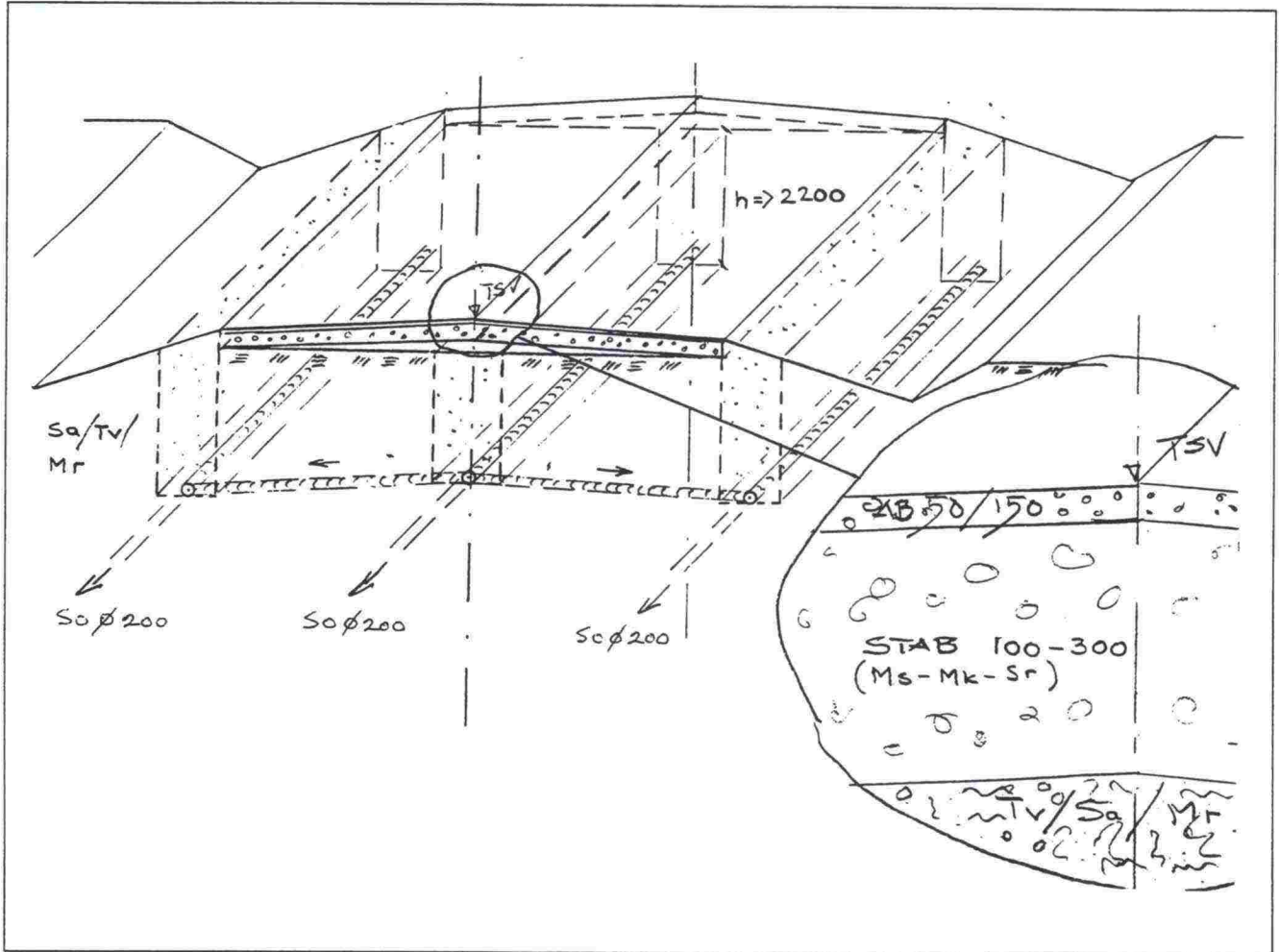


- Vanhojen routivien (käytännössä moreeneja) rakennekerrosten leikkaus ja siirto vierialueelle.
- Vanhan moreenisen alusrakenteen homogenisointi ja leikkaus vettäläpäisevän kerroksen rakennussyvyyteen ja siirto vierialueelle.
- Vettäläpäisevän kerroksen teko katkaistusta moreenista. Kerroksen ala- ja yläpintaan asennetaan suodatinkangas.
- Jakavan kerroksen teko homogenisoidusta materiaalista. Tarvittava lisämateriaali otetaan ojalinjalta jos mahdollista.
- Kantavan kerroksen teko vanhasta kantavan kerroksen materiaalista tai välpätystä karkeasta moreenista.
- Kantavan kerroksen stabilointi.
- Luiskantäyttö tiiviillä materiaalilla.

Kuva 4: Rakenteen parantaminen

4.3 KORA

4.3.1 Kuvaus rakenneideasta



Koheesiorakentamisen (KORA) periaate: Idea koheesiorakenteen edullisuudesta perustuu syväsalaojituksen hyväksikäyttöön ja säästävän päällysrakennekerroksen stabilointiin.

4.3.2 Idean käyttökohde

Kaikki rakennuskohteet, uudet rakenteet - vanhat rakenteet - kehityskohteet.

4.3.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

- rakennusmateriaalien hyväksikäyttö rakennuspaikalla
- säästetään luonnonvaroja ja kuljetuksia
- kehitetään salaoja- ja stabilointitekniikkaa
- kuljetustekniikan ja kaluston kehittäminen.

Materiaalisäästöt

- hiekka-, sora- ja kalliomateriaalien säästö
- entisten rak.materiaalien uusiokäyttö.

Ympäristövaikutukset

- säästetään luonnonvaroja ja kuljetusta (Sr, Hk, Mk, Ms)
- pohjaveden ja koheesion hallinta
- kuljetusten ympäristövaikutukset pienenee
- ympäristöpäästöt (murskauksen pöly vähenee).

Muut seikat

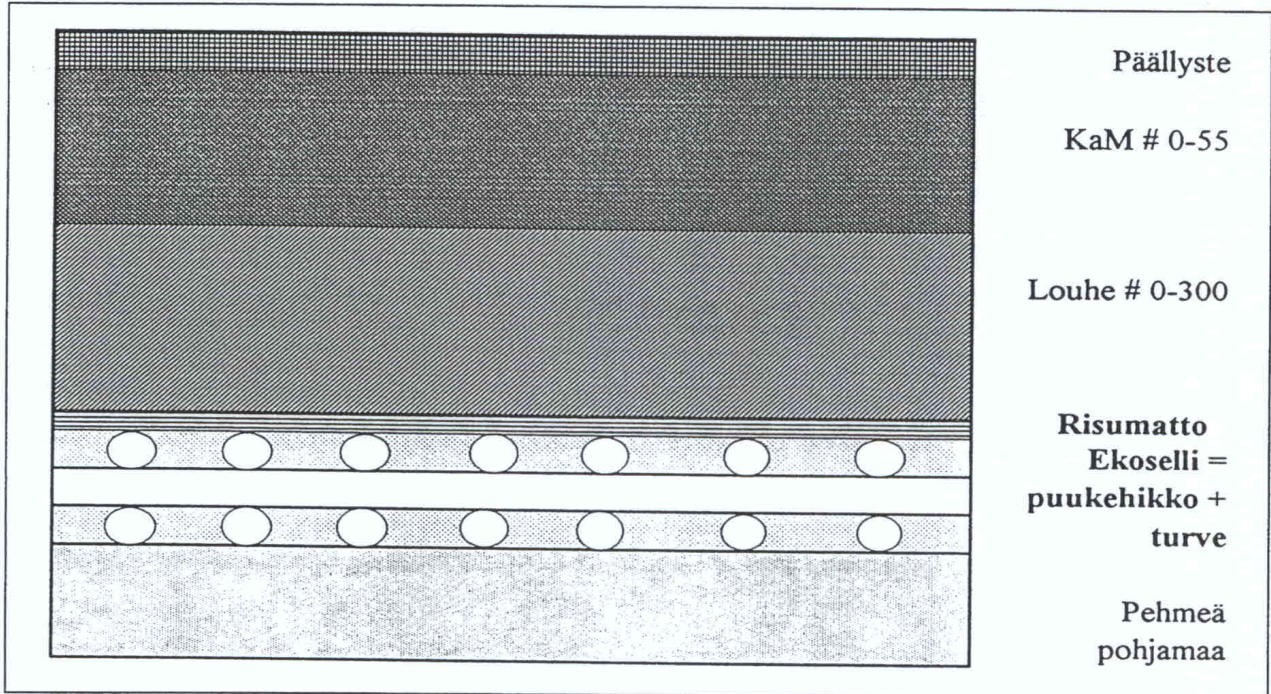
- paikallarakentamisen ideologia toteutuu
- salaojatekniikka kehittyy
- stabilointitekniikka kehittyy
- uusajattelu kehittyy
- ajan säästö.

4.3.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

- koheesion hallinta
- kallio- ja kivisten esteiden kierto/kalliosalaoja
- rakennekerroksen sisältö (bit, sem , verkko, kuona, Mr)
- rakennekerroksen paksuus
- stabilointiyritysten kalusto
- salaojitussyritysten kalusto
- asenne ja muutosherkkyys.

4.4 Ekoselli

4.4.1 Kuvaus rakenneideasta



Kuva 1: Rakenteen ehdotus

Rakenteen toiminta-ajatus

Rakenteessa vahvisteena oleva puukehikko ottaa vastaan rakenteen alapintaan syntyviä vetojännityksiä ja tasaa kuormituksen laajemmalle alueelle sekä tasaa painumat tien pituussuunnassa. Kehikossa käytetään kuorimatonta puuta. Kehikon korkeus sekä puiden etäisyys ja paksuus mitoitetaan tien vaatimusten mukaan. Kehikon puut kiinnitetään toisiinsa vaarnoilla.

Turve toimii rakenteessa lämpöeristeenä. Samalla rakenne kevenee ja pohjamaahan kohdistuva kuormitus pienenee.

Puuvahviteen toiminnan tehokkuus vastaa ajan mukana muuttuvaa rakenteen vahvistamistarvetta eli on parhaimmillaan välittömästi rakentamisen jälkeen. Jos vahviteen lujuus vuosien myötä alenee, on pääosa maapohjan konsolidaatiopainumasta myös jo tapahtunut ja rakennuspohjan stabiliteetti on parantunut sekä huokosvedenpaineen alenemisen että maapohjan tiivistymisen vaikutuksesta. Toisaalta rakenteen keventämiseksi ja lahoamisen estämiseksi tienpohja voidaan leikata siten, että puuvahvite ja turvelämmöneriste jäävät pohjavedenpinnan alapuolelle. Tämä ei aiheuta routimisriskiä.

4.4.2 Idean käyttökohde

Rakenne soveltuu kaikenlaisien uusien rakennettavien teiden pengerrakenteeksi. Sitä voidaan käyttää yhtä hyvin kevyen liikenteen väylän ja

metsäautotien kuin myös päätien rakenteena pehmeille maapohjille rakennettaessa. Puuvahvisteiden paksuutta säätelemällä saadaan aikaan tien kuorituksen vaatima vahvistusvaikutus

4.4.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

Rakenteessa hyödynnetään kotimaisia uusiutuvia luonnonvaroja. Puuvahvisteiden materiaaliksi kelpaa myös puuaines, joka muutoin jäisi käyttämättä. Tielinjalta ja sen läheisyydestä kaadetut puut voidaan tehokkaasti ja tarkasti käyttää tierakenteissa ilman kuljetuksista muodostuvia kustannuksia. Puunkorjuulla ja puuvahvisteiden teolla on tällöin työllistävääkin vaikutusta. Käyttämällä vahvistetta voidaan myös välttää kalliita pohjanvahvistus- tai massanvaihtotöitä ja säästää samalla luonnon kivi- ja maa-aineksia.

Lujuus-venymäominaisuuksiensa osalta puu on huomattavasti parempi materiaali kuin nykyisissä vahvisteissa käytettävät muovit. Puulla saavutetaan hyvä lujuus pienellä venymällä, kun taas muovien lujuudet jäävät pienemmiksi venymien ollessa kuitenkin moninkertaiset. Eri materiaalien lujuus-venymäsuoria on esitetty kuvassa 2. Suorat päättyvät jännitysarvoon, jolla materiaali alkaa myötää. Tiedot on saatu ohjelmasta Cambridge Materials Selector 2.0, jossa on esitetty eri materiaalien mekaanisia ominaisuuksia. Kuvajaajat on piirretty keskimääräisten jännitysten ja venymien mukaan.

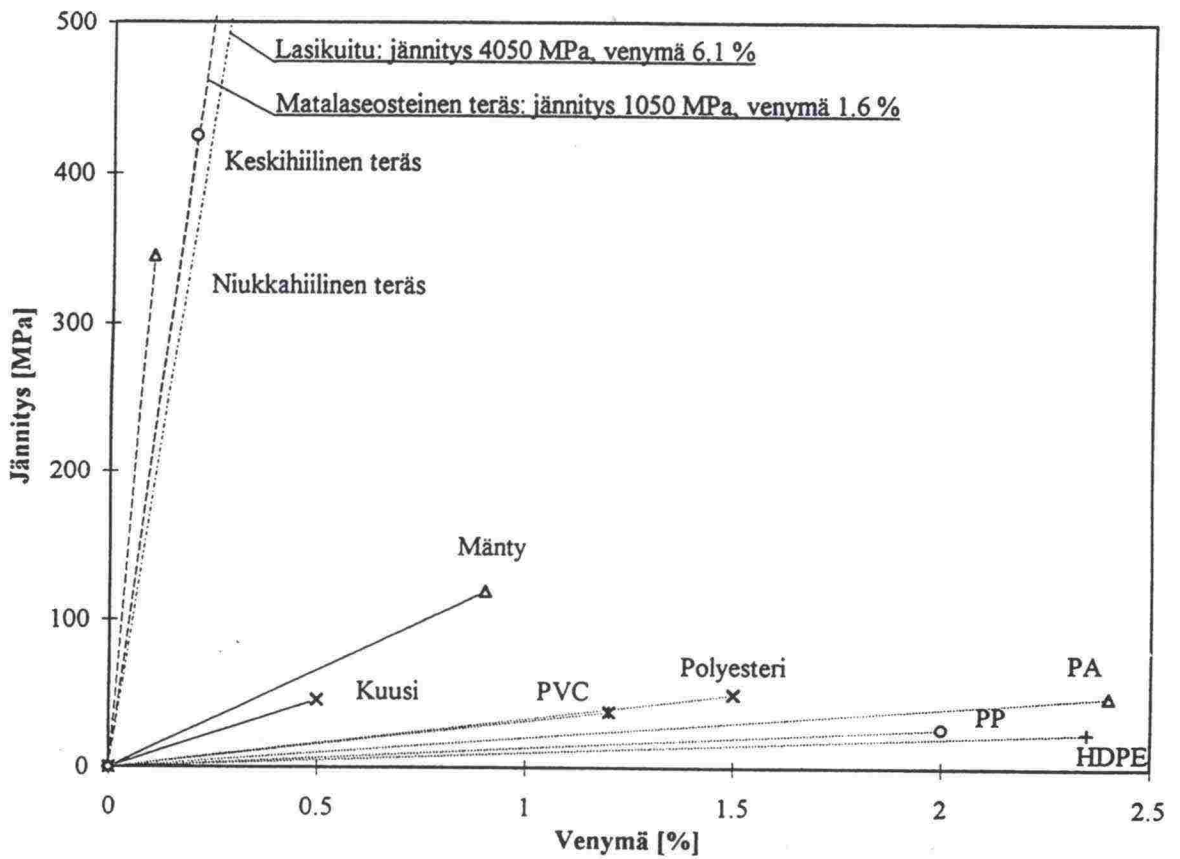
Puulla on erittäin edullinen hinta/lujuus-suhde, jopa parempi kuin teräksellä, kuten kuvasta 3 voidaan todeta. Lujuus saavutetaan myös pienellä, alle yhden prosentin venymällä, joten koko lujuus on käytössä tiepenkereelle sallituilla muodonmuutoksilla. Hinta/lujuus-suhde on laskettu myötöjännityksen, tiheyden ja kilohinnan keskimääräisten arvojen mukaan. Saadut arvot on kerrottu siten, että keskihiihiselle teräkselle on saatu indeksi 1.0. Hinta/jäykkyys-suhde on laskettu edellä saaduista indekseistä jakamalla ne venymäprosentin käänteisluvulla.

Materiaalisäästöt

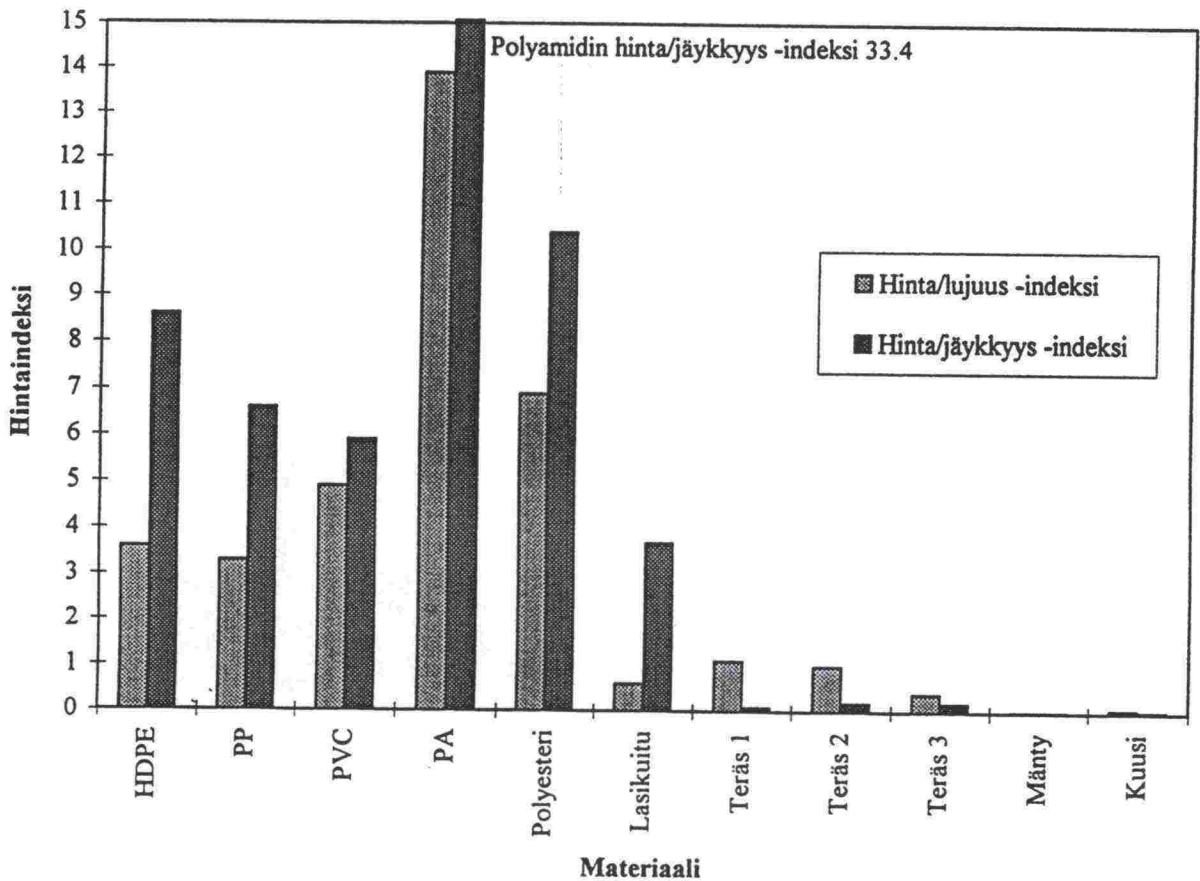
Käyttämällä vahvistettua ja lämpöeristettyä rakennetta päästään ohuempaan rakenteeseen, jolloin materiaalimenekki pienenee. Ohuelle rakenteella säästetään myös tierakenteen vaatimaa tilaa.

Ympäristövaikutukset

Puun ja turpeen käytöllä tierakenteissa ei ole haitallisia ympäristövaikutuksia, koska pitkällä aikavälillä ne hajoavat maaperässä. Puuvahvisteiden toimintaa voidaan verrata lääketieteessä käytettävän biokuidun toimintaan: tehtävänsä suoritettuaan se hajoaa eikä siitä muodostu ympäristölle haitallisia yhdisteitä. Vahvistetta käytettäessä myös rakentaminen nopeutuu ja siitä aiheutuva haitta ympäristölle pienenee. Puuvahvisteiden valmistus kuluttaa vähän energiaa verrattuna esimerkiksi muovin ja teräksen valmistukseen.



Kuva 2: Eri materiaalien jännitys-venymäsuorat myötörajaan asti



Kuva 3: Eri materiaalien hintaindeksit lujuuden ja jäykkyyden suhteen

4.4.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

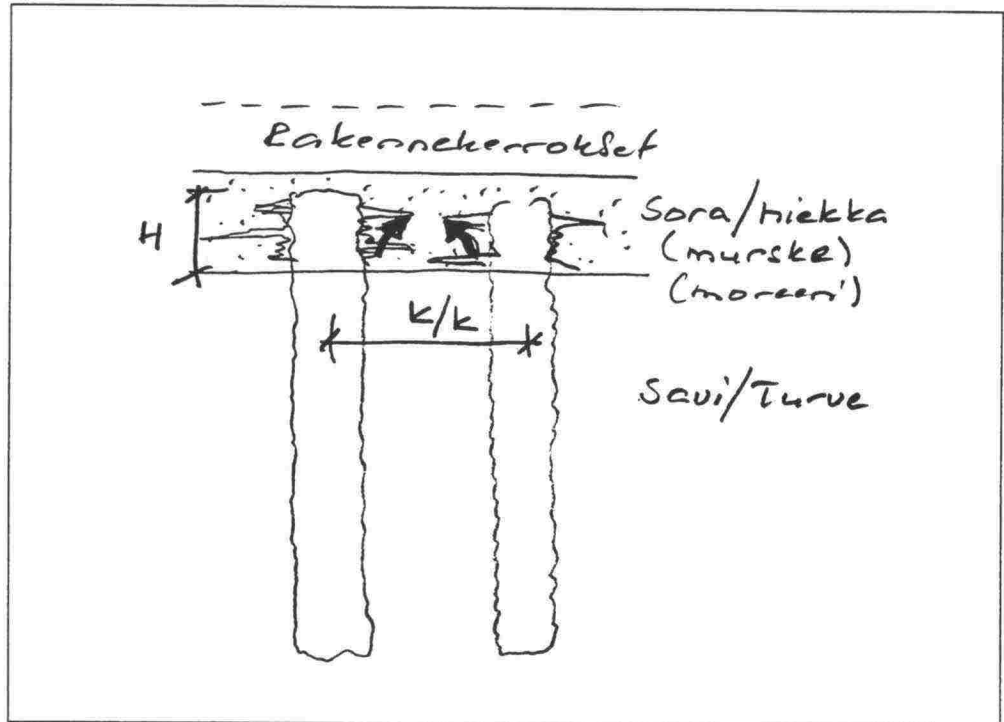
Tiepenkereen pohja pehmeiköllä tasataan ja rakennetaan puukehikko, joka täytetään ja tiivistetään turpeella. Turve täytetään riittävästi kehikon yli ja peitetään risumatolla, jolla estetään louheen painuminen turpeeseen. Tämän jälkeen rakennetaan normaalit päällysrakennekerrokset.

Puuvahvisten käyttöönoton esteenä on tällä hetkellä pelko puun lahoamisesta, vaikka lahoaminen on tien käyttöikä huomioonottaen riittävän hidasta ja sitä voidaan lisäksi hidastaa sijoittamalla vahviste pehmeiköllä riittävän alas. Toinen pelko lienee työn määrän lisääntyminen työttömiä täynnä olevassa maassa.

Luonnollisesti idean käyttöönotto vaatii vielä tyyppirakenteiden kehittämistä ja mitoittamista.

4.5 Holvausstabilointi

4.5.1 Kuvaus rakenneideasta



Syvästabilointi tehdään 0,5...2 m paksun sora-hiekka täytön päältä siten, että karkearakeisen täytön osuudella paineita nostetaan.

Hiekka/soraosuudella sideainesyöttö toteutetaan märkämenetelmällä, jolloin vesi-sideaineseos tunkeutuu ilmanpaineen(kin) avulla kerrokseen sitoen sen tunkeutuvuudesta riippuen laajemmalla kuin savessa.

Rakenne muodostaa korkeutensa (H) ja injektointiefektinsä avulla joustavan holvauskerroksen, joka elää pilarien ja saven kokoonpuristumisen ehdoilla.

4.5.2 Idean käyttökohde

Uudet tiet, levennettävät tiet. Päätiestö.

4.5.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

- ei lujitteita
- rakenne kerralla valmiiksi
- painumaerot pienenevät.

Materiaalisäästöt

- rakennekerrokset ohuemmiksi.

Ympäristövaikutukset

-

Muut seikat

Pilarin laatu paranee saviosuudella, koska pinnalla on vastakuorma myös ilmanpainetta käytettäessä.

4.5.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

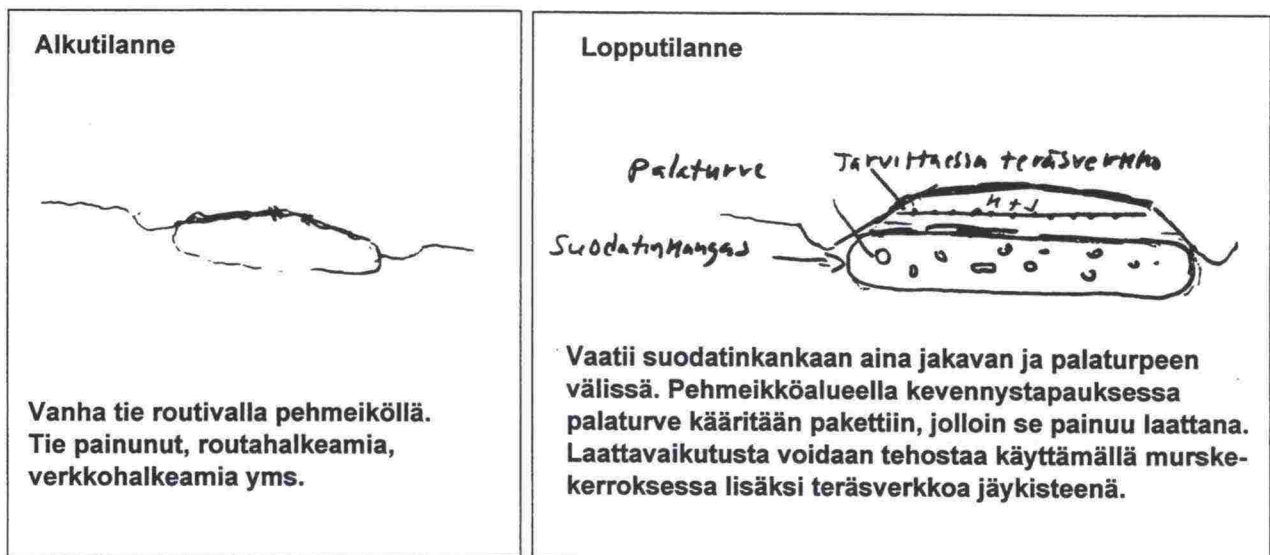
Edellyttää syvästabilointikaluston merkittävää edelleen kehitystä [kapasiteettitarve yläkerroksessa, märkämenetelmään siirtyminen tai kuivamenetelmä savessa ja märkämenetelmä yläosissa (= kaksinkertainen syöttöjärjestelmä)].

4.6 Pehmo

4.6.1 Kuvaus rakenneideasta

Palaturpeen käyttö kevennysrakenteena

Palaturpeen tilavuuspaino on max. 5 kN/m³, joten painonsa puolesta sitä voidaan käyttää kevennyksenä. Samalla saadaan routaeristetty rakenne, koska palaturpeen lämmönjohtavuus on kuivana noin 0,3 w/Km. Rakenteen kevennysmitoitus tehdään samoilla periaatteilla kuin esim. kevytsoralla. Rakennetta voidaan käyttää esim. vanhalla tiestöllä, kun ylitetään pehmeikköaluetta ja on tarvetta nostaa tasausviivaa. Tällöin kaivetaan entiset kerrokset pois (siirretään sivuun, jos ovat käyttökelpoisia ja käytetään uudelleen) ja ne korvataan palaturpeella. Palaturvetta käytetään niin paksusti kuin on tarvetta, jotta nettopohjapaine ei nouse tai pysy sallituissa rajoissa. Palaturvekerroksen päälle rakennetaan 0,5 - 0,6 m paksu jakava ja kantava kerros, jotka voidaan tarvittaessa stabiloida. Lopputuloksena on keveä routaeristetty rakenne (routaeristerakenteita on rakennettu jo vuosien ajan ja eristyskyky on siten varmistettu). Toinen varteenotettava käyttökohde on siltojen tulopenkeiden vaatimat kevennykset.



4.6.2 Idean käyttökohde

Ensisijaisesti parannettavat tiet, mutta myös uudet kevyen liikenteen väylät ja paikkallistiet. Käyttö päätiestöllä vaatii lisätutkimuksia kuormituskestävyyden osalta.

4.6.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

Maksaa noin kolmasosan kevytsoran hinnasta. Lisäksi saadaan lämpöeristetty rakenne.

Materiaalisäästöt

Voidaan välttää syvät massanvaihdot + pohjaantäytöt "kelluvalla rakenteella". Vanhat kelvolliset materiaalit voidaan käyttää uudestaan, eikä niitä tarvitse jättää uuden rakenteen alle.

Ympäristövaikutukset

Säästää hiekka- ja soravaroja. Ei haitallisia ympäristövaikutuksia.

Muut seikat

Kotimainen raaka-aine ja kilpaileva vaihto-ehto kevytsoran monopoli-asemalle. Raaka-ainetta tarjolla koko Suomessa, joten kuljetusmatkat lyhyitä (vrt. kevytsora). Helppo rakentaa.

4.6.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

Periaate kohdassa 1.1.

Kuormituskestävyyden mitoitus vaatii lisätutkimusta. Lisää kuormituskestävyyttä saataisiin sekoittamalla mukaan hiekkaa tai masuunihiekkaa.

4.7 Pyöreät pallerot

4.7.1 Kuvaus rakenneideasta

Esitettävä idea on uudentyypisen rakennemateriaalin tuottaminen ja käyttäminen tien eri rakennekerroksissa. Ideana on moreenien käsittely erityyppisillä sideaineilla siten, että käsittelyn tuloksena syntyy moreenipellettejä. Moreenipelletit ovat halkaisijaltaan vaihtelevan kokoisia pyöreähköjä rakeita, joilla on käytetyistä sideaineesta riippuen erilaiset lujuusominaisuudet. Sideaineesta riippumatta moreenipellettien varastointi- ja käsiteltävyysominaisuudet ovat likimain tavanomaisten rakeisten materiaalien luokkaa eivätkä moreenipelletit ole käsittelemättömän moreeni tavoin vesiherkkiä. Pelletoitu moreeni on varastointikelpoista ja sen käsittely tapahtuu tavanomaisin työmaakonein ja -laittein.

Moreenien pelletointi on mahdollista tehdä sekä hydraulisilla että bitumisilla sideaineilla ja näiden yhdistelmillä. Valittava sideainetyyppi riippuu pellettien käyttötarkoituksesta. Hydraulisten (sementtipohjaisten) sideaineiden avulla tehtyjen pellettien lujuusominaisuudet korostuvat, kun taas bitumisilla sideaineilla korostetaan pellettien vedensietokykyä ja niistä rakennettavan kerroksen stabiliteettia. Pelletoinnilla muutetaan normaalista routiva moreeni routimattomaksi. Pelleteistä rakennettu moreenikerros säilyttää kantavuutensa märkänäkin.

Pelletointi tapahtuu saattamalla moreeni ja sideaine sopivassa kosteustilassa pyörivään liikkeeseen, sekoitukseen. Sekoitusaika ja -nopeus riippuu halutusta lopputuloksesta eli pellettien ominaisuuksia voidaan säädellä sekoituksella. Sekoitus vastaa tuotantomittakaavassa jatkuvatoimista betoninsekoitusta tai öljysoran tekoa rummussa.

4.7.2 Idean käyttökohde

Pellettien käyttökohteeksi sopivat kaikentyyppiset tiet ja niiden rakennekerrokset, koska pellettien ominaisuuksia voidaan säädellä.

4.7.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

Merkitys pitkällä tähtäimellä huomattava hyvien luonnonmateriaalien saatavuuden pienentyessä ja kuljetusmatkojen kasvaessa.

Materiaalisäästöt

Pellettien käytöllä korvataan tavanomaisia rakennemateriaaleja ja hyödynnetään laajoja moreenivarantoja.

Ympäristövaikutukset

Menetelmien käyttö ei tuo uusia haitallisia ympäristövaikutuksia. Sora- ja kalliovarojen säästö on positiivinen seikka.

Muut seikat

Menetelmällä moreenia voidaan varastoida ilman vettymisriskiä ja siitä aiheutuvia ongelmia.

4.7.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

Tuotantomittakaava edellyttää laitteiston kehittelyä, mutta pelletit voidaan valmistaa esimerkiksi öljysorarummun kaltaisella laitteella. Valmistusperiaate on selvillä, mutta haluttujen ominaisuuksien aikaansaaminen (sekoitusreseptit) edellyttää laajahkoja kenttäkokeita.

Pellettirakenne tehdään tavanomaisin konein, laittein ja menetelmin.

4.8 Osaton runoltaja

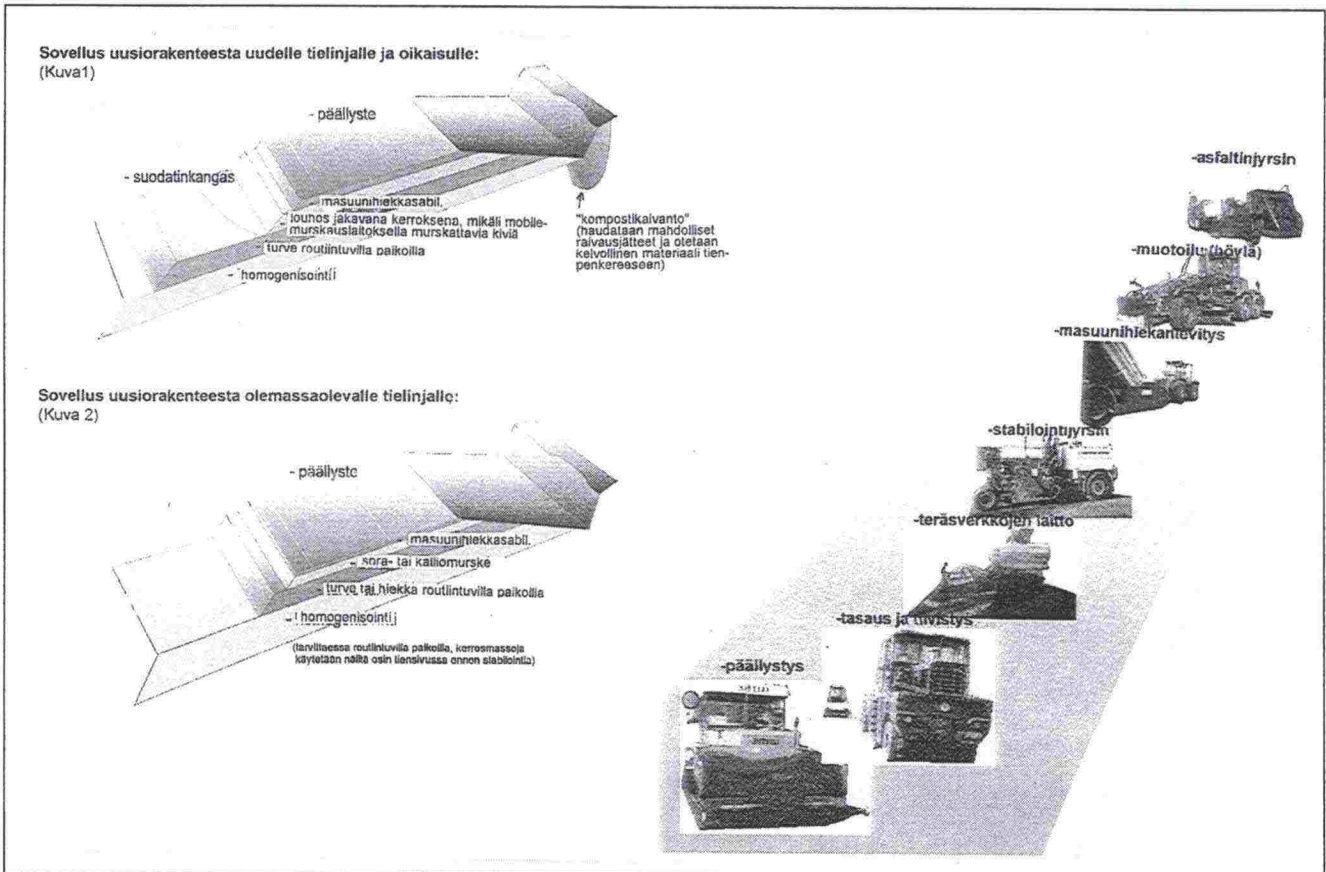
4.8.1 Idea 1

4.8.1.1 Kuvaus rakenneideasta

Kantavan kerroksen yläosan ja rouhitun vanhan päällysteen seoksen lujittaminen pelkällä masuunihiekalla.

Kestävän kehityksen tierakenne

- vanha päällyste rouhitetaan ja sekoitetaan kantavan kerroksen yläosaan
- materiaali muotoillaan
- muotoillun rakenteen päälle ajetaan pelkkä masuunihiekka (~ 5 %). Määrä ennakkokokeitten perusteella. Sekoitus stabilointijyrsimellä (20 cm), muotoilu ja tiivistys.



4.8.1.2 Idean käyttökohde

Käyttö kaikilla tiekohteilla, uusilla, mutta erityisesti vanhoilla kohteilla. Kaluston kokoa voidaan varioida riippuen tieluokista ja näin alentaa vielä kustannuksia.

4.8.1.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

Edullisin ratkaisu konventionaalisiin verrattuna.

Hinta ~ 10,00 - 13,00 mk/m² (20 cm), sideaineena terästeollisuuden jäte, mitä Suomessa tulee ~ 600.000 - 700.000 tn/v.

Materiaalisäästöt

Ei materiaalikuljetuksia tielinjalle muuta kuin kuona ja päällystemurske. Luonnonvarojen säästö.

Ympäristövaikutukset

Ei monttuja eikä maa-ainesten kaatopaikkoja. Sideaineena terästeollisuuden jäte, jätteet hyötykäyttöön.

Muut seikat

- taloudellinen käyttöalue koko maa
- valmista tietä nopeasti ja tehokkaasti
- haittaa vähän liikennettä
- voidaan liittää erilaisia työvaiheita
- lemppaus (kerrosmassojen sivulla täyttö pohjan homogenisoinniseksi)
- turve-eriste (käytössä eristeenä vain positiivisia kokemuksia)
- halkeamien estoraudoitus
- jatkaa rakenteen poistoikkää
- rakennetta voidaan käsitellä myöhemmin uudelleen (masuunihiekka lujittaa uudelleen)
- talvisen lujittamisen mahdollisuus (esim. marraskuu, huhtikuu) kun olosuhteet valitaan oikein (varsinainen lujittuminen alkaa tietenkin lämpötilan noustua rakenteessa nollan yläpuolella)
- joku muukin tulee esittämään näitä ehdotuksia. Minun ja yksikköni kehittämistyö on varmasti pitkäjännitteisin, systemaattisin ja isoin. Ensimmäiset koeosuudet tehtiin tämäntyyppisellä ratkaisulla 1985 -1987. Normaalikäyttöön 1990 - 1995.

4.8.1.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

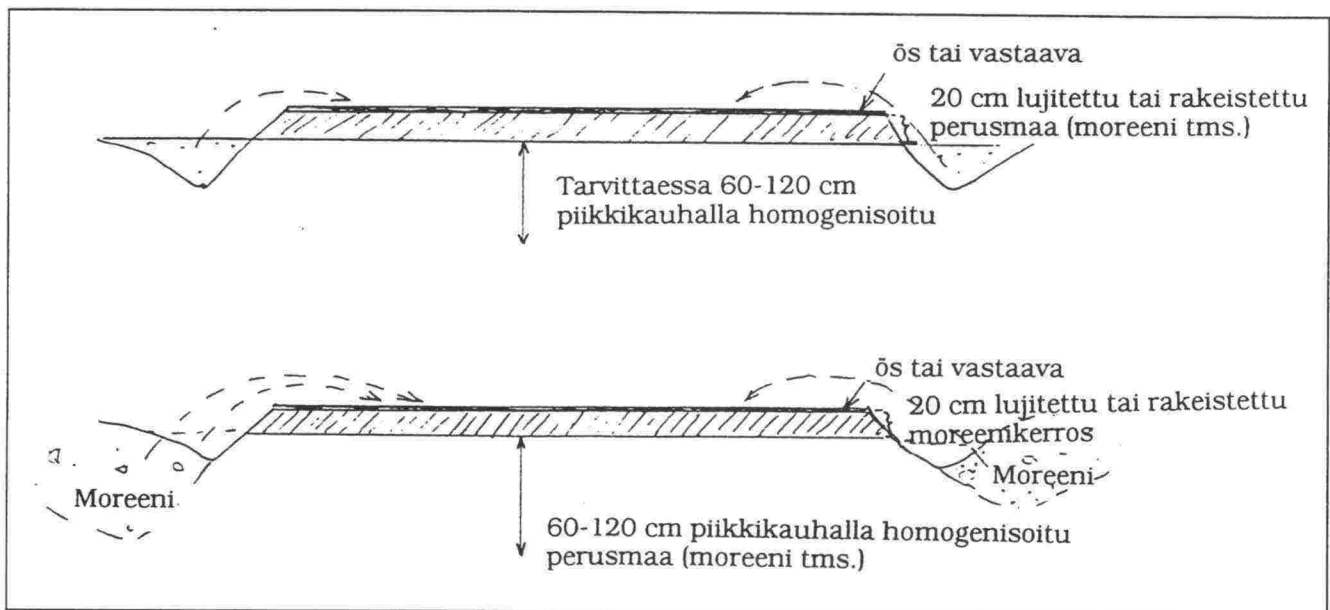
Ei pitäisi olla kuin "korvien välissä" I. asenteet.

4.8.2 Idea 2

4.8.2.1 Kuvaus rakenneideasta

Vähäliikenteisen tiestön rakenneratkaisu

Idea sama kuin ideassa 1, mutta käytetään materiaalina sitä, mitä tielinjalla tai vierellä on / moreenia tai vastaavaa ja lujitetaan se ennakkokokeiden perusteella määritetyllä masuunihiekka (ei katalysaatt.) määrällä.



4.8.2.2 Idean käyttökohde

Kaikilla ainakin alempiluokkaisilla teillä.

4.8.2.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

- edullinen ratkaisumalli
- ei materiaalikuljetuksia.

Materiaalisäästöt

- erittäin vähän tielinjan ulkopuolista materiaali (luonnonvarojen säästö)
- lujittajana terästeollisuuden jäte.

Ympäristövaikutukset

- ei monttuja
- ei maa-aineksen kaatopaikkoja
- jätteet hyötykäyttöön.

Muut seikat

- taloudellinen käyttöalue: koko maa

- talvisen ajan lujittamisen mahdollisuus, (esim. marraskuu, huhtikuu) kun olosuhteet valitaan oikein, varsinainen lujittuminen alkaa tietenkin vasta lämpötilan noustua nollan yläpuolelle)
- alemmalla tieverkolla työ ns. kevyellä traktorivetoisella kalustolla.

4.8.2.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

Ei periaatteellisia esteitä. Ainoat esteet korvien välissä ja riskienhallintakyvyssä.

4.8.3 Idea 3

4.8.3.1 Kuvaus rakenneideasta

Saman idean jatkokehittelyä, mitä on ideoissa 1 ja 2.

Tulevaisuuden tierakenteitten yläosan (kantava kerros) tulee olla sidottuja, jotta poistoikää voitaisiin jatkaa ja vuosikustannuksia pienentää (mm. hienonemisen ja deformatumisen takia). Taloudellisuuden takaa itseasiassa paikalta saatava perusmateriaali.

Kehitetään teollisuuden jäteaineista mittatilaustyönä maan- ja tienrakennukseen soveltuva sideaine eri maalajityypeille (konsentraatioiltaan säädeltävissä oleva sideaine).

Teollisuuden jäteaineilla on muutoin vain hyvin paikallinen käyttömahdollisuus ja hyvin vähäinen taloudellinen merkitys rakenteina (kantava, jakava, eristys). Rakenteen ja työmenetelmien kehittelyn ideana voi olla vain:

- hyvin laaja käyttöalue
- yksinkertaisuus
- laatuvarmuus
- helposti toteutettavissa
- mielekkäästi kilpailutettavissa
- paikallaan rakentamisen menettely.

Erikoisrakenteitakin kannattaa tietenkin tutkia, mutta suurin taloudellinen tuotekehittely panostui esittämäni tyyppisiin ratkaisuihin, joista saadaan ehdottomasti suurin taloudellinen hyöty.

4.8.3.2 Idean käyttökohde

Kaikki tiet.

4.8.3.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

Mikäli uuden sideaineen hinta on kohtuullinen, hyödyt ovat samat kuin ideassa 1 ja 2.

Materiaalisäästöt

Luonnonvarojen huomattava säästö.

Ympäristövaikutukset

Jätteet hyötykäyttöön.

Muut seikat

-

4.8.3.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

Ei ole muuta estettä kuin löytää uusi uljas sideaine jätteestä. Uskon siihen pystyttävän.

4.8.4 Idea 4

4.8.4.1 Kuvaus rakenneideasta

Mikäli jätteitä käytetään on toinen vaihtoehto (idea 3:n lisäksi).

Jätteet pitää saattaa sellaiseen muotoon, että niistä ei ole haittaa ympäristölle (briketoida tai rakeistaa, pelletoida), että niitä voidaan järkevästi ja taloudellisesti käyttää. Käyttökohde on tällöin erityisrakenteet, se on eristeet, kevennykset jne. Tällöinkin tuotteitten hintaan sisältyy tuntuvasti kuljetuskustannuksia.

4.8.4.2 Idean käyttökohde

Kaikki kohteet.

4.8.4.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

Jätteet hyötykäyttöön.

Materiaalisäästöt

Luonnonvarojen säästö.

Ympäristövaikutukset

Jätteet hyötykäyttöön.

Muut seikat

-

4.8.4.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

Halvan briketointi- ja pelletointisysteemin puuttuminen.

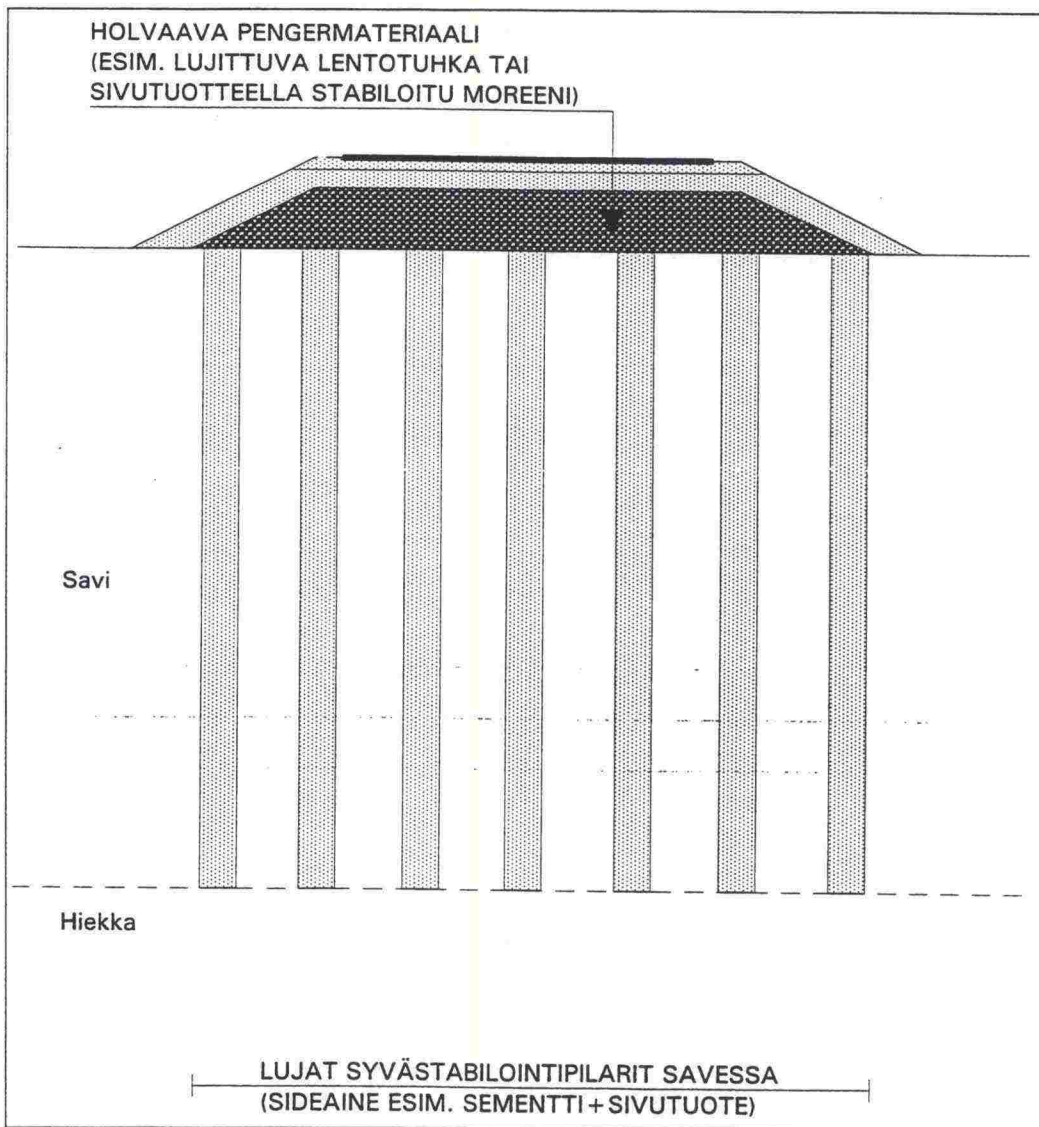
4.9 Pohjan tähti

4.9.1 Kuvaus rakenneideasta

Teollisuuden sivutuotteiden hyötykäyttö pehmeikkörakentamisessa

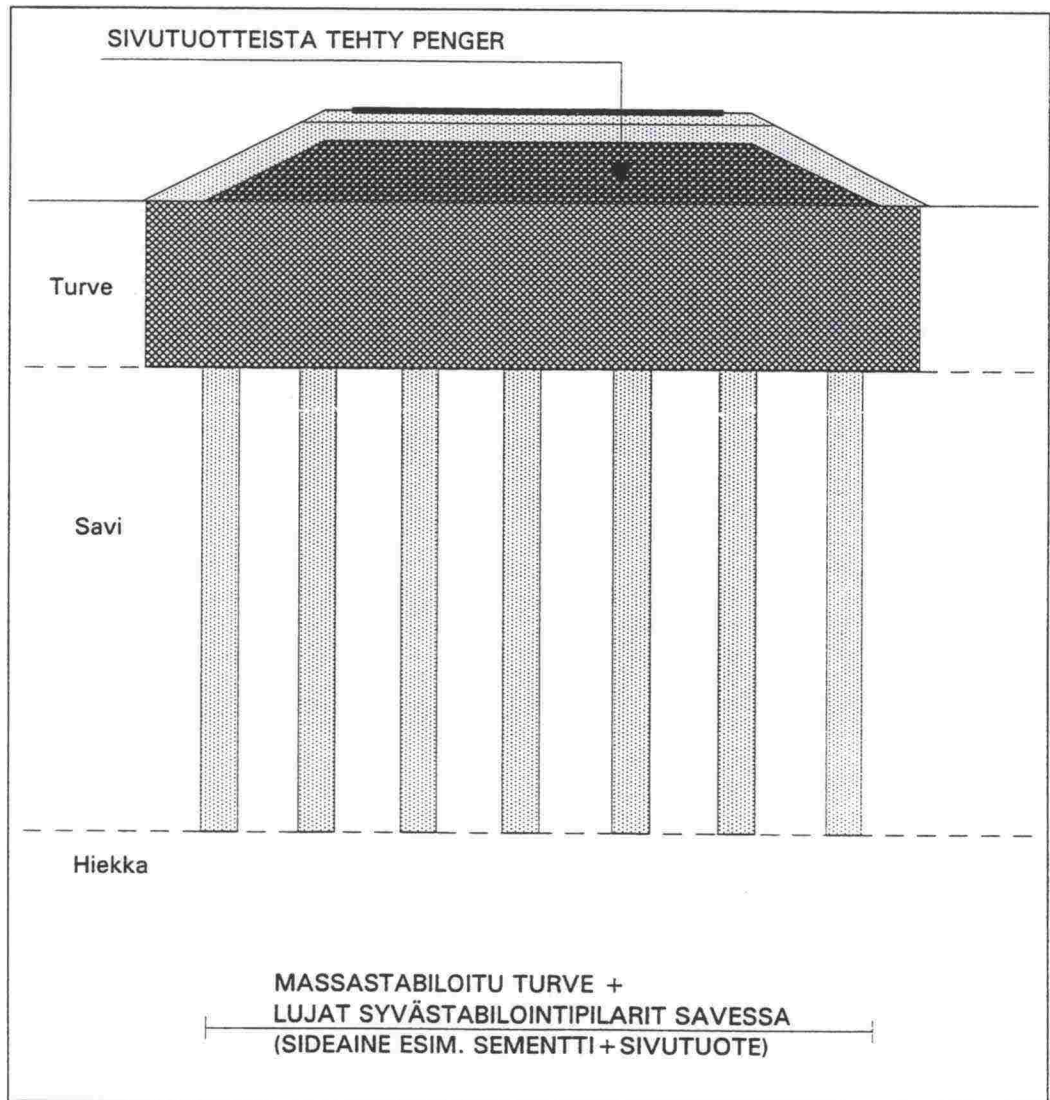
Pehmeikölle rakennettaessa voidaan pohjanvahvistuksessa sekä pengermateriaalina hyödyntää erilaisia teollisuusjätteitä sekä sivutuotteita.

Kuvassa 1 on esimerkki tierakenteesta, jossa lujittuvalla pengerrakenteella saadaan aikaan kuormituksia holvaava rakenne, jolla pengerkuorma siirretään alapuolisille syvästabilointipilareille. Penkereessä voidaan käyttää esimerkiksi lujittuvaa lentotuhkaa.



Kuva 1: Esimerkki tierakenteesta

Syvästabilointipilarit on tehty teollisuuden sivutuotteisiin perustuvalla sideaineella (suurilujuuksiset pilarit -> tavanomaista suurempi pilariväli -> holvautumisongelma). Myös turpeen stabilointi mahdollista sivutuotteilla (kuva 2).



Kuva 2: Esimerkki tierakenteesta

4.9.2 Idean käyttökohde

Soveltuu sekä uusille että parannettaville teille pehmeikölle rakennettaessa.

4.9.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

Edulliset penger- ja sideainemateriaalit.

Materiaalisäästöt

Luonnonkiviainesten sekä sementin/kalkin säästö.

Ympäristövaikutukset

Jätteiden kaatopaikkasijoituksen välttäminen.

Muut seikat

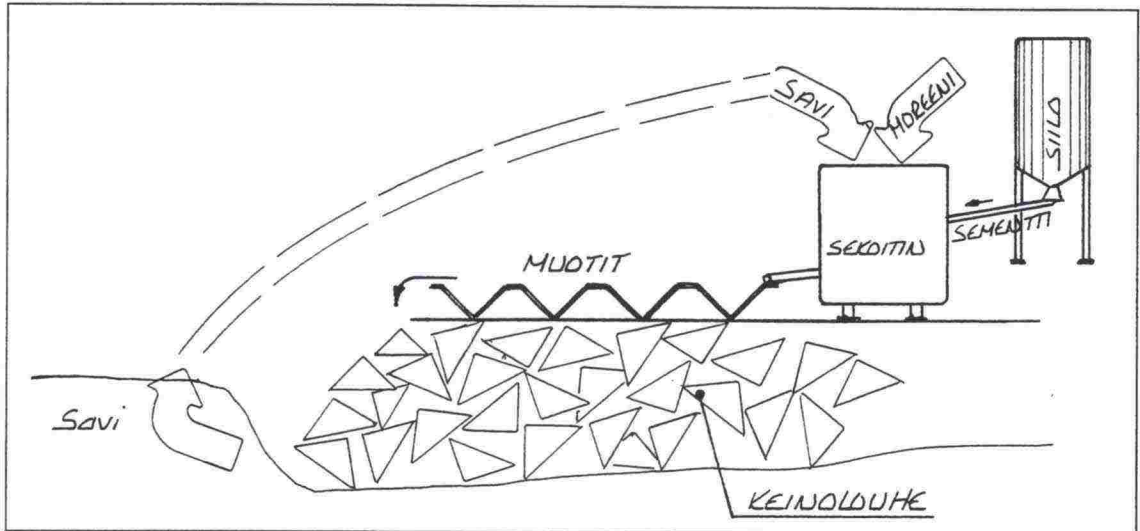
Vähentää myös routaongelmia.

4.9.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

Tavanomaista pehmeikkörakentamista. Mitoitusmenetelmät vaativat tutkimus- ja kehitystyötä.

4.10 Keinolouhe

4.10.1 Kuvaus rakenneideasta



Tiepenger

Savi sekoitetaan routivan moreenin ja sementin kanssa. Massasta valetaan laatta, joka paloitellaan iskuvasaralla lohkareiksi, jotka kelpaavat tiepenkereeseen syrjäyttämään pehmeikön savimassoja, jotka taas käsitellään em. tavalla.

4.10.2 Idean käyttökohde

Kaikki em. kohteet. Syrjäytettävät penkereet. Täyttöpenkereet.

4.10.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

-

Materiaalisäästöt

Ei tarvita louhosta.

Ympäristövaikutukset

Savelle ei tarvita läjitysalueita.

Muut seikat

Routivalle moreenille käyttö.

4.10.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttönoton esteet tällä hetkellä

Sekoitusasema olemassa. Muottina esim. maakuopat. Reseptin löytämiseksi on tehtävä kokeet.

4.11 Kivihiili

4.11.1 Kuvaus rakenneideasta

Lentotuhkan ja rikinpoistolopputuotteen käyttäminen tien alusrakenteissa

Kuivana lentotuhka painaa alle 10 kN/m³. Lehtotuhkarakenteiden kuivatilavuuspaino 12 - 16 kN/m³. Lentotuhkarakenne tehdään tiivistämällä lentotuhka optimikosteudessa. Lentotuhka on potsolaaninen aine, joten se lujittuu ajan kuluessa. Lentotuhkarakenteen puristuslujuus on vuoden kuluttua muutama MPa ja loppulujuutta voidaan kasvattaa haluttuun arvoon tai lujuudenkehitystä nopeuttaa lisäämällä tuhkan joukkoon sementtiä.

Tiivistetyn lentotuhkarakenteen levykantavuuden E_1 -arvo on noin 50 - 70 MN/m² ja E_2 -arvo noin 100 - 200 MN/m². Lujittumisen ansiosta arvot jopa kaksinkertaistuvat. Mikäli lujittumista ei oteta huomioon, tuhkan tieteknisen kantavuuden vastaavuuskertoimenä voidaan käyttää jakavan soran arvoa 3. Mikäli lujuus on vähintään 1 MPa ja se on ennakkokokein todettu, voidaan käyttää arvoa 2 (joka vastaa mursketta).

Lentotuhkan vedenläpäisevyys on kohtalaisen pieni, 10 - 7 m/s eli samaa luokkaa kuin siltillä. Veden kapillaarinen nousukorkeus on lentotuhkassa yli 2 m, mutta lehtotuhka ei oikein tiivistettynä ole routiva.

Lentotuhkan lämmöneristävyys on parempi kuin perinteisten materiaalien.

Rakennekuvia liitteessä 1.

4.11.2 Idean käyttökohde

Uusi tiestö.

4.11.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

Perinteistä rakentamistapaa edullisempi rakenne.

Materiaalisäästöt

-

Ympäristövaikutukset

Kestävän kehityksen mukainen rakenne, koska teollisuuden sivutuote hyödynnetään.

Muut seikat

Ehdotettu rakenne on perinteistä kevyempi ja sen lämmöneristävyys on parempi.

4.11.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

Liitteessä 1 esimerkkejä toteutuneista rakenteista.

LIITE 1

VUOSAAREN KOETIE

RAKENNEKERROKSET

TÄYTTÖKERROS 0 - 1500 MM

* LENTOTUHKA

* RIKINPOISTOTUOTE

RPT I : 90% LENTOTUHKAA, 10% RIKINPOISTOTUOTETTA

RPT II : 70% LENTOTUHKAA, 30% RIKINPOISTOTUOTETTA

JAKAVANSORA 200 - 500 MM

KALLIOMURSKE 200 MM

RAKENTAMINEN

LEVITYS: Tiehöylä

TIIIVISTYS: Ajettava täryjyvä (n. 6t)

300 mm kerroksina > 150 mm tiivistettynä

6 yliajokertaa keskimäärin

PURISTUSLUJUUDET

yksiaksiaalinen puristus, korkeus:halkaisija 2:1

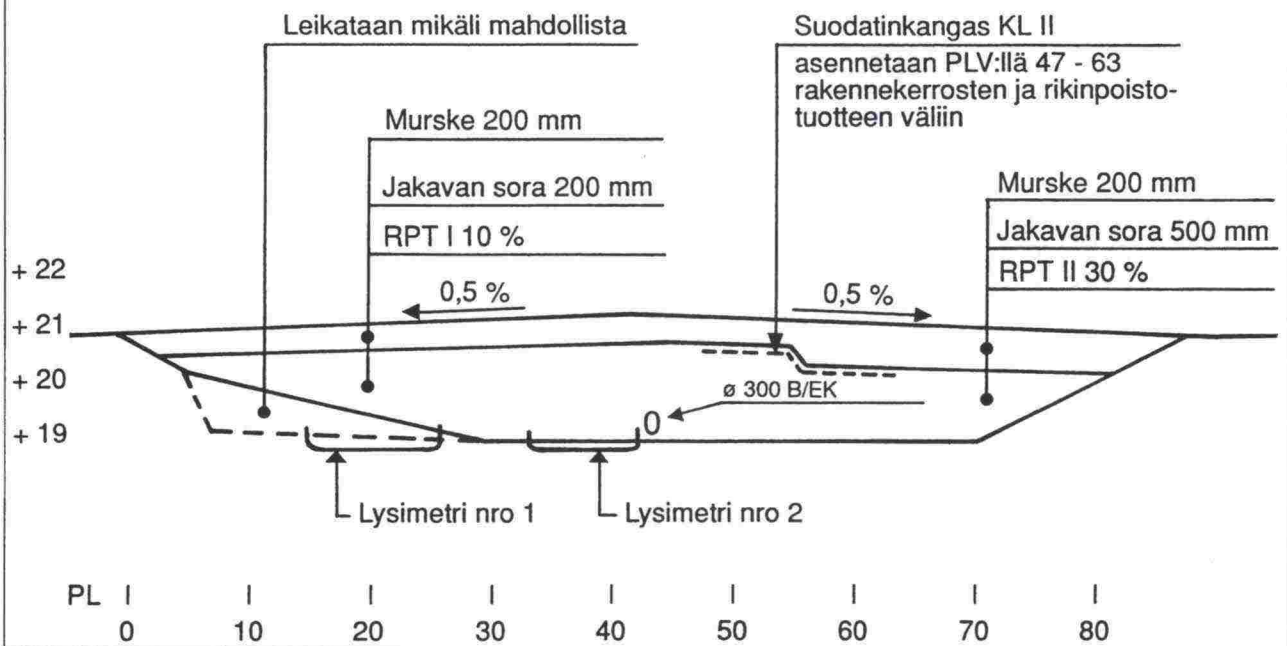
RPT I : 530 kPa (35d)

RPT II : 290 kPa (35d)

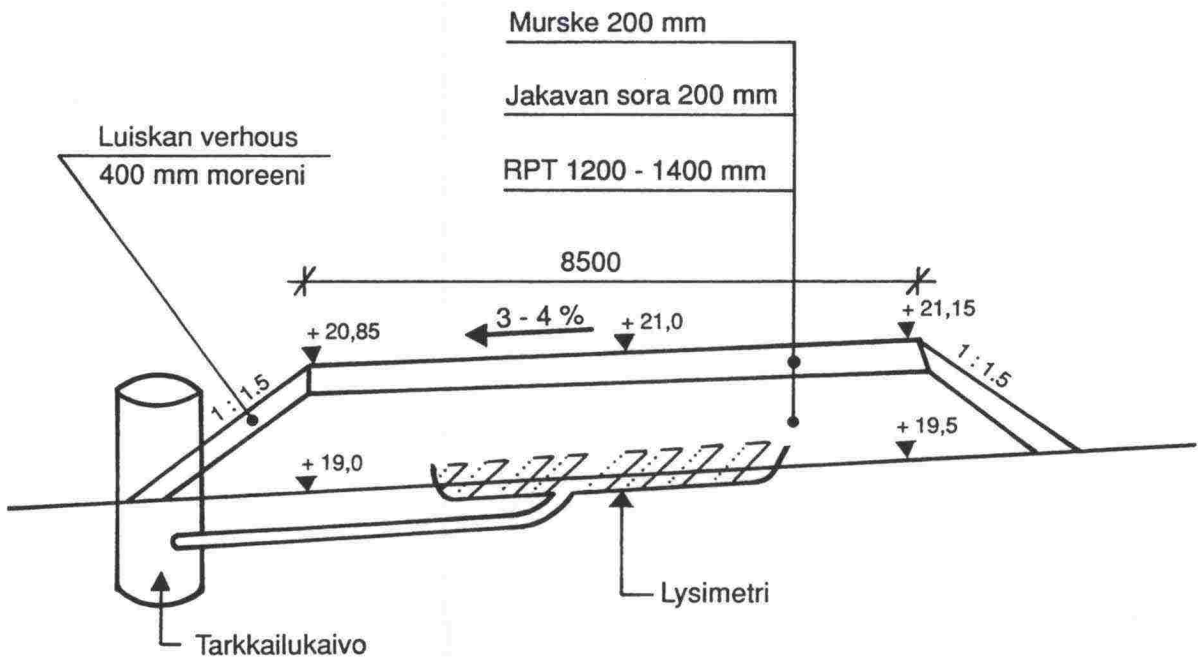
KUIVATIHEYS

RPT I: 1403 kg/m³RPT II: 1330 kg/m³

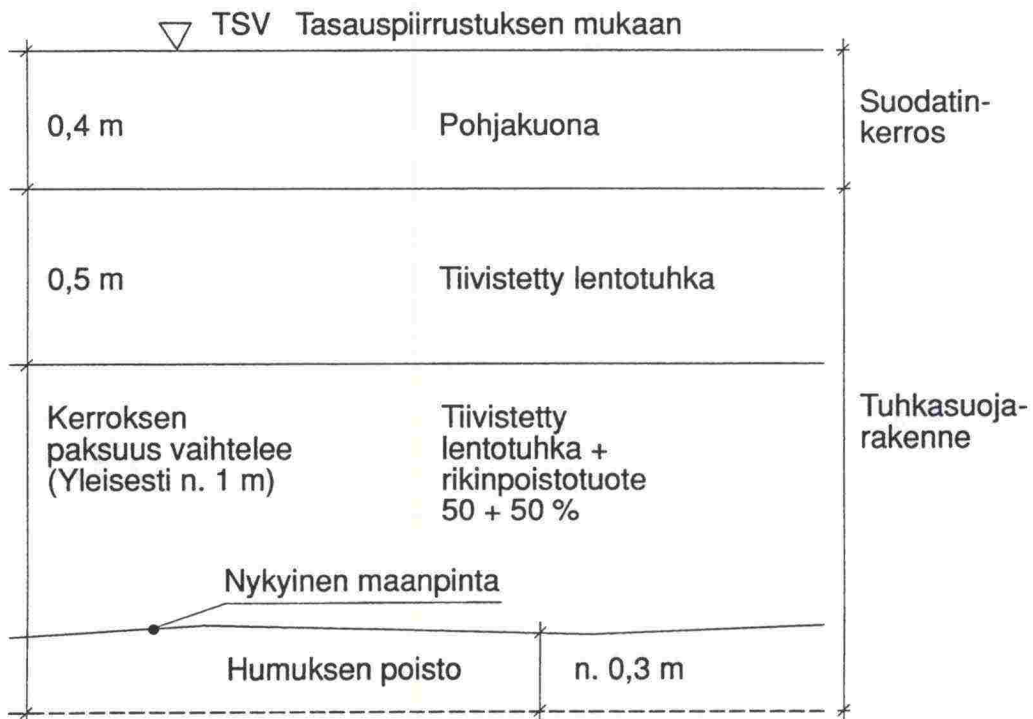
Vuosaaren koetien rakenteita



Vuosaaren koetien leikkaus



Vuosaaren hiilikenttävaraston pohja



4.12 Routasydän

4.12.1 Kuvaus rakenneideasta

Ehdotuksen pääideana on käyttää kahta synteettistä materiaalia tierakentämisessä, joiden ominaisuuksien ja tehtävien avulla voidaan parantaa tien toimivuutta.

Komposiittilujitteen ja kuivatusrakenteen avulla voidaan parantaa heikkolaatuisten materiaalien ominaisuuksia (routivuus, kantavuus, juoksettuminen).

Komposiittilujite on pienisilmäisen vahvisteverkon ja kuitukankaan kiinteä yhdistelmä. Salaojarakenne voi olla mm. salaojamatto, salaojakerros + putket (100...300 mm), ns. kuivattava kuitukangas tai pelkkä kuitukangas (> 400 g/m²).

Käyttämällä ko. materiaaleja kantavan ja jakavan kerroksen materiaalien "laadusta" voidaan tinkiä. Maamateriaalien hienoainespitoisuus voi olla yli tavanomaisen tai se voi olla juoksettuvaa (tasarakeista, huonosti tiivistyvää). Maamateriaalien sijasta voidaan käyttää myös teollisuuden jätteenäiteitä (tuhkaa, kevytmurskaa).

jatkuu liitteessä

4.12.2 Idean käyttökohde

Uusi tie (raskaista kevyisiin). Etenkin ns. ikuisen kuitukankaan: kompostilujitteen osalta.

Parannettavat tiet. Etenkin kuivatus- ja routimISRatkaisun osalta eli käyttämällä kuivatusrakennetta.

4.12.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

Merkitys korostuu etenkin siellä missä soveltuvia luonnonmaamateriaaleja on heikosti saatavilla. Erittäin suuri merkitys idealla on myös heikompileatuisten materiaalien käyttöönoton mahdollistamisessa.

Materiaalisäästöt

Rakenteen avulla voidaan saavuttaa vaadittu kantavuus ja rajoittaa routanousua sallitaksi tavanomaista hienoainespitoisemmalla maalajilla tai teollisuuden jätemateriaalilla tms.

Ympäristövaikutukset

-

Muut seikat

-

jatkuu liitteessä

4.12.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

Liitteessä on esitetty rakenteen periaate.

Materiaalit ovat markkinoilla suhteellisen nuoria ja käyttökokemuksia ei ole riittävästi. Tosin ko. materiaalit ovat olleet erilaisissa muodoissa käytössä jo vuosia.

jatkuu liitteessä

LIITE

TEIDEN PARANTAMINEN JA UUSIEN TEIDEN RAKENTAMINEN

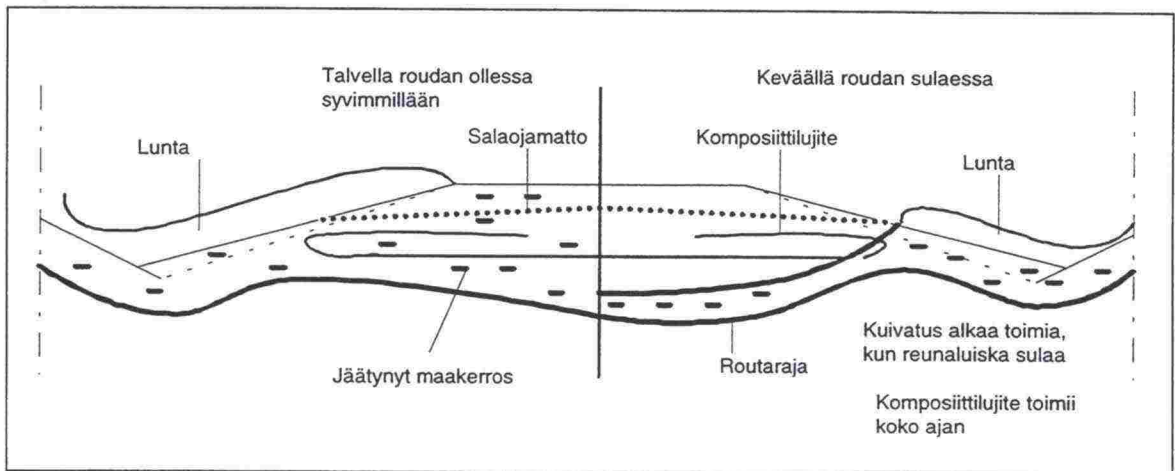
1. Ongelma

Ongelmana monilla liikennöidyillä teillä ovat mm: heikko kevätkantavuus, hienoaineksen pumppautuminen tien pinnan läpi eli rakennekerrosten ja pohjamaan sekoittuminen, tien reunojen leviäminen, epätasainen routiminen ja kuivatusongelma.

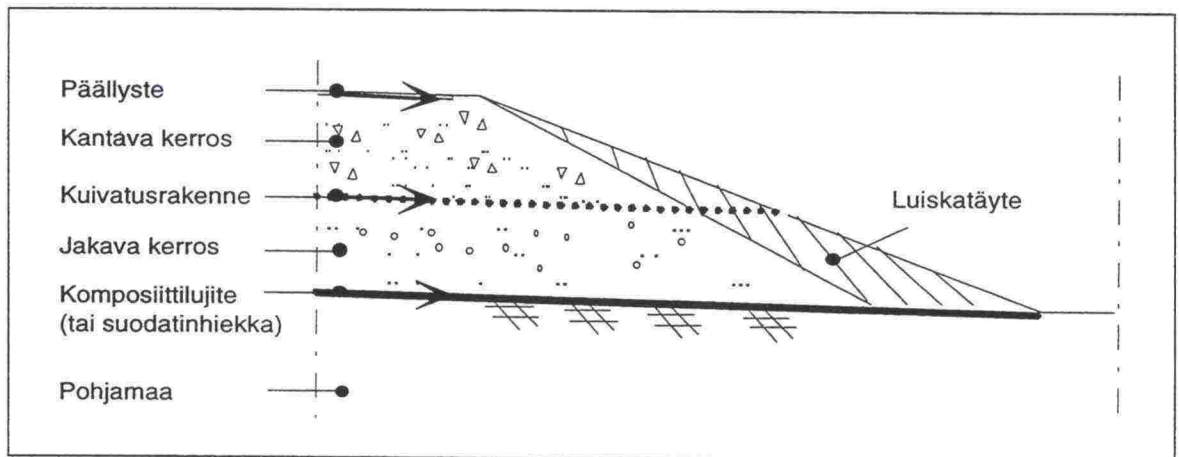
Ongelmien syitä ovat todennäköisesti veden kapillarinousu tierakenteeseen, veden todellisten virtausolosuhteiden vaikea selvittäminen, pohjaveden korkea sijainti sekä kuivatusjärjestelmän puutteellinen toiminta erilaisissa pohjasuhteissa ja vaihtelevissa sääolosuhteissa.

2. Parannusmenetelmä

Rakenneratkaisu: Yhdistetty komposiittilujite ja kuivatusrakenne. Kuva 1.



Kuva 1a: Komposiittilujite + salaojamattorakenne, periaatekuva



Kuva 1b: Komposiittilujite + kuivatusrakenne. Komposiittilujite: Lujuus ~50 kN/m ja kuitukangas esimerkiksi 300 g/m². Kuivatusrakenne: salaojamatto tai kuivattava kuitukangas (peitto esimerkiksi 50 %).

Komposiittilujitteella tarkoitetaan tässä yhteydessä vahvistekankaan ja vapaasti valittavan kuitukangasmateriaalin kiinteää yhdistettä. Vahvisteosan lujuus on vaihdellen 20 - 700 kN/m ja kuitukankaan paino 300...1200 g/m².

Komposiittilujite tasoittaa routanousueroja. Kantavuuden paraneminen on merkittävää sekä tien reunojen vahvistaminen voidaan yhdistää rakentamiseen. Pohjamaan sekoittuminen rakennekerroksiin estyy. Tien "kestoikä" paranee (100 vuotinen kuitukangas, myös tsv:aa nostettaessa ja louhetta vasten). Rakenne on nopea toteuttaa. Lujite on helppo asentaa (yksi asennuskerros) ja materiaalihinta on kohtuullinen.

Tehtyjen tutkimusten mukaan erilaiset kuitukankaat ovat pienentäneet routanousua kenttähavaintoihin perustuen 8...18 % verrattuna tekstiilittömään tierakenteeseen. Kangas on toiminut kapillaarisen vedennousun katkaisijana. Routanousun on todettu pienentyneen, vaikka roudan maksimisyvyys on ollut suurempi (~1,9 m) kuin kankaiden asennustaso (0,66, 0,99 ja 1,27 m) /Henry, et al. 1993/. Laboratorio- ja kenttäkokeiden perusteella on todettu, että asentamalla kankaita **useampia kerroksia** voidaan vaikutusta huomattavasti tehostaa /mm. Henry, 1988/.

Kuivatusratkaisuun liittyy monia ongelmia. Tasaisella alueella salaojaputkea ei voida sijoittaa tarpeeksi alas, koska veden johtaminen pois esimerkiksi tien keskilinjalle sijoitetusta salaojakaivannosta on käytännössä hankalaa ja asentamiskustannukset kalliit. Monet toteutuneet kohteet ovat olleet enemmän tai vähemmän epäonnistuneita.

Tarpeeksi korkealle rakennekerrokseen sijoitetulla salaojituksella (salaojamatto, salaojaputket, salaojamattokaistat tai ns. kuvattava kuitukangas, joka on valmistettu hyvin vettä johtavaksi) voidaan liikennekuormituksen aiheuttama huokosveden ylipaine purkaa vuoden hankalimpana ajankohtana (kevällä sulamisvaiheessa).

Huokosylipaineen suuruus (huokospainekerroin \bar{B}) riippuu maalajista ja maan kyllästysasteesta. Maan kantavuus (kantavuusmoduuli) taas riippuu maalajista, jännitystilasta, tiiviystilasta, vesipitoisuudesta ja kyllästysasteesta. Kantavuusmoduulin vuodenaikaisvaihtelua kuvaava kevätkantavuuskerroin voidaan esittää likimäärin kaavalla 1.

Olettamalla muiden tekijöiden pysyvän suhteellisen vakioina voitaneen kevätkantavuuskerrointa parantaa kuivatuksella noin 10...50 %. Tämä oletus perustuu maan tehokkaan jännitystilan paranemiseen huokospaineparametrin pienenemisen myötä. Tien yläosaan rakennetun salaojakerroksen avulla parametrin arvoa voidaan todennäköisesti alentaa suhteessa maan kyllästysasteen pienenemiseen. Rakennekerroksissa voidaan lisäksi käyttää vanha "heikkolaatuinen" maamateriaali hyväksi tai materiaaliksi muuten kelpaamaton kivihiilituhka yms.

Salaojakerroksella voidaan nopeuttaa roudan löyhdyttämisen ja veden kyllästämisen kerroksen kuivumista. Pohjamaahan kohdistuu pienempiä kuormituksia, kun rakennekerrosten kuormitusta jakava jäykkyys paranee ja vaakasuorat muodonmuutokset rakennekerrosten alareunassa pienenevät.

$$kkk = \left(\frac{\sigma_0 - \bar{B} \Delta \sigma}{\sigma_0} \right)^n \quad (1)$$

- kkk on kevätkantavuuskerroin (käytännössä 0,4...1,0)
- σ_0 tarkastelutasolla vallitseva pystysuora kokonaisjännitys, $(-\gamma z + \bar{B} \Delta \sigma)$, kN/m²
- \bar{B} huokospainekerroin
- n eksponentti (n = 1, kun maa erittäin routiva
n = 0, kun maa on routimaton).

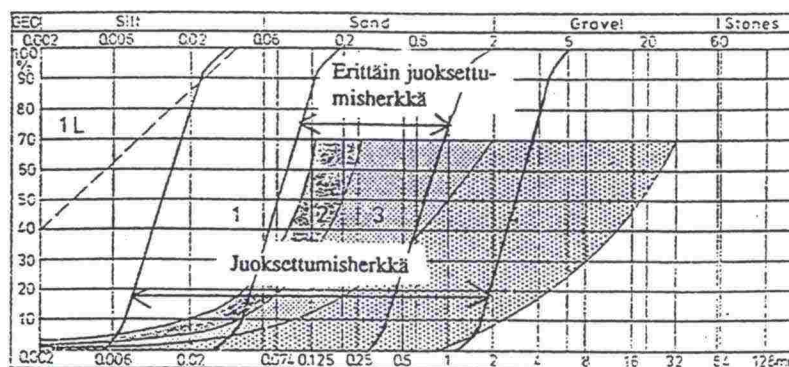
3. Yhteenveto

Ehdotuksen mukaisella rakenteella voidaan vaikuttaa kaikkiin em. ongelma-alueisiin. Rakenne vaatii kuitenkin, etenkin kuivatusratkaisultaan, koerakennuskohteita.

Yhdistettyä rakennevaihtoehtoa (komposiittilujite + salaojakerros) suositellaan käytettäväksi silloin, kun pohjavedenpinta on korkealla.

Rakenteesta voidaan jättää salaojamattokerros pois tai se voidaan korvata kuitukankaalla silloin, kun pohjavedenpinta on vahviteen asennustasoa alempana (pohjavedenpinta syvällä koko vuoden). Kuitukangas tulee valita maamateriaalin raekoon mukaan. Tutkimusten mukaan kuitukankaan tyypin valinnalla on merkittävä vaikutus rakenteen toiminnalle. Vaihtelevissa kentäolosuhteissa varmempia ratkaisuja ovat salaojamatot ja erityisesti kuivatuskäyttöön suunnitellut kuitukankaat. Kuivatusrakenteen tulee ulottua luis-kan ulkoreunaan asti tai sen yli.

Rakenteesta voidaan jättää lujitekerros pois ja/tai korvata se kuitukankaalla etenkin silloin, kun ongelmana on hienorakeisen, mutta muutoin kantavan, rakennekerroksen nesteytyminen keväisin. Liikennekuormituksen aiheuttama nesteytyminen (juoksettuminen) tapahtuu helpoimmin tasarakeisessa ja huonosti vettä läpäisevässä maassa (kuva 2).



Kuva 2: Juoksettumisherkkä rakeisuusalue

Käyttämällä ko. kuivatusta voidaan vanhallakin materiaalilla savuttaa tyydyttävä lopputulos. Lisäksi lisäämällä pystyjoitusnauhoja rakenteen pinnasta pohjamaahan voitaisiin huokospaineen purkautumista tehostaa, mutta käytännössä tämä lienee työlästä ja kallista toteuttaa.

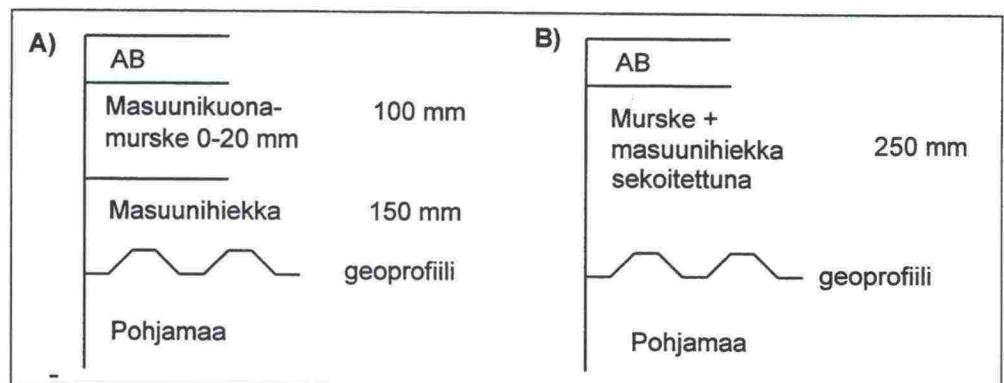
Rakenne-ehdotuksella voidaan parantaa huomattavasti heikkolaatuisten maamateriaalien kantavuus- ja routivuusominaisuuksia. Tällöin rakentamisessa (kantava/jakava kerros) tulevat luonnollisesti kyseeseen myös hienoainesta tavanomaista enemmän sisältävien luonnonmateriaalien ohella kivihiilituhka, kevytmurske jne. Käytettäessä erilaisia teollisuuden jättemateriaaleja on aineksen pH määritettävä vahviteen käytön yhteydessä.

4.13 Liittorakenne

4.13.1 Kuvaus rakenneideasta

Liittorakenne, jossa vetojännitykset siirtyy geoprofiiliin (karhennettu pinta <--> hyvä kitka sidottuun materiaaliin <--> adheesio).

Laatta, jos puristusta ottavat lujittuvat masuunikuonarakenteet.



4.13.2 Idean käyttökohde

Heikosti kantavat ja routivat tiet; savioratie.

4.13.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäyttöön

Taloudellinen merkittävyys

Ohuella rakenteella riittävä kantavuus - edullinen materiaalitalous.

Materiaalisäästöt

Voidaan hyödyntää paikallinen (huonolaatuinen) materiaali; vähentää murskeen tai soran käyttöä.

Ympäristövaikutukset

Teoll. sivutuotteiden optimoitu hyötykäyttö (masuunikuona) säästää soraharjuja, suojaa pohjavettä.

Muut seikat

Vaihtoehto A: lämmöneriste.

Liittovaikutus toimii myös routanousua estämässä ja tasaamassa. Talvira kentaminen mahdollista. Estää kapillaariveden nousun tierakenteeseen, ei kevätkantavuusongelmia.

4.13.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

Rakentaminen: tasaiselle pohjalle levitetään geoprofiili.

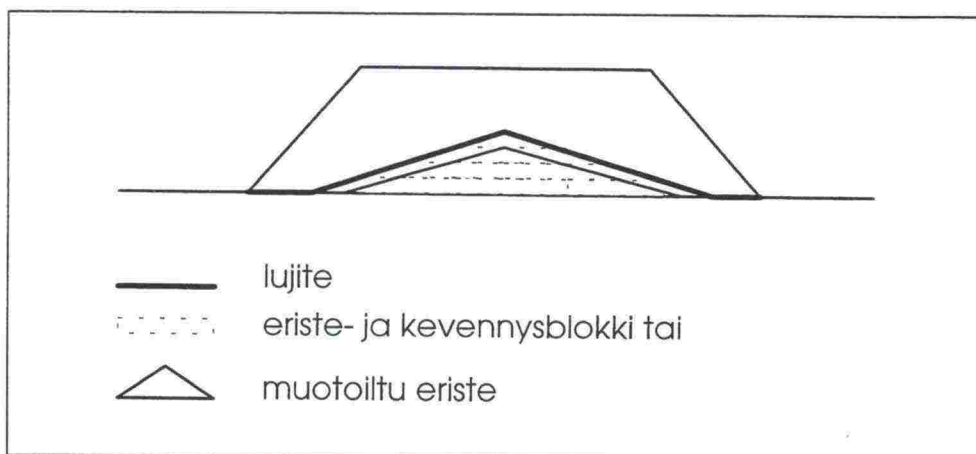
- A) Levitys masuunihiekka 150 mm, levitys masuunikuonamurske, tiivistys;
- B) Sekoitetaan masuunihiekka paikalla olevaan murskeeseen - kaivetaan geoprofiilille asennustila, täytetään sekoitettu massa geoprofiilin päälle, tiivistetään eli ns. teräsverkkorakentaminen.
- Käyttöönnotolle ei estettä.

4.14 ROAD 4U2 a

4.14.1 Kuvaus rakenneideasta

Tiepenkeren routanousujen ja sivusuuntaisten painumaerojen hallintarakenne.

Pehmeälle maapohjalle tehty tavanomainen tiepenger pyrkii painumaan penkereen keskiosasta reunaosia enemmän. Reunaosat puolestaan pyrkivät siirtymään myös sivusuunnassa. Maapohjan routiessa pengerrin puolestaan nousee eniten keskiosastaan. Edellä mainittujen haittojen vähentämiseksi tarvitaan kuvassa 1 esitetty, keskiosastaan kevennetty ja eristetty pengerrin, joka vielä lujitetaan sivusiirtymien vähentämiseksi.



Kuva 1: Keskiosastaan kevennetty ja eristetty pengerrin

4.14.2 Idean käyttökohde

Parhaiten ehdotettu rakenne sopii uusille teille, mutta myös raskaita korjaustoimenpiteitä vaativiin kohteisiin.

4.14.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

Ehdotettu rakenne parantaa tien tasaisuutta ja vähentää painuma- ja routavaurioiden määrää. Kevennys ja eristys kohdistetaan juuri oikeaan paikkaan rakenteessa. Lujitteista saadaan ulos suurempi hyöty.

Materiaalisäästöt

Säästää luonnonmateriaaleja eristeiden osalta.

Ympäristövaikutukset

Ympäristölle haitaton rakenne. Mikäli eriste- ja kevennysmateriaalina voidaan käyttää haitattomia uusiutuotteita, rakenne on vieläkin ympäristöystävällisempi.

Muut seikat

Tien liukkaus mahdollista, kuten kaikissa eristetyissä ja kevennetyissä rakenteissa.

4.14.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

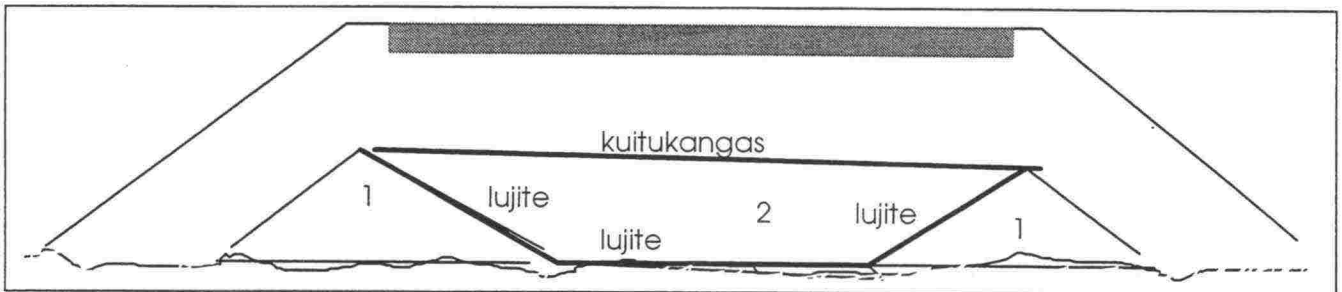
Blokkimaisten eristeiden osalta ei aiheuta muutoksia nykykäytäntöön. Myös rakeisten materiaalien tiivistäminen kaltevaan kulmaan onnistuu. Mitoitus alkuvaiheessa vaatii uudempien numeeristen menetelmien käyttöä.

4.15 Pendolino, Painumatasaus

4.15.1 Kuvaus rakenneideasta

Painumatasaus

Pehmeikölle rakennettavan penkereen rakentamisjärjestystä ja -tapaa säätelemällä voidaan vaikuttaa painumien tasaisuuteen poikkileikkauksessa. Tiealueen reunalle rakennettavat kolmiopenkereet rakennetaan mineraalimaalajista. Niiden väliin sijoitetaan lujitekangas tai luja geotekstiili (VTT-GEO lk. 4...5) ja päälle tiivistetään kevyt täyttömateriaali (stabiloitu massa, LECA-sora, kevytmurske, lentotuhka, ms.). Kerrokset peitetään tarvittaessa geotekstiilillä, esim. kapillaarisen nousun katkaisemiseksi. Korkeissa penkereissä seuraavat rakennekerrokset voidaan toteuttaa samalla periaatteella.



4.15.2 Idean käyttökohde

Ratkaisu soveltuu sekä uusrakennuskohteisiin että perusparannustapauksiin.

4.15.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

Rakenne tekee toisaalta laadultaan heikompien materiaalien käytön mahdolliseksi, toisaalta voidaan toteuttaa rakenteen toiminnallisia ratkaisuja (routeriste, kapillaarikatkaisu, salaojitus, lujittaminen) taloudellisesti komposiittiperiaatteella.

Materiaalisäästöt

Mahdollistaa paikallisten materiaalien sekä sivutuotteiden laajamittaisen käytön.

Ympäristövaikutukset

Mahdollisesti käytettävien sideaineiden ympäristövaikutuksista vastaa materiaalityöimittäjä.

Muut seikat

Lujitekankaita voidaan valmistaa myös Suomessa.

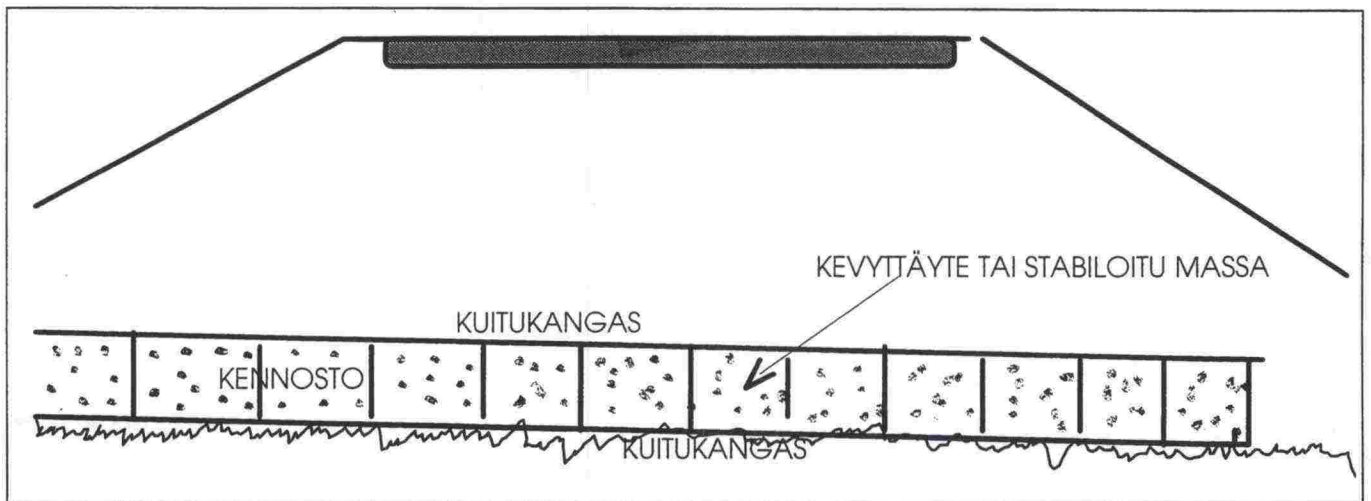
4.15.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

4.16 Pendolino 2, Mesimatto

4.16.1 Kuvaus rakenneideasta

Mesimatto

Maapohjan ja tierakenteen väliin sijoitetaan komposiittikerros, joka koostuu suodatinkankaista ja synteettisestä kennostosta. Noin 10 - 15 cm korkea kennosto täytetään tarpeiden mukaan joko kevytsoralla, stabiloidulla maamassalla, sivutuotteella tai hyvin vettä läpäisevällä materiaalilla. Kerroksen toimintafunktiona on joko salaojitus, routaeristys tai kevennys. Kennosto estää lohkojen välissä olevien massojen sivusiirtymät samalla parantaen rakenteen kantavuutta. Kuitukangaskerrokset estävät massojen sekoittumiset keskenään.



4.16.2 Idean käyttökohde

Ratkaisu soveltuu sekä uusrakennuskohteisiin että perusparannustapauksiin.

4.16.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

Kennostorakenne tekee toisaalta laadultaan heikompien materiaalien käytön mahdolliseksi, toisaalta voidaan toteuttaa rakenteen toiminnallisia ratkaisuja (routaeriste, kapillaarikatkaisu, salaojitus, lujittaminen) taloudellisesti komposiittiperiaatteella.

Materiaalisäästöt

Mahdollistaa paikallisten materiaalien käytön.

Ympäristövaikutukset

Mahdollisesti käytettävien sideaineiden ympäristövaikutuksista vastaa materiaalityöntekijä.

Muut seikat

Menetelmien yleistyessä kennostoja voidaan helposti valmistaa Suomessa.

4.16.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

-

4.17 Teitä ajatellen

4.17.1 Kuvaus rakenneideasta

Rakenneideana on sidottu kaksikerrospäällyste käyttäen hydraulisesti sitoutuvia sideaineita.

Rakenteen ideat ja vaatimukset ovat seuraavat:

Päällyste

Hydraulista sideainetta (esim. sementtiä, jauhattua masuunikuonaa, silikaa yms. tai niiden seoksia) ja korkealaatuista kiviainesta käyttäen valmistettu kulutuskerrososa (päällysteosa), jolla on seuraavat ominaisuudet:

* E-moduuli noin 30-40000 Mpa

Idea 1 Olisi kehitettävä sideaine, jonka E-moduuli on alhainen, mutta muodonmuutoskestävyysominaisuudet, kuten taivutusvetolujuus on korkea, sillä kuormitusten aiheuttamat jännitykset riippuvat E-moduulista.

Idea 2 Paksuus noin 7 - 10 cm kulutuskestävyystarpeesta riippuen (korkealuokkaisen kiviaineksen ja sideaineen tarve mahdollisimman vähäinen).

* Rakennettava kaksikerrosrakenteena, jonka tartunta alempaan sidottuun kerrokseen on "täydellinen".

Idea 3 Mitoituksessa käytetään hydraulisesti sidottujen kerrosten keskinäistä sitomista mitoituksessa hyväksi. Nykyisessä rakennekäytännössä ei ole voitu käyttää tätä hyväksi, vaan rakenteet on varmuuden vuoksi oletettu olevan irrallaan toisistaan, koska ne on rakennettu eri aikaan.

Idea 4 Päällysteen paksuudeksi tarvitaan ainoastaan oletetun kulumisen yms. kunnossapidon vaatima paksuus, kuten esim. AB-päällysteillä.

Idea 5 Päällyste voidaan myöhemmin korvata esim. bitumilla sidotulla päällysteellä.

* Sideainemäärä noin 400 kg/m³.

* Vesisementtisuhde erittäin alhainen kuivumis- ja kovettumiskutistumisen minimoimiseksi.

Idea 6 Käytetään paisuvaa sideaineosaa em. kutistumien eliminoimiseksi sekä päällysteosassa että alemmassa kantavassa osassa

Idea 7 Kiviaineksen maksimiraekoko noin 8 - 14 mm ajomukavuuden ja -turvallisuuden parantamiseksi, sillä käytettäessä kulutuskestävyydeltään parasta kiviainesta ja korkeaa lujuutta päästään tällöinkin asfalttipäällysteihin verrattuna noin 3 - 4-kertaisiin urautumiskestävyyksiin.

- * Pesubetonipinta (ajomukavuus: alhainen melu ja toisaalta hyvä kitka ja valonheijastavuusominaisuudet).

Päällysteen kantava kerros

Hydraulista sideainetta (esim. sementtiä, jauhettua masuunikuonaa, tuhkaa, teollisuuden sivutuotteita yms. tai niiden seoksia) ja marginaalikiviainesta käyttäen valmistettu päällysteosan kantava, jolla on seuraavat ominaisuudet:

- * E-moduuli noin 4000 - 10000 Mpa (saa olla korkeampikin, jos tulee halvalla).
- * Taivutusvetolujuus esim. noin 4 - 10 Mpa määrää mitoituksessa tarvittavan kerrospaksuuden.
- * Kerrospaksuus normaalisti noin 20 - 30 cm.

Idea 8 Kiviaineksena voidaan käyttää heikkolaatuista kiviainesta max. raekoko esim. noin 30 - 40 mm, sillä sille ei aseteta muita vaatimuksia kuin suhteellisen vaatimaton minimilujuus.

- * Sideainemäärä noin 100 kg/m³ (määräytyy kiviaineksen rakeisuuden ja laadun sekä sideaineen ominaisuuksien mukaan).
- * Alhainen vesisideainesuhte kuivumis- ja kovettumiskutistumien minimoimiseksi. Ihannetapauksessa ne ovat samat kuin päällysteosassa ja tulee olla joka tapauksessa lähellä toisiaan.

Idea 9 Päällystekerroksen kantavan osan alapinnan tulee olla sileä ilman halkeamia, jotta eliminoidaan "crack propagation", ts. päällysteen halkeilun alkaminen taivutusvetojännitystilassa laatan heikoimmasta kohdasta eli epähomogeenisuudesta laatan alapinnassa. Tämän vuoksi massan on oltava asemasekoitettua ja alustan tiivis ja sileä tartunnan estämiseksi. Tämä voidaan varmistaa käyttämällä muovikalvoa, kuitukangasta tai vastaavaa.

Muut rakenneyksityiskohdat

a)

Idea 10 Kutistumisauamat valmistetaan sahaamalla timanttilaikalla noin 2 - 3 mm:n saumat, jotka täytetään elastisella massalla korkealuokkaisella tiellä ja jätetään massaamatta alempiluokkaisella tiellä. Ideaalitapaus olisi noin 0,5 mm:n sauma, mutta sen aikaansaaminen liukuvalumenetelmällä lienee mahdotonta.

Idea 11 Paikalla valussa voidaan käyttää saumanmuodostajana muovi-, teräs- tms. esivalmistettua listaa.

b)

Saumatankoja käytetään vain korkealuokkaisilla teillä.

c)

Laattakoko noin 4...6 m x 4...6 m laatan paksuudesta riippuen.

d)

Pituussauman (2 - 3 mm) ankkuriteräs vain korkealuokkaisilla teillä.

e)

Idea 12 Poikkileikkaussuunnassa päällyste voidaan rakentaa reunassa, ts. raskaan liikenteen kaistalla paksummaksi kuin kevyemmin rasite-
tuilla kaistoilla alustan muotoilun avulla.

4.17.2 Idean käyttökohde

Uusi tie, laajat kenttä-, varasto- yms. alueet.

4.17.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

- sideainesäästöt suuria
- voidaan käyttää heikkolaatuisia kiviaineksia päällysteessä
- kulutuskestävää kiviainesta vain siellä missä sitä tarvitaan, ts. muutama cm pinnassa
- kuljetuskustannusten väheneminen (paikalliset kiviainekset mahdollisia).

Materiaalisäästöt

Kts. edellä. Korkealuokkaisen kiviaineksen säästäminen.

Ympäristövaikutukset

- marginaalisten kiviainesten käyttö
- ei tarvita runsaasti korkealuokkaista kiviainesmateriaalia.

Muut seikat

- mitoitusfilosofian muutos.

4.17.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

Rakenteen tekemisen periaate käy esille edellä olevasta selvityksestä.

Ei esteitä käyttöönotolle tällä hetkellä. Joidenkin ideoiden toimivuus käyttöön tulevilla materiaaleilla testattava ja varmistettava.

4.18 Frostbusters, Idea 2

4.18.1 Eristemaarakenne

Rakenne soveltuu vanhojen teiden parantamiseen. Menetelmä edellyttää laitetekniikan kehittämistä, ns. tiekoneen (remixer-tyyppinen, järeämpi) konstruointia ja uutta materiaalitekniikkaa.

Menetelmässä käytetään hyväksi vanhan tierakenteen kerrokset, joihin sopivasti bitumia ja polyuretaanipohjaisia aineita lisäämällä saadaan tarvittavat tekniset ominaisuudet.

Valmis rakenne on täysin routimaton, jolloin sulamis-pehnyminen-ilmioita ei esiinny, ja kantavuuden kevätaikaista alenemaa ei tapahdu (alusrakenne ei jäädy).

Tiekone

Kone työskentelee kahdessa vaiheessa vanhaa tierakennetta jyrkien. Ensimmäisessä vaiheessa jyrsitään päällysrakenteen yläosa (noin 10 cm), joka johdetaan kuljettimen kautta sekoittimeen. Toisessa vaiheessa jyrsitään päällysrakenteen alaosa (30...50 cm, jossa voi olla mukana myös alusrakenne), joka johdetaan kuljettimella sekoittajaan.

Toisen vaiheen sekoittajassa lisätään polyuretaanipohjaista kemikaalia, joka reagoi maa-aineksessa olevan veden kanssa paisuen kymmenkertaiseksi (vertaa Tacss-injektointiaine). Valmis paisuva massa levitetään jyrksille alustalle ja tiivistetään kevyesti. Massa lujittuu kemikaalien reagoidessa ja muodostaa huokoisen, eristävän kerroksen.

Ensimmäisen vaiheen sekoittaja on pieni asfalttisekoitin, jossa jyrksittyyn massaan lisätään bitumi. Valmis massa levitetään eristemaakerroksen päälle ja tiivistetään.

Kone työskentelee kerrallaan yhden kaistan leveydellä.

Rakentamisen vaiheet

1. Kone jyrksii pinnasta 10 cm.
 - lämmitys
 - bitumin lisäys ja sekoitus
2. Kone jyrksii 30...50 cm.
 - polyuretaanin lisäys ja sekoitus
3. Maapolyuretaaniseoksen (huokoinen, lujittuva eristemaa) levitys ja tasaus (kevyt tiivistys).
4. Stabiloitumassan levitys ja tiivistys.
5. Päällysteen levitys.

Työn suoritus aiheuttaa mahdollisimman vähäisen haitan työnaikaiselle liikenteelle. Kone tasaa tien pituussuuntaista epätasaisuutta Remixerin tapaan (IRI lähes puolittuu).

Menetelmä vaatii raskaan ja tehokkaan koneen, mutta kokonaistaloudellisesti arvioituna uusi hyväkuntoinen tiemetri syntyy perinteisiä menetelmiä edullisemmin. Massojen kuljetuksia ei tarvita, ei myöskään murskauksia. Maa-ainesta ei oteta tielinjan ulkopuolelta. Mikäli pinta-osan laatu halutaan korkeammaksi, voidaan sekoittimeen tuoda lisämursketta.

Menetelmän rajoituksena ovat vanhan tierakenteen ylisuuret kivet, jotka voivat vaikeuttaa syväjyrsintää ja sekoitusta. Kivisyys on selvitettävä ennakkoon.

Rakennetta voidaan soveltaa kaikenluokkaisiin vaurioituneisiin teihin. Polyuretaanin käyttö vaatii ennakkokokeita laboratorioissa.

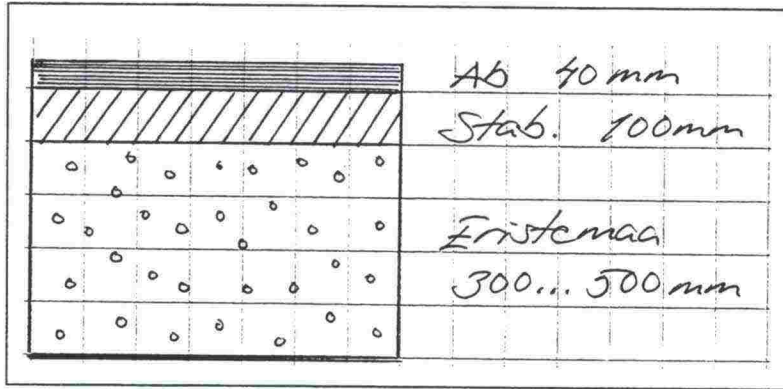
Taulukko 1: Eristemaarakenne. Kerroksellisen rakenteen kantavuus Odemarkin kaksikerrosmenetelmällä. Kantavuus 15.3.1995.

Nro	Kerros- materiaali	Paksuus (m)	Kimmomoduuli (MN/m ²)		Kantavuus (MN/m ²)
			(annettu)	(käytetty)	
1	Ab	0,04	2 500	2 500	221
2	BS	0,10	1 500	1 500	193
3	Eistemaa	0,25	280	280	113
4	Eistemaa	0,25	280	120	48
Pohjamaan kantavuus (MN/m ²)					20
Rakenteen kantavuus			221 MN/m ²		
Kerros-paksuus yhteensä			640 mm		

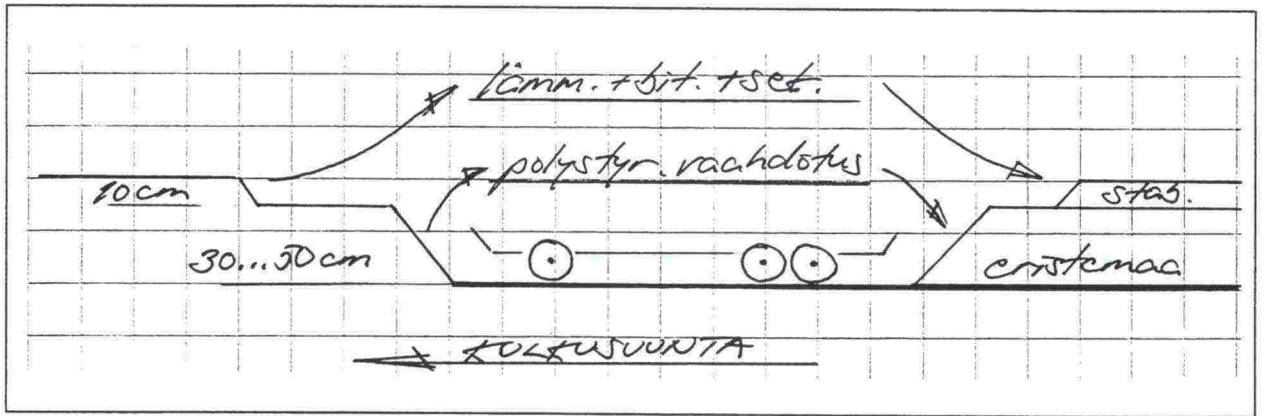
Taulukko 2: Eristemaarakenne. Routamitoitus 15.3.1995

Pakkasmäärä 40 000 Wh
Sulan maan lamda 1,30 W/Km
Pintavastus 0,15 Km²/W

Nro	Kerros- materiaali	Paksuus (m)	Lamdaj (W/Km)	Kosteus (p-%)	Kuivatiheys kN/m ³	Syvyys (m)
1	Ab	0,04	1,10	1	24,0	0,04
2	Stab	0,10	0,30	1	23,0	0,14
3	Eistemaa	0,50	0,20	5	15,0	0,64
4	Perusmaa	1,00	1,50	15	22,0	1,64
Routa tunkeutuu yllä olevassa rakenteessa syvyyteen 0,64 m (0,00 m kerrokseen nro 4)						



Kuva 2: Eristemaarakenne - rakennetyyppi



Kuva 3: Tiekoneen toiminta

4.19 Stapi

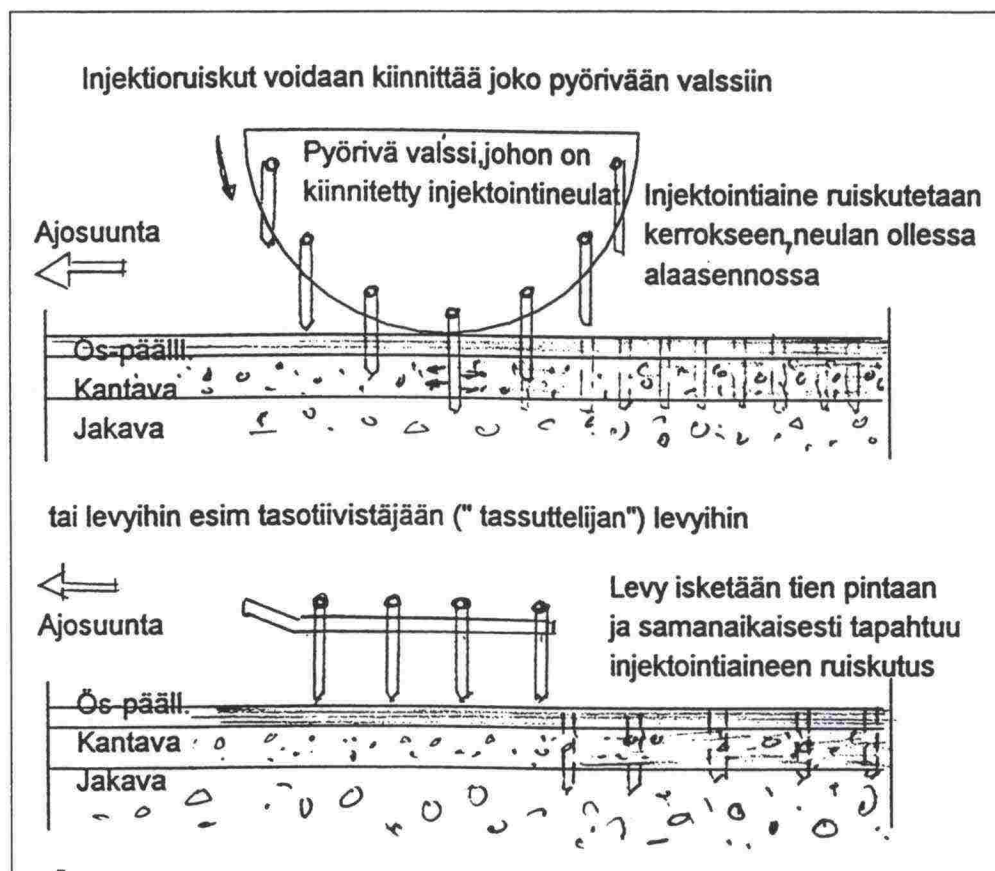
4.19.1 Kuvaus rakenneideasta

Kantavan kerroksen injektointi sementillä tai muulla lujitusaineella

Korjausmenetelmä, jolla voidaan korjata täsmällisesti vain ajoradan vaurioituneet kohdat. Menetelmällä lujitetaan heikkoa kiviainesta ja parannetaan kerroksen kantavuutta. Työ voidaan tehdä päällystettä rikkomatta.

Injektointiin voidaan käyttää

- sementtiä
- bitumia
- tai muita sideaineita.



Kuva 1: Injektointimenetelmän toimintaperiaate

4.19.2 Idean käyttökohde

Parannettava öljysora- tai muu kevytpäällysteinen tie, jonka päällyste on vaurioitunut huonon kantavuuden/heikkolaatuisen kiviaineksen takia.

4.19.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

Huomattava, koska menetelmällä voidaan korjata vain vaurioituneet osat.

Materiaalisäästöt

Päällystettä ei välttämättä tarvitse uusia eikä kantavan kerroksen paksuutta lisätä. Rakennetta parannetaan paikalla olevia kerrosmateriaaleja lujittamalla.

Ympäristövaikutukset

Ei haitallisia ympäristövaikutuksia. Vaikutus on positiivinen, jos injektointiin käytetään teollisuuden jäteliemejä (sellutehtaiden jätteitä).

Muut seikat

- vauriopaikka korjataan vanhaa rakennetta rikkomatta
- halpa menetelmä, vain vaurioituneet kohdat käsitellään
- ei aiheuta sanottavaa haittaa yleiselle liikenteelle
- tarve on suuri!
- nopea, pitkä käyttöaika IV - XI.

4.19.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

Kerrosta lujittava sideaine ruiskutetaan kantavaan kerrokseen päällysteen (ös) läpi.

Käyttöönoton esteet:

- valmista laitetta ei ole vielä olemassa.

4.20 Turvetie

4.20.1 Kuvaus rakenneideasta

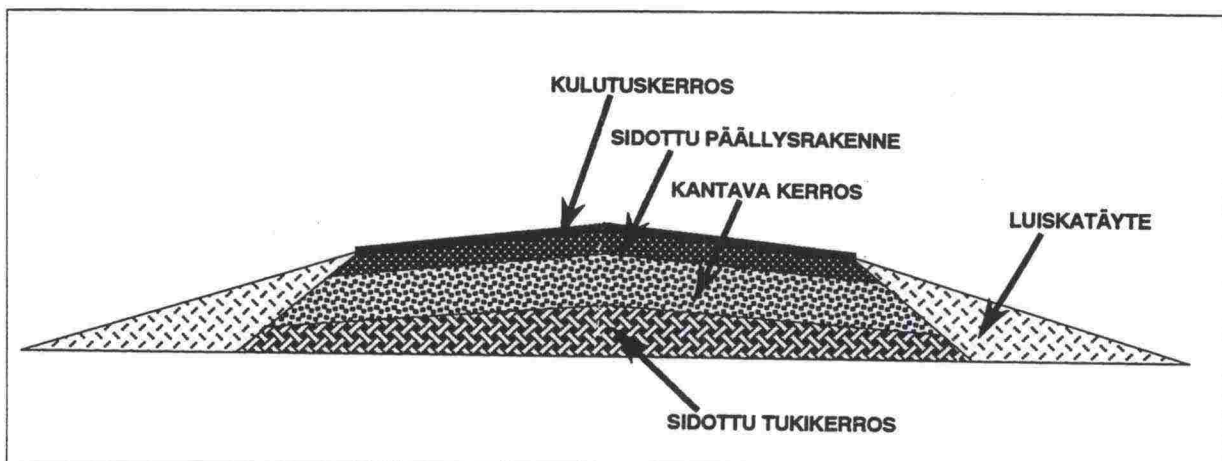
Sidottu tukikerros

Pohjamaasta rakennettava sidottu tukikerros ratkaisisi yhdellä kertaa useampia tierakennukseen liittyviä ongelmia. Sidotulla tukikerroksella tarkoitetaan "Toja" -levyn tapaista kerrosta, joka muodostetaan paikalla olevasta pintamaasta. Kerroksella on kantavuutta, se toimii kapillaarisen nousun katkaisijana ja lämpöeristeenä.

Sidottu tukikerros voitaisiin tehdä seuraavasti:

1. Poistetaan tielinjalta puut ja suuret kivet. Tehdään tarvittavat leikkaustyöt.
2. Jyrsitään pintamaa ja raivausjätekerros ns. suojurysimellä (esim. Saukko), joka pystyy jyrsimään noin 0,5 m:n kerroksen.
3. Jyrsityn kerroksen muotoilu.
4. Uusintajyrsintä siten, että jyrsimään syötetään yhtäaikaista sopiva sideaine. Sideaineeksi on varmaankin vain kaksi todellista vaihtoehtoa eli sementti ja bitumi, ja kummassakin on omat ongelmansa, jotka olisi ratkaistava. Jyrsinnän kanssa samanaikainen sideaineen sekoitus saa kerroksesta sopivan kuohkean, jotta vaaditut ominaisuudet täyttyvät.

Mikäli em. kerroksen rakentaminen todellakin onnistuisi, olisi sillä materiaaleja säästävä merkitys. Lämmöneristävyys pienentää routivuusmitoitusta, kapillaarinen nousu pysähtyy ja kantavuus kasvaa. Mikäli sidotussa kantavassa kerroksessa käytettäisiin vielä ekobetonia, olisi ulkopuolelta tuotavien aineiden määrä erittäin pieni.



4.20.2 Idean käyttökohde

Soveltuu kaikkeen tienrakentamiseen poislukien kallioiset ja louhikkoiset alueet. Sidontaa voisi soveltaa muihinkin kerroksiin.

4.20.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

Massojen siirrot vähenevät, läjitysalueita ei tarvita.

Materiaalisäästöt

Massamäärät pienenevät, koska hyödynnetään paikalla olevat massat, jotka olivat ennen ns. kelvottomia massoja.

Ympäristövaikutukset

Maa-aineksen ottopaikkojen tarve vähenee eikä tule maastoon sopeutumattomia läjitysalueita.

Muut seikat

-

4.20.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

Käyttöönoton esteinä on tutkimuksen ja työmenetelmien kehittymättömyys. Suurimpana ongelmana näkisin oikean sideaineen valinnan ja kehittämisen. Humus/betoniyhdistelmä ei liene helposti tehtävissä. Kunhan sideaine löytyy ja työmenetelmää hiotaan, on selviä säästöjä saavutettavissa.

4.21 Prepak

4.21.1 Kuvaus rakenneideasta

Betonitien valmistusmenetelmä

Tässä ehdotuksessa tien betonipinta valmistetaan eräänlaisella prepaktmenetelmällä.

Menetelmän edut:

1. Tien pinta määräytyy ennen valua, jolloin kallistukset, tasaukset, tarkistukset ja korjaukset voidaan tehdä kaikessa rauhassa.
2. Prepakt-tyyppinen betoni on tunnetusti kutistumatonta, minkä johdosta näkyvä pintahalkeilu kovettumisen aikana vältetään, saumoja voidaan harventaa ja tien pituussuuntainen jännittäminen voisi tulla käyttökelpoiseksi menetelmäksi.
3. Prepakt-betonilla on runkoainesosasten suoran kontaktin johdosta korkea kimmomoduuli ja lujuus - ilmeisesti päällysteen kokonaispaksuutta voidaan vähentää.
4. Kuivana jyrättäessä kivet asettuvat lape pinnan suuntaiseksi, jolloin kivien irtoamisherkyys vähenee ja pinnoitteen kulutuskestävyys kasvaa.
5. Tiivistetyn sepelin kantokyky on jo sinällään hyvä, joten tien pinta on heti valun jälkeen ainakin kevyen ajoneuvoliikenteen ajettavissa.
6. Monta käytännön riskitekijää poistuu, kun riippuvuus betonin valmistuksesta, kuljetuksesta, levityksestä, tärytyksestä ja tasauksesta jää pois. Mainitut tekijät ovat myös kustannustekijöinä merkittäviä.
7. Massan ja valmiin betonin ominaisuuksia voidaan helposti vaihdella esim. tien eri ominaisuuksien vaatimusten mukaan.
8. Ajoratamerkinnot voidaan verraten helposti tehdä syvälle ulottuviksi vaihtamalla paikallisesti joko sepelin tai laastin väriä. Kun merkinnot eivät kulu pois, saadaan aikaan merkittäviä etuja tien turvallisuudessa sekä ylläpitokustannuksissa.

4.21.2 Idean käyttökohde

Päätiestö. Uusi tai parannettava tie.

4.21.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Kts. kohta 1 Kuvaus rakenneideasta

4.21.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttönoton esteet tällä hetkellä

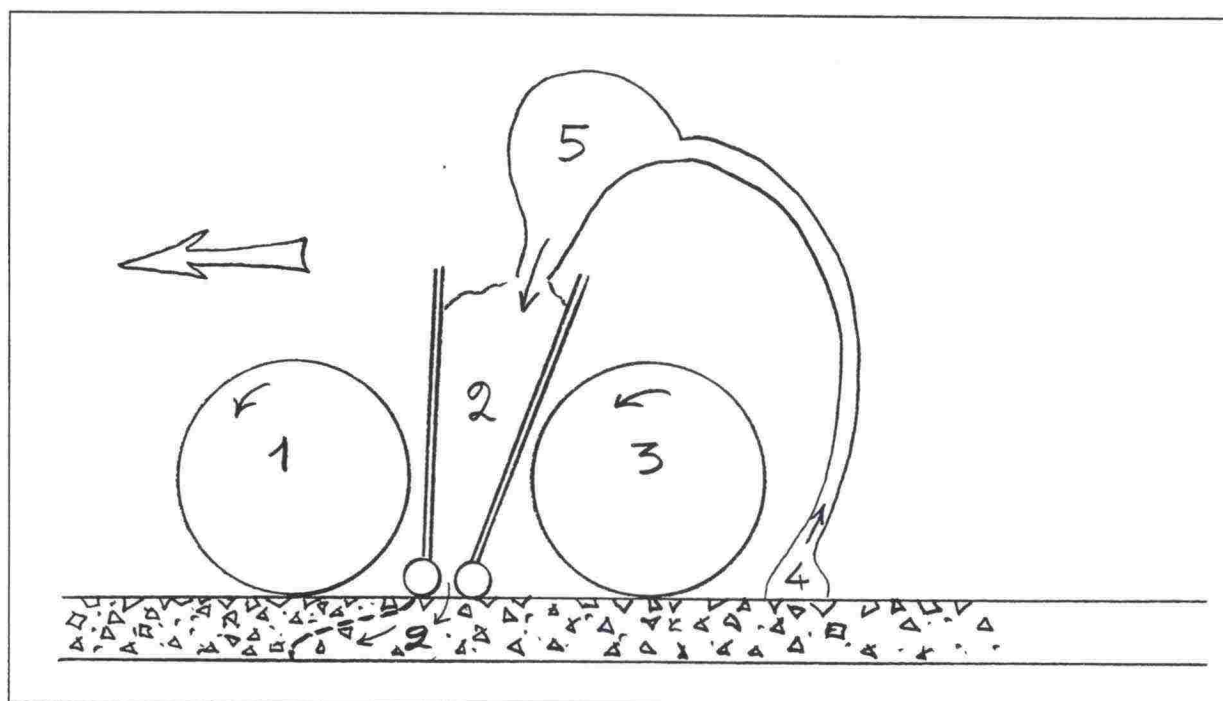
Valmistuksen periaate:

1. Päälysteen tekeminen aloitetaan vetämällä tielle sopivan paksuinen sepelikerros ja jyräämällä se tiiviiksi. Kerroksen alle voidaan sijoittaa antureita laastin täyttyvyyden tarkastamista varten.
2. Kerroksen paksuus, kallistukset ym. tarkistetaan ja parannetaan tarpeen mukaan.
3. Syväälle ulottuvia ajoratamerkintöjä voidaan tehdä vaiheiden 1 ja 2 aikana vaihtamalla kiviaines eri väriseksi.

Seuraavat vaiheet tehdään yhdellä koneella:

4. Koneen täryttävä tela 1 saa laastin 2 leviämään sepelikerroksen pohjassa.
5. Vettä, sementtiä, filleriä, hiekkaa, nesteytintä, lisähuokoistusainetta jne. sisältävä laasti 2 valuu tuutista sepelin sokkeloihin.
6. Toinen täryttävä tela 3 poistaa ilmakuplat ja nostaa vettä pintaan.
7. Imulaitteella 4 imetään pinnasta ylimääräinen sementtipitoinen vesi, joka kierrätetään laastin sekoittimeen 5.

Paksua kerrosta valmistettaessa voidaan ensimmäisellä ajolla, sopivalla anostuksella saada laasti asettumaan vain pohjakerrokseen. Toistamalla vaiheet 4 - 6 jäykempää ja runkoainespitoisempaa laastia käyttäen saavutetaan taloudellisempi ja kestävämpi kulutuskerros.



Kuva 1: Betonitien valmistusmenetelmä

4.22 Ilmastus

4.22.1 Kuvaus rakenneideasta

Kilpailutyö tierakenteen kehittämiseksi

Tienrakentamisen oppaita lehteilemällä löytyy helposti ainakin yksi kohta, jossa tien rakennetta voisi kehittää. Tien runkorakenteet ovat nähtävästi routavaaran ja kantavuusvaatimusten vuoksi tavattoman paksuja, monikerroksisia ja siksi kaikin tavoin raskaita (massojen leikkaus, täyttömassojen kaivu/irroitus, murskaus, lajittelu, välivarastointi, lastaus, kuljetus, levitys, tiivistys) käsitellä.

Kehittämisidea

Tienrakennusmateriaaleihin tulisi kehittää siten, että perinteisiä kerrosrakenteita voidaan yhdistää ja rakennetta keventää. Tämä voidaan hoitaa **lisäämällä rakennemassaan runsaasti ilmaa.**

Sopivasti tuotettuna uusi rakennemassa toimii tien rakenteiden keventäjänä, routaeristeenä ja myös kapillaarisen veden rajaajana.

Tienrakennusmassan raaka-aineena voidaan käyttää muiden teollisuusalojen jättekivimateriaalia tai muuhun rakentamiseen kelpaamatonta maainesta.

Ilma voidaan lisätä joko kylmään massaan tai sulaan massaan.

Kylmän massan menetelmä

Raakamassaan (sekasorat, hiekat, ehkäpä hiesut ja siltitkin) lisätään sideaineeksi sementtiä (ehkä kipsiä). Massan sekoittamiseen (sekoitus ja ilmastus) käytetään paineilmasekoitinta. Massa yli-ilmastetaan eli normaaliin rakennusbetoniin verraten ilmamäärä moninkertaistetaan. Ilman lämpötilalla ja koostumuksella voitaneen säädellä massan ilmapitoisuutta ja kovettumisaikoja.

Massa tuotetaan ja valetaan liikutettavalla kalustolla joko paikalla tiepohjaksi suoraan "kaivanto muottiin" tai elementtituotantona raaka-ainemassojen lähistöllä.

"Jatkuvan valun" -tekniikka takaisi ehjät tierungot huonollakin maaperällä. Samaan päästään myös elementtipuolella etsimällä sopiva liitosmuoto parikymmenmetrisille elementeille.

Tuotteen kapillaariveden katkaisuominaisuudet eivät ehkä ole parhaat mahdolliset, mutta lämmöneristyskyky ja keveys lienevät hyvät.

Sulan massan menetelmä

Raakamassa (sekasorat, hiekat, kaivosteollisuuden jättekivimassat ja muut toutannon kipsivuoret ja hylkymassat; ehkäpä hiesut ja siltit ja orgaanisia aineksia sisältävät sekamassat) kuumennetaan sulamispisteeseen, jolloin mahdolliset orgaaniset epäpuhtaudet palavat. Massaan lisätään tarvittava

määrä jätelasia ja muita prosessin vaatimia mineraaleja. Massa ilmastetaan ja siitä tehdään isoja 50 mm:n granuleja (mineraalikuorikoita).

Kuorikoiden tuotantopaikat ovat ehkä sidoksissa jättekivimassojen läheisyyteen ja paikkoihin, joissa lämmöntuotanto on halpaa (jätelämmöt: valimot, paperiteollisuus, sähköenergiatuotantolaitokset).

Mineraalikuorikon vesieristyskyky on hyvä kuten myös lämmöneristyskyky ja keveys. Mineraalikuorikoita voidaan käyttää tunnettuun (lecasorastus) tapaan tierungossa. Erona on vain se, ettei tähän ole tarpeen käyttää puhtaita savimateriaaleja, vaan otetaan mitä on ja mikä ei muille kelpaa. Mineraalikuorikot voidaan jatkojalostaa elementeiksi ja sidosaineena voi tällöin olla sementti. Sulan massan menetelmällä voidaan ilmastettu massa tietysti suoraankin valaa elementiksi.

4.22.2 Idean käyttökohde

Sopii kaikkiin uusiin tietyyppeihin ja myös teiden peruskorjauksiin.

4.22.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

Vähemmän kaivutöitä, massanvaihtoja ja kerroksia. Keveänä, heikollakin maaperälle, halvoilla perustamiskuluilla tiivistystyöt vähenevät, massojen kuljetuskulut vähenevät.

Materiaalisäästöt

Rakenteen materiaalisäästöt huomattavat ja lisäksi saadaan hylkymassat uusiokäyttöön.

Ympäristövaikutukset

Vähäisemmät pengerrys- ja leikkaustarpeet. Hylkymassojen käyttö vähentää uusiutumattoman luonnonmateriaalin käyttöä.

Muut seikat

Routaeristys paranee: ylläpito halpenee. Ongelma ainakin sulan massan kohdalla energiakustannus, mutta sitä tulisi verrata tiekilometrin ympäristötaloudellisiin kokonaiskuluihin.

4.22.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

Kylmämassan tuottamista tulisi kokeilla eri materiaaleista lähtien vaihtelevissa pilotympäristöissä. Mineraalikuorikoiden valmistusta voisi samoin kokeilla jo toimivissa tuotantolaitoksissa eri massakoostumuksia vaihdellen.

Esteenä kehitystyölle on varmaankin tuotekehitystyön kalleus. Esittämästäni ideasta voisi kyllä saada teknologian osalta myös vientiin kelpaavan tuotteen.

4.22 Tulevaisuuden tie

4.22.1 Kuvaus rakenneideasta

Kehitetään tienpäällyste-elementit, jotka toimivat seuraavilla tavoilla:

- aurinkopaneleina
- superluja kulutuspinna
- lämpöelementtinä, jotka aurinkoenergialla sulattavat tien ja suolausta ei tarvita
- valaisevina fluorisoituna pintoina, jotka valaisevat tien
- rakenne on kevyt ja kestävä, jolloin rakennekerrokset ja pohjanvahvistus voidaan minimoida
- voidaan käyttää vanhojen teiden ja katujen päällystämiseen
- elementti voi olla rakennuskuluiltaan kallis, koska se tuottaa sähkön myyntituloina valtakunnan verkkoon hintansa hyvin lyhyessä ajassa
- rikkoutuneet elementit voidaan vaihtaa uusiin ja korjata.

4.22.2 Idean käyttökohde

- uusi tie, vanhan tien päällystäminen, päätiestö, kevyen liikenteen väylät, kadut.

4.22.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

- energian myyntitulot merkittäviä
- teiden valaistustarve poistuu ja onnettomuudet vähenevät
- rakennekerroksissa ja pohjanvahvistuksessa säästetään
- teiden liikkaus poistuu ja onnettomuudet vähenevät.

Materiaalisäästöt

- rakennekerroksia ja pohjamaan pohjanvahvistusta vähemmän
- hiekkaa, soraa ja louhetta tarvitaan huomattavasti vähemmän
- savea, turvetta ei tarvitse viedä maankaatopaikoille niin paljon.

Ympäristövaikutukset

- energian puhdas tuotanto (ei tarvita hiili- tai ydinvoimaa)
- energian säästö (ei teiden erillistä valaisua)
- tien rakennusmateriaalien kuljetukset vähenevät
- suolausta ei tarvita teillä, jolloin pohjavesi säilyy hyvänä.

Muut seikat

- saavutettavat taloudelliset hyödyt ovat niin suuret, että kehittämiseen kannattaa sijoittaa jopa satoja miljoonia markkoja.

4.22.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

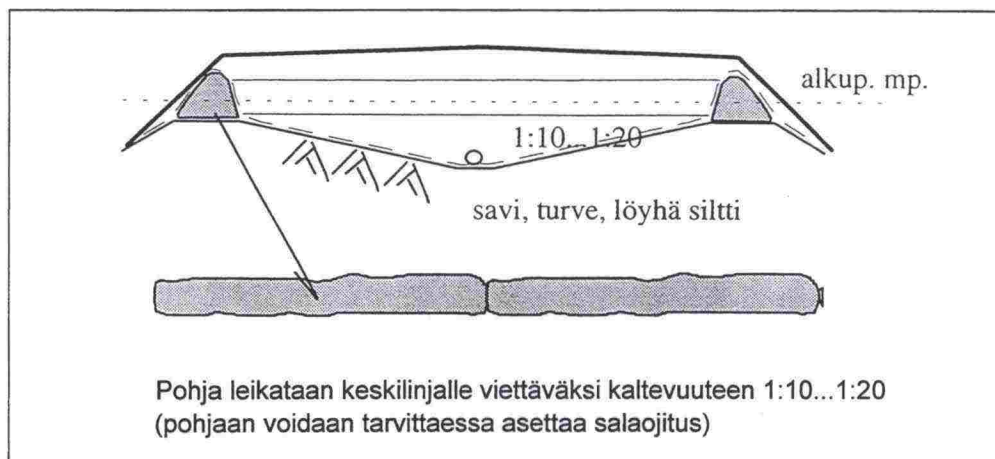
- elementin koko on kehittämisen yhteydessä optimoitava (8 x 2 m tai 0,2 x 0,2 m)
- ennakkoluulot ovat suurin este (vaatii ehkä sukupolven vaihdoksen)
- eri tieteenalojen (energia, lujuus, kemia, tien rakennustekniikka jne.) yhteistyö.

4.24 Latistuminen kuriin

4.24.1 Kuvaus rakenneideasta

Rakentamistapa:

A) Painuvat pohjasuhteet



- 1) Leikkauksen reunoilla asetetaan ja muotoillaan hiekalla tai soralla täytetyt pitkät esivalmisteiset lujitekangaspussit. Pussit joko täytetään paikan päällä vedellä syöttäen, jolloin veden kuljettama aine täyttää nauhamaisen pussin tiiviisti veden poistuessa lujitteen läpi (tekniikka, jota on käytetty mm. Hollannissa padonrakennuksen yhteydessä) tai pussit täytetään paikan päällä kuivalla materiaalilla pystyyn nostaen noin 5 m:n pituisina, ja lasketaan paikalleen peräkkäin. Materiaalina voidaan käyttää myös mm. sideaineella stabiloitua moreenia jne.
- 2) Leikkauksen pohjalle ja lujitepussien yli asennetaan lujitekangas, joka painuvilla pohjilla kiristyy edelleen tien keskiosan painuessa reunoja enemmän, koska maksimi nettokuorman lisäys on keskellä tietä ja koska kuormitusintensiteetti on suurin tien keskiosalla.
- 3) Rakennekerrokset tiivistään tavanomaista tekniikkaa käyttäen. Tiivistämisen tehokkuus lisääntyy etenkin reuna-alueilla pussien toimiessa vastatukena.
- 4) Käyttövaiheessa reuna-alueiden jännitysrelaksaatio etenkin horisontaalisuunnassa jää merkittävästi pienemmäksi kuin tavanomaisessa rakenteessa, jolloin reuna-alueen latistumiselta ja tien reuna-alueen kantavuuden pienentymiseltä vältytään.
- 5) Tien luiskat voidaan tarvittaessa muotoilla tukipussin ulkopuolelta tavanomaista jyrkemmäksi tai vaihtoehtoisesti reunalla, pussin ulkopuolella voidaan käyttää paikallista, tavanomaiset kelpoisuusstandardit alittavia massoja.

B) Kantavilla pohjamailla leikkausmuotoilu voidaan tehdä tasaiseksi tai jopa ylöspäin kuperana, jolloin lujitteen kiristyminen voi tapahtua.

4.24.2 Idean käyttökohde

Uusi tie, leventämällä parannettava tie; sekä päätiestöön että paikallisteihin. Sopii erityisesti usein tulviville alueille.

4.24.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

- tien kantavuuden pitkäaikaispysyvyys paranee tai vastaavasti voidaan käyttää aikaisempaa ohuempia rakenteita
- aikaisempaa pienempi tiealue ja luiskien massamäärien pienentymisen tai luiskissa korvaavien materiaalien käyttö
- luiskien eroosio, ojien tulviminen ei johda tien kantavuuden menetykseen, jolloin kunnossapitokustannukset alenevat.

Materiaalisäästöt

- luiskat (materiaalimäärä, materiaalien laatu).

Ympäristövaikutukset

- korvaavien paikallisten materiaalien käyttö mahdollista.

Muut seikat

-

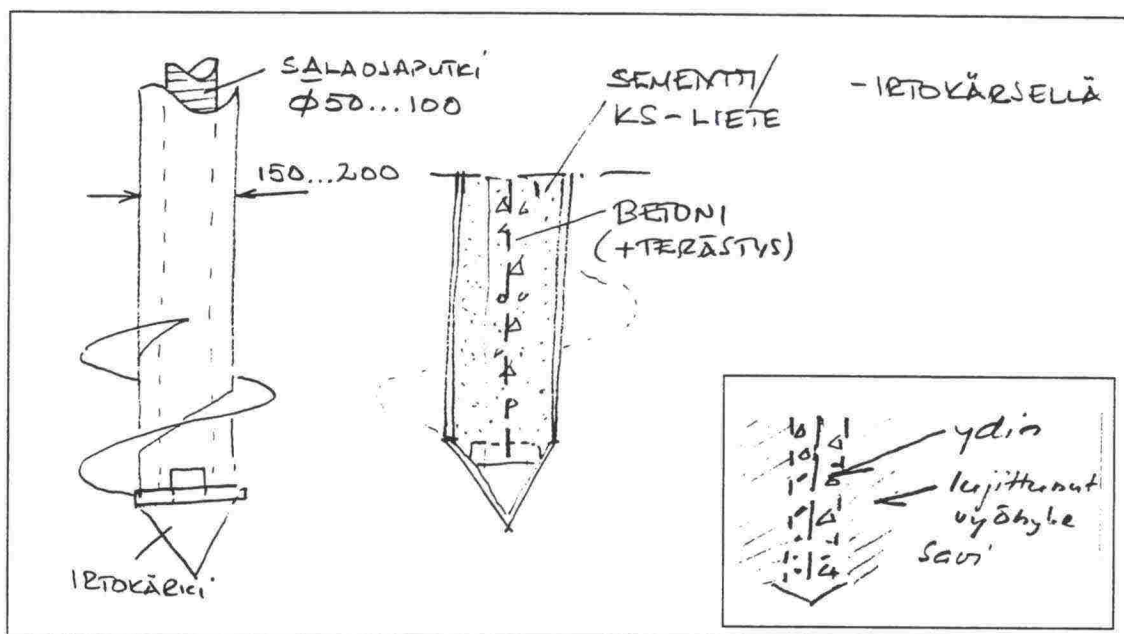
4.24.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

Periaate esitetty edellä. Pussitustekniikka tulee olla kehitetty rationaaliseksi ja riittävän edulliseksi. Alkuvaiheessa kokeilut voitaneen tehdä ilman pussituskoneita.

4.25 Sydänstabilointi

4.25.1 Kuvaus rakenneideasta

Pohjarakennustyötekniikka



- salaojaputki täytetään noin ϕ 20 terästangolla ja betonilla. Samaan aikaan putken ulkopuoli täytetään sementti/kalkkisementtislurvyllä
- ulkoputki nostetaan kiertämällä 1 m ylös, jolloin irtokärki ja siihen ankuroitu salaojaputki jäävät paikalleen ja slurry vapautuu saveen. Ruuvi kierretään uudelleen alas 1 m, jolloin ruuvi sekoittaa saveen ja slurryn. Näin jatketaan, kunnes "pilari" on tehty.
- etuna syvästabilointiin on se, että pilarin ydin muodostaa varman pilarin.

4.25.2 Idean käyttökohde

- uusi tie painuvilla pohjilla
- lyhyenä käytettävissä siirtymärakenteissa.

4.25.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

- korvaa osan syvästabiloinnista
- laatu varmistuu.

Materiaalisäästöt

-

Ympäristövaikutukset

-

Muut seikat

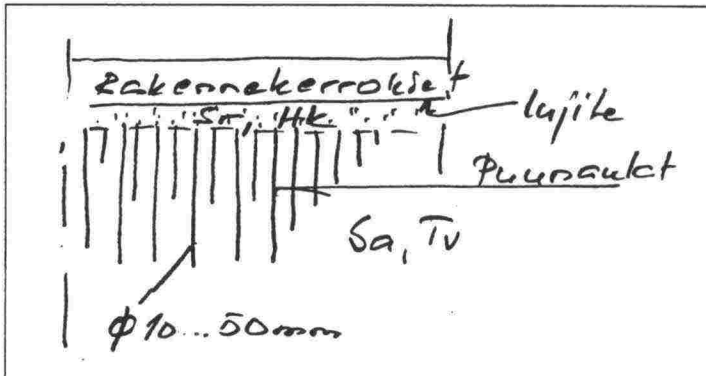
- materiaalimenekin suhde ja tuote säädettävissä eri kalustovaihtoehtoilla ϕ ruuvi/ ϕ putki/ ϕ salaojaputki.

4.25.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

Käytön esteet: kokeilun kustannukset, edellyttää laiteinvestointeja.

4.26 Puunaulaus

4.26.1 Kuvaus rakenneideasta



Maanaulauksella (teräs, bambu) on voitu lisätä merkittävästi savimaan lujuutta. Kuormituksessa olevat erot pinnalla välittyvät tehokkaasti viereisille nauloille yhden joutuessa "ylikuormitetuksi".

Suomessa pohjavedenpinnan alapuolisissa savissa (mahdollisesti myös eräissä eloperäisissä maissa) voidaan käyttää harvennusrankoja tai energiapajutyyppejä 2...3 vuotisia, tarkoitukseen kasvatettuja versoja (maatilatalouksille vaihtoehtotuote).

Rakennekohteet: pienet pehmeikköosuudet, siirtymärakenteet, joustavan rummun perustuksena jne.

Mikäli puuaines voidaan käyttää tuoreena (paju), rakenne voi imuvaikutuksensa vaikutuksesta aikaansaada keinotekoisen kuivakuoren (????, kapillaarisuuden pysyminen).

4.26.2 Idean käyttökohde

- paikallistiet, kevyen liikenteen väylät, yksityistiet
- hyvin pehmeät pohjasuhteet.

4.26.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

- ohuet rakennekerrokset pientieverkon pehmeikköosuuksilla
- tuottajilla tuloa.

Materiaalisäästöt

-

Ympäristövaikutukset

- kestävän kehityksen tuote.

Muut seikat

-

4.26.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

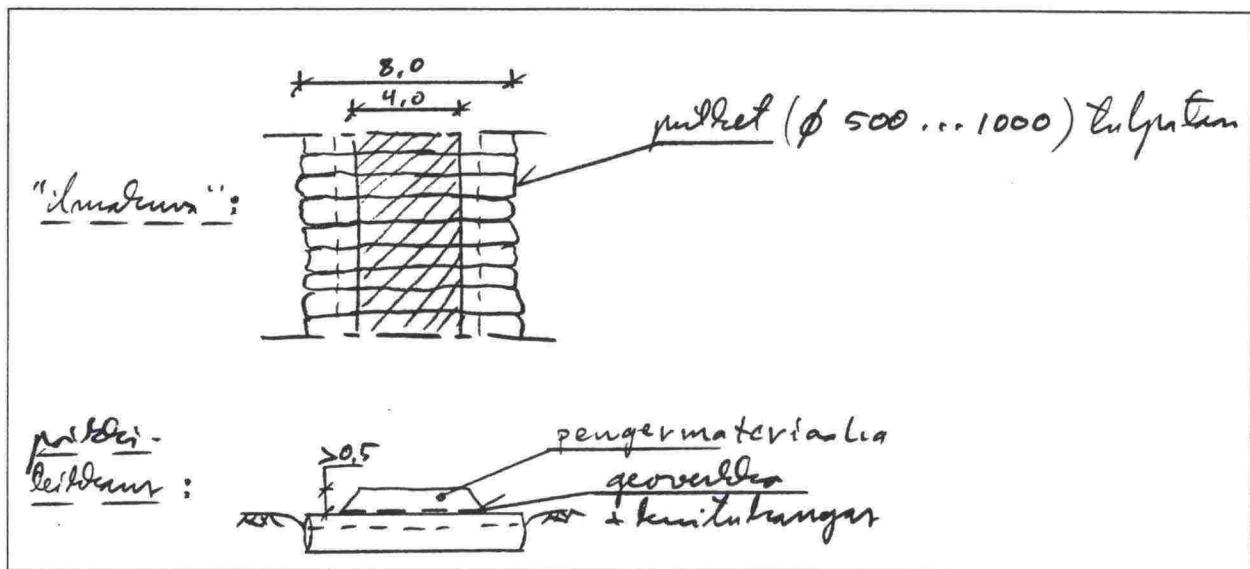
- rationaalinen asennus vaatii tuotekehitystä (vrt. riisinistutuskoneet)
- tuoteketju muodostettava
- "ei kukaan hullukaan tähän ryhtyisi" -asenne.

4.27 Itä, Putkikevennys

4.27.1 Kuvaus rakenneideasta

Käytöstä poistettujen öljy- ja kaasuputkien uusiokäyttö. Soisten pehmeikköjen ylittämiseen rakennettavat huolto- ja työmaatiet (erityisesti alueilla, joissa on pula penkereeseen kelpaavasta materiaalista).

Tie rakennetaan talvella, kun pohjamaa on roudassa. Roudan sulamisen jälkeen rakenne jää "kellumaan" (tai painuu mutta hitaasti).



(geoverkko voidaan korvata hirsitelalla, mikäli lähistöllä on ylenmäärin puuta)

4.27.2 Idean käyttökohde

Tilapäiset tiet ja työmaatiet.

4.27.3 Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön

Taloudellinen merkittävyys

Rakenne on taloudellisesti merkittävä ilmeisesti lähinnä "kaaheen laakeilla aakeilla" (~siperiamaiset olosuhteet).

Materiaalisäästöt

Säästö kohdistuu oikeastaan vain pengermateriaaliin. Mikäli muu materiaali löytyy lähistöltä, se lienee lähes ilmaista.

Ympäristövaikutukset

Saadaan hyötykäyttöön rikkoontuneet ja vuotavat tai käytöstä poistetut, lähinnä romuksi luokiteltavat putket. Materiaalin öljyisyys ei ole käyttöeste.

Muut seikat

-

4.27.4 Rakenteen tekemisen periaate ja mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä

Rakenteen tekeminen on yksikertaista, mutta sopivan rakennuskohteen löytäminen voi olla työlästä.

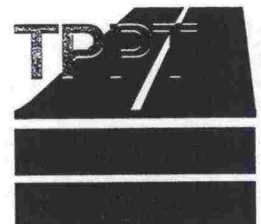


IDEAKILPAILU KESTÄVÄN KEHITYKSEN TIERAKENTEET

KILPAILUOHJELMA 18.1.1995 - 31.3.1995

SISÄLLYSLUETTELO

1 KILPAILUKUTSU	2
1.1 Kilpailun järjestäjä, luonne ja tarkoitus	2
1.2 Osanotto-oikeus	2
1.3 Kilpailun tausta	2
1.4 Palkinnot	2
1.5 Palkintolautakunta	2
1.6 Kilpailuohjelman hyväksyminen	2
1.7 Kilpailuohjelman saanti	3
1.8 Kilpailukieli	3
1.9 Kilpailun päättymisaika	3
2 KILPAILUTEKNISET TIEDOT	3
2.1 Kilpailuohjelma-asiakirjat	3
2.2 Kilpailua koskevat kysymykset	3
2.3 Kilpailun ratkaiseminen ja tulosten julkistaminen	3
2.4 Kilpailuehdotusten käyttöönotto ja jatkokehittely	3
2.5 Kilpailuehdotusten käyttöoikeus	3
2.6 Kilpailun säännöt	3
3 KILPAILUTEHTÄVÄ	3
3.1 Kilpailutehtävän rajaus	3
3.2 Kilpailuehdotusten arvosteluperusteet	4
4 EHDOTUSTEN LAADINTAOHJEET	4
4.1 Idean esittämistapa	4
4.2 Vaadittavat asiakirjat	4
4.3 Kilpailun salaisuus	4
4.4 Kilpailuehdotusten sisäänjätö	4



1 KILPAILUKUTSU

1.1 Kilpailun järjestäjä, luonne ja tarkoitus

Tielaitos järjestää tien pohja- ja päällysrakenteiden kehittämisestä yleisen ideakilpailun. Ideakilpailun tavoitteena on löytää uusia ideoita, joita voidaan käyttää tien pohja- ja päällysrakenteiden, niiden osien tai materiaalien valmistamisessa.

1.2 Osanotto-oikeus

Kilpailu on avoin kaikille yksityisille henkilöille ja organisaatioille. Osanottoon esteellisiä ovat ainoastaan palkintolautakunnan jäsenet ja palkintolautakuntaa avustavat henkilöt.

1.3 Kilpailun tausta

Kilpailulla tuetaan tielaitoksen tien pohja- ja päällysrakenteet (TPPT) -tutkimusohjelmaa. TPPT-ohjelman tavoitteet ovat: 1) Tienpidon taloudellisuuden parantaminen vuosikustannusperiaatteella mitattuna sekä uusien että parannettavien teiden osalta 5 - 10 % 2) Liikennöitävyyden parantaminen vähentämällä teiden vaurioita 3) Tienpidosta aiheutuvien ympäristöhaittojen vähentäminen mm. korvaamalla sormateriaalien käyttöä teollisesti valmistetuilla tuotteilla ja jalostamalla heikkolaatuisia materiaaleja käyttökelpoisiksi.

Tienrakentamisessa on perinteisesti käytetty luonnon kivi- ja maa-aineksia kuten louhetta, murskeita, soraa, hiekkaa, moreenia jne. Teollisesti valmistettujen tuotteiden käyttö laajenee jatkuvasti ja osin korvaa luonnon kiviainesten käyttöä. Asfalttia, betonia, sementtiä, kalkkia, synteettisiä muovituotteita ja terästä käytetään tien eri rakenneosissa antamaan lujuutta, pienentämään roudan haittavaikutuksia tai pehmeikköpaikkojen rakentamisessa. Uusia materiaaleja ja nykyisten materiaalien uusiokäyttöä kehitetään tienpidon tarpeisiin. Yhdistelemällä nykyisiä tai uusia materiaaleja voidaan kehittää tierakennetta tai rakenneosia taloudellisempaan ja kestävyydeltään hallitumpaan suuntaan.

1.4 Palkinnot

Kilpailun palkintosumma on 50 000 mk. Ensimmäinen palkinto on 25 000 mk, toinen palkinto 15 000 mk ja kolmas palkinto 10 000 mk. Palkintolautakunta voi yksimielisellä päätöksellään jakaa palkintosumman toisinkin. Palkintolautakunnan valitsemista kilpailuehdotuksista kootaan tielaitoksen julkaisu. Julkaisussa esitetään vähintään 15 ja enintään 30 hyväksyttävää ehdotusta. Julkaistujen ehdotusten tekijöille maksetaan kullekin 1000 mk:n palkkio.

Jos tielaitoksen saama hyöty jostakin ehdotuksesta osoittautuu suuremmaksi kuin maksettu palkinto tai palkkio, ehdotus voidaan käsitellä ja palkita uudelleen tielaitoksen aloitetoimikunnassa kahden vuoden aikana ideakilpailun päättymisestä. Ideakilpailussa maksettu ja myöhemmin maksettava lisäpalkkio voivat tällöin olla yhteensä 10 % ehdotuksen ansiosta saavutetusta luotettavasti määriteltävissä olevasta yhden vuoden säästöstä.

1.5 Palkintolautakunta

Palkintolautakuntaan kuuluvat:

Tielaitoksen nimeäminä:

Ylijohtaja Jarkko Saisto/TIEL

Tiejohtaja Juhani Salonen/TIEL/Vaasan tiepiiri
Laatupäällikkö Jussi Rahiala/TIEL/Turun tiepiiri
Apulaisjohtaja Aarno Valkeisenmäki/TIEL/Geokeskus

Dipl. ins. Harri Mäkelä/Innogeo Oy

Suomen Rakennusinsinöörien Liiton nimeäminä:
Tekn.lis. Jukka Kleemola/Terramare Oy
Tekn. tri Matti Ollila/Insinööritoimisto Oy Innostura

Palkintolautakunnan puheenjohtajana toimii ylijohtaja Jarkko Saisto ja sihteerinä diplomi-insinööri Harri Mäkelä.

Palkintolautakunta kuulee tarpeelliseksi katsomiaan asiantuntijoita.

1.6 Kilpailuohjelman hyväksyminen

Kilpailuohjelma on järjestäjän, palkintolautakunnan ja RIL:n kilpailutoimikunnan hyväksymä.

1.7 Kilpailuohjelman saanti

Kilpailuohjelmaa ja sen liitteenä olevaa vastauslomaketta on saatavissa 18.1.1995 alkaen osoitteista: Tielaitoksen Geokeskus, PL 33, 00521 HELSINKI, puh. (90) 1487 2823, fax (90) 1487 2826 ja Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, Meritullinkatu 16 A, 00170 HELSINKI. Kilpailuohjelma on maksuton.

1.8 Kilpailukieli

Kilpailuehdotukset on jätettävä suomen- tai ruotsinkielisinä. Kilpailuohjelma on saatavissa vain suomenkielisenä.

1.9 Kilpailun päättymisaika

Kilpailu päättyy 31.3.1995.

2 KILPAILUTEKNISET TIEDOT

2.1 Kilpailuohjelma-asiakirjat

Ohjelma-asiakirjoja ovat tämä kilpailuohjelma ja sen liitteenä oleva vastauslomake.

2.2 Kilpailua koskevat kysymykset

Kilpailijoilla on oikeus pyytää kilpailuohjelmaa koskevia selvityksiä ja lisätietoja. Kysymykset on tehtävä kirjallisina joko suomen- tai ruotsinkielellä. Kysymykset osoitetaan palkintolautakunnalle ja ne lähetetään osoitteella: Tielaitos/Geokeskus, PL 33, 00521 HELSINKI tai telefaxilla (90) 1487 2826. Kysymykset lähetetään edelleen ilman nimi- ja osoitetietoja palkintolautakunnan sihteerille. Kysymysten tulee olla perillä 10.2.1995 mennessä. Kysymykset ja palkintolautakunnan vastaukset niihin lähetetään nimi- ja osoitetietonsa geokeskukseen ilmoittaneille helmikuun kuluessa postitse. Kysymykset ja vastaukset ovat myös tilattavissa tielaitoksen geokeskuksesta.

2.3 Kilpailun ratkaiseminen ja tulosten julkistaminen

Kilpailu pyritään ratkaisemaan toukokuun 1995 loppuun mennessä. Kilpailun tulos ilmoitetaan kilpailuun osallistuneille, julkaistaan Rakennusinsinöörilehdessä ja tiedotetaan muille julkisille tiedotusvälineille. Kilpailuehdotuksista koottava

tielaitoksen julkaisu lähetetään kaikille kilpailijoille. Julkaisua voi myös ostaa tielaitoksen painotuotemyynnistä.

2.4 Kilpailuehdotusten käyttöönotto ja jatkokehittely

Parhaat ehdotukset otetaan jatkokehittelyyn ja testattavaksi käynnissä olevassa tielaitoksen TPPT-tutkimusohjelmassa tai suoraan käyttöön tielaitoksen toiminnassa. Kilpailuehdotusten tekijät voivat myös hakea Teknologian tutkimuskeskuksen (TEKES) tuotekehitystukea käynnissä olevassa Ympäristögeotekniikka- tutkimusohjelmassa.

2.5 Kilpailuehdotusten käyttöoikeus

Tehdessään kilpailuehdotuksen sen tekijä samalla hyväksyy tässä kilpailuohjelmassa esitetyt säännöt. Kilpailuehdotusten käyttöoikeus siirtyy kilpailun myötä tielaitokselle ja vapaasti kaikkien muiden käyttöön. Ehdotuksia, jotka on patentoitu tai joiden patenttihakemus on jätetty, ei hyväksytä kilpailuun.

2.6 Kilpailun säännöt

Kilpailussa noudatetaan ensisijaisesti tätä kilpailuohjelmaa ja muilta osin Suomen Rakennusinsinöörien Liiton kilpailusääntöjä (RIL 145 - 1981).

3 KILPAILUTEHTÄVÄ

3.1 Kilpailutehtävän rajaus

Ideakilpailulla etsitään uusia ratkaisuja teiden parantamiseen ja rakentamiseen. Ideat voivat olla uusia rakenteita, materiaaleja ja tuotanto-, tutkimus- tai mitoitusmenetelmiä, jotka edistävät TPPT-tutkimusohjelmalle asetettujen tavoitteiden saavuttamista.

Kilpailu on rajoitettu päällystetyn tai päällystettävän tiestön tierakenteisiin, tien pinnasta pohjarakenteisiin asti. Ideoilla etsitään parannusta teiden kuormituskestävyyteen, routakestävyyteen, geotekniseen kantavuuteen, rakenteen kuivatusratkaisuihin jne., jotta tien tasaisuutta ja tierakenteen kestoikää voitaisiin hallita vielä nykyistä paremmin.

Maantie-, vesistö-, ym. sillat, tiehen liittyvät laitteet ja maanpäälliset rakenteet (kaiteet, meluseinät, valaisinpylväät jne. eivät kuulu kilpailualueeseen. Pehmeikköalueilla penkereitä korvaavista rakenteista voi kuitenkin tehdä ehdotuksia.

3.2 Kilpailuehdotusten arvosteluperusteet

Ideoiden arviointi ja arvostelu tehdään vaikutus- ja käyttökelpoisuustarkastelun perusteella. Tärkeimmät arvosteluperusteet ovat taloudellinen merkittävyys ja kestävän kehityksen edistäminen. Muita arvostelussa huomioon otettavia asioita ovat mm. idean uutuus, käyttöönoton mahdollisuudet, tekninen toimivuus ja ympäristövaikutukset.

4 EHDOTUSTEN LAADINTAOHJEET

4.1 Idean esittämistapa

Idea esitetään piirroksena ja/tai tekstiselosteena kuvaten esim. rakennepoikkileikkaus, rakenneosa, tuoteosa, rakenteen tekninen toimivuus tai materiaaliratkaisu ja miten varmistetaan kuormitus- ja routakestävyysvaatimusten sekä geoteknisen kantavuuden täyttyminen ko. olosuhde- ja kuormitustilanteessa.

Idean esittäjää pyydetään esittämään käsittelyn pohjaksi lisäksi seuraavat asiat:

- Idean pääkohde (uusi tie, parannettava tie, päätiestö, paikallistiet, kevyen liikenteen väylät tms.)
- Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön verrattuna (nykyistä taloudellisempi rakenne, materiaalisäästöt, ympäristövaikutukset jne.)
- Idean mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä
- Rakenteen tekemisen periaate

4.2 Vaadittavat asiakirjat

Kilpailuehdotus on tehtävä täyttämällä kilpailuohjelman liitteenä oleva vastauslomake. Lisäksi ideaa voi kuvata tarpeelliseksi katsomillaan liitteillä.

4.3 Kilpailun salaisuus

Kilpailu on salainen. Kilpailuehdotusten jokainen asiakirja on varustettava nimimerkillä.

Kilpailuehdotuksen mukana on lähetettävä suljettu ja nimimerkillä varustettu läpinäkymätön kirjekuori, jossa on päällä merkintä "nimikuori" ja sisällä ehdotuksen nimimerkki sekä ehdotuksen tekijän tai tekijöiden nimet, osoite ja puhelinnumero.

4.4 Kilpailuehdotusten sisäänjätö

Kilpailuehdotukset on jätettävä viimeistään 31.3.1995 klo 15.00 mennessä Tielaitoksen geokeskukseen (Opastinsilta 12 A, 3.krs) tai todistettavasti (= lähetyshetken leima kirjeen tai pakeitin päällä) samana päivänä postin tai muun kuljetusliikkeen kuljetettavaksi osoitteella Tielaitos, Geokeskus, PL 33, 00521 HELSINKI.

IDEAKILPAILU - KESTÄVÄN KEHITYKSEN TIERAKENTEET
Ehdotuksen nimimerkki

* Kuvaus rakenneideasta ja sen teknisestä toimivuudesta, käytettävistä materiaaleista, kuvaus menetelmästä, jolla tierakenteen hallintaa parannetaan suunnittelun tai rakentamisen keinoin; piirros, tekstikuvaus

Tarvittaessa idean ja sen teknisen toimivuuden kuvausta jatketaan erillisellä liitteellä, jatkuu liitteessä _____

* Idean käyttökohde (uusi tie, parannettava tie, päätiestö, paikallistiet, kevyen liikenteen väylät tms.)

*** Rakenneidealla tavoiteltavat asiat ja edut nykykäytäntöön**

- taloudellinen merkittävyys

- materiaalisäästöt

- ympäristövaikutukset

- muut seikat

jatkuu liitteessä ____

*** Rakenteen tekemisen periaate ja idean mahdolliset käyttöönoton esteet tällä hetkellä**

jatkuu liitteessä ____

Kilpailuehdotukset (vastauslomake mahdollisine liitteineen) palautetaan 31.3.1994 klo 15.00 mennessä osoitteella Tielaivos, geokeskus PL 33, 00521 HELSINKI, kuoreen merkintä "IDEAKILPAILU - KESTÄVÄN KEHITYKSEN TIERAKENTEET" ja kuoren sisälle suljettu nimimerkkikuori ehdotuksen tekijän nimi- ja yhteystiedoista.

TIELAITOKSEN TUTKIMUKSIA

- 4/1992 Tiepenkereen holvautuminen, loppuraportti. TIEL 3100005
- 5/1993 Arktinen tienrakentaminen, Kilpisjärven hankkeen yhteenveto. TIEL 3100011
- 2/1994 Routanousun mallintaminen, kirjallisuusselvitys. TIEL 3100013

TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 1/1992 Pystyjojanauhojen laatuvaatimukset; laadunvalvonta ja testausmenetelmät. TIEL 3200057
- 31/1992 Pohjaveden maatiivistesuojan tiivistäminen. TIEL 3200086
- 46/1992 Syvästabiloinnin laadunvalvontaohje. TIEL 3200099
- 62/1992 Hienoaineksen vaikutus stabiloidun moreenimurskeen pakka-kestävyyteen. TIEL 3200112
- 68/1992 Tien pohja- ja päällysrakenteet -tutkimusohjelma (TPPT), perussuunnitelma. TIEL 3200118
- 69/1992 Rakennettujen ja perusparannettujen teiden tasaisuus. TIEL 3200119
- 78/1992 PTM-auton tuottamien tunnuslukujen käyttökelpoisuus ja vertailtavuus sekä niiden yhteys laser-mittauksiin (IRI, IRI4, PI/Laser). TIEL 3200134
- 8/1993 Sitomattoman kantavan kerroksen rakentaminen. TIEL 3200135
- 15/1993 Masuunikuonan käyttö sitomattomissa päällysrakennekerroksissa. TIEL 3200142
- 16/1993 Betonipäällysteen seuranta; Vt 4 Kempele-Kiviniemi, seurantaraportti nro 1. TIEL 3200144
- 19/1993 Teiden kuntoa ja palvelutasoa koskeva seurantatutkimus. TIEL 3200145
- 20/1993 Moreeni ja sen käyttö. TIEL 3200146
- 26/1993 Bentoniittimattojen ja muovikavojen kelpoisuus pohjaveden suojaukseen, tutkimuksia ja suosituksia. TIEL 3200152
- 34/1993 Kalliomurskeiden tiivistyminen ja hienoneminen, esitutkimus. TIEL 3200159
- 36/1993 Palaturpeen käyttö lämmöneristeenä, raportti koerakenteiden rakentamisesta. TIEL 3200161
- 38/1993 Sitomattomien kerrosten kiviainesten muodonmuutosominaisuudet; Kirjallisuusselvitys. TIEL 3200163
- 39/1993 Sitomattomien kerrosten kiviainesten muodonmuutosominaisuudet; Esiselvitysvaiheen kuormituskokeet. TIEL 3200164
- 40/1993 Teiden tasaisuusmittareiden vertailu; PTM:n, Roadmanin ja Dipstickin laitevertailu sekä epätasaisuuksien vaikutus tierasitukseen. TIEL 3200165
- 41/1993 Stabiloidun materiaalin maksimiraekoon sekä koekappaleen koon ja muodon vaikutus puristuslujuuteen. TIEL 3200166
- 47/1993 Väsymissuorat tierakenteen mitoitusta varten. TIEL 3200172
- 59/1993 Valtatien 3 routamitoitus routanousun mukaan välillä Riihimäki P - Virala. TIEL 3200184
- 60/1993 Jännitys- ja muodonmuutosmittaukset tierakenteessa 1991-1992; Pohjaveden pinnan vaikutus tienpinnan taipumamittaus eri lämpötiloissa, vertailu standardi paripyörä - Neste Oy:n kantavuusradan pyörä. TIEL 3200185

TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 68/1993 Kuitukankaat tienrakennuksessa; Uudistetun VTT-GEO luokituksen mukaiset laatuvaatimukset. TIEL 3200193
- 77/1993 Moreenin jalostaminen. TIEL 3200201
- 81/1993 Vt 12 Veittostensuon syvästabilointi, tutkimusraportti. TIEL 3200205
- 82/1993 Emulsiopäällysteiden suunnittelu ja rakentaminen. TIEL 3200206
- 4/1994 Strategic Highway Research Program (SHRP) - Long-Term Pavement Performance (LTPP); Materiaalimodulin määrittäminen takaisinlaskentaohjelmalla sekä tierakenteen vaurioitumisajankohdan ennustemallit. TIEL 3200213
- 8/1994 Roudan vaikutusten mallintaminen. TIEL 3200219
- 12/1994 Jännitys- ja muodonmuutosmittaukset tierakenteessa 1992-1993. Roudan sulamisen simulointi, pohjaveden pinnan vaikutus korkeassa lämpötilassa ja päällysteen reunan vaikutus. TIEL 3200223
- 28/1994 Sitomattomien kerrosten kiviainesten muodonmuutosominaisuudet; Vuoden 1993 kuormituskokeet. TIEL 3200238
- 30/1994 Kallioleikkaukset. TIEL 3200240
- 45/1994 Maan routimisen termomekaaninen malli ja sen laskelmat. TIEL 3200254
- 47/1994 Masuunihiekan käyttö päällysrakennekerroksissa. TIEL 3200256
- 53/1994 Kalliomurskeiden tiivistyminen ja hienoneminen, loppuraportti. TIEL 3200262
- 3/1995 Kuormituskestävyyden tavoitekriteerit. TIEL 3200281
- 15/1995 Betonipäällysteen seuranta, vt 4 Kempele-Kiviniemi, seurantaraportti nro 2. TIEL 3200293
- 20/1995 Sään ja hydrologisten tekijöiden vaikutus kevätkelirikoon. TIEL 3200298
- 30/1995 TPPT:n laatusuunnitelma. TIEL 3200308
- 43/1995 Tukitelineperustusten kantokyky. TIEL 3200319
- 44/1995 Kaltevan maanpinnan vaikutus perustusten kantokykyyn. TIEL 3200320
- 45/1995 Maanvaraisten perustusten kantokyvyn laskenta elementtimenetelmällä. TIEL 3200321
- 54/1995 Veittostensuon koerakenteen toiminta ja laadun arviointi. TIEL 3200330
(Geotekniikan informaatiojulkaisuja.)
- 2/1993 Massanvaihto. TIEL 3200127
- 21/1993 Pengerpaalutus. TIEL 3200147
- 23/1993 Pohjanvahvistusmenetelmän valinta. TIEL 3200149
- 24/1993 Tiegeotekniikan yleiset mitoitusperusteet. TIEL 3200150
- 39/1994 Tiepenkereen siirtymärakenteet pehmeiköllä. TIEL 3200248
- 42/1994 Nauhapystyöjitus. TIEL 3200251
- 67/1994 Maanvarainen tiepenger savikolla, suunnitteluohje. TIEL 3200276