



LIFE02 ENV/FIN/329

RAPORTTI 2003

KUKKIA CIRCLET
Tekninen raportti 2/2003
(kommentoimaton)

SEURANNAN VÄLIRAPORTTI
2003

26.4.2004



Finnish Road Enterprise

RAMBOLL

SISÄLLYSLUETTELO

1. TAUSTA	2
2. SEURANTASUUNNITELMAT	4
3. PILOT-KOhteiden Kuvaukset	5
PILOT 2002 (VRT. KEVÄÄLLÄ 2003 JULKAISTU TEKNINEN RAPORTTI 2002):	5
PILOT 2003 (VRT. TEKNINEN RAPORTTI 1/2003):	5
4. TOTEUTUNUT SEURANTA PILOT 2002-KOhteESSA	6
KUNTOTARKISTUKSET.....	6
KANTAVUUS	6
RAKENNETUTKIMUKSET.....	6
YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET.....	9
5. TOTEUTUNUT SEURANTA PILOT 2003-KOhteESSA	12
KUNTOTARKISTUS.....	12
KANTAVUUS	13
RAKENNETUTKIMUKSET.....	13
YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET.....	15
6. JATKOTOIMENPITEET 2004.....	16

PILOTKOHTEIDEN SEURANTA 1.10.2002- 31.12.2003

1. TAUSTA

Kukkia Circlet -hanke on demonstraatioprojekti teollisuuden sivutuotteiden hyödyntämiseen perustuvista ympäristömyönteisistä menetelmistä soratieverkoston ylläpitoon ja kunnostamiseen. Hankkeen taustalla ovat Suomen alempiasteisen tieverkoston, etupäässä sorateiden, huono laatu ja keväisin toistuvat routavauriot (vrt. kuva 1) sekä maarakentamisessa tarvittavien luonnon kiviainesten käyttöön liittyvät ympäristö- ja saatavuusongelmat, sekä kunnossapidosta ja peruskorjauksesta aiheutuvat suhteellisen korkeat kustannukset. Perinteisten sorateiden peruskorjaus- ja kunnostusmenetelmien korvaaminen teollisuuden sivutuotteisiin perustuvilla menettelytavoilla on kiinnostavaa senkin vuoksi, että sivutuotteista monet ovat käyttökelpoisia maarakennusmateriaaleja, joko sellaisenaan tai jalostettuina. Teollisuuden sivutuotteiden hyötykäyttö edellyttää kuitenkin normaalissa rakentamisen mittakaavassa toteutettuja testausprojekteja, jotka käytännössä osoittavat sivutuotteiden olevan teknisesti ja taloudellisesti kilpailukykyisiä, kestäviä ja ympäristön kannalta turvallisia vaihtoehtoja perinteisille rakennusmateriaaleille.



Kuva 1: Peruskorjattava, routavaurioitunut tie keväällä 2002. Luopioinen

Hankkeen yhteydessä testataan paitsi sorateiden perusparantamisen eri prosesseja, myös erityisinä sovellutuksina pohjaveden suojausrakenteen ja uudentyyppisten kevyenliikenteen väylien rakentamista perustuen teollisuuden sivutuotteiden, lähinnä lentotuhkan ja siistausjätteen hyödyntämiseen. Hanke koostuu useasta osatehtävästä, joista keskeisiä ovat vuosina 2002 ja 2003 toteutetut pilotprosessit, rakennesovellutusten seurantalutkimukset ja tulosten ympäristöllisten ja taloudellisten vaikutusten arviointi, sekä hankkeessa muodostuvan tietotaidon ja tulosten levittäminen Euroopassa. Vuoden 2002 pilotprosessi (Pilot-2002) ja vuoden 2003 pilotprosessin (Pilot-2003) valmistelun ensivaiheita on kuvattu Teknisessä raportissa 2002, joka valmistui vuoden 2003 maaliskuussa. Pilot-2003 sovellutusten toteutuksen eri vaiheita on

kuvattu Teknisessä Raportissa 1/2003, joka valmistui vuoden 2004 maaliskuussa. Nämä raportit on julkaistu hankkeen nettisivuilta (http://www.tieliikelaitos.fi/5_4.asp).

Hankkeen osatehtävä ”seuranta” sisältää **pilotkohteissa** suoritettavat visuaalisen kuntoarvioinnin ja mittaukset, pilotkohteiden ympäristöstä otettujen näytteiden analyysin sekä pilotrakenteista otettujen näytteiden testauksia laboratoriossa. Seuranta käynnistettiin jo ennen pilotkohteiden toteuttamista lähtötilanteen kartoittamiseksi. Seurannan aikana saatavia tuloksia voidaan verrata lähtötilanteeseen. Käytettävissä on sekä kvalitatiivista että kvantitatiivista tietoa hankkeen **vaikutusten arviointia** (Impact Assessment) varten.

Tämä raportti on kooste pilotkohteissa suoritetusta seurannasta vuosien 2000 – 2003 aikana. Vuonna 2000, ennen projektin käynnistämistä, tehtiin ensimmäiset lähtötilanteen kartoitukset. Vuonna 2002 seuranta keskittyi Pilot 2002 kohteeseen, ja vuonna 2003 seurattiin sekä Pilot 2002 että Pilot 2003 kohteita. Seurantasuunnitelmat, jotka laadittiin hankkeen käynnistymisen jälkeen keväällä 2002, ovat toteutuneet tärkeimmiltä osin, vaikkakaan eivät aivan täydellisesti.

Seurantaa jatketaan vielä hankkeen aikana vuonna 2004, ja ympäristöseurannan osalta myös sen jälkeen. Syksyllä 2004 valmistuva Vaikutusten arviointi –raportti sisältää mahdollisimman seikkaperäiset arvioinnit hankkeen tuloksista ja sivutuotteiden hyödyntämisen näkökulmasta. Hanketta arvioidaan sekä teknillisten, ympäristöllisten että taloudellisten vaikutusten osalta.

2. SEURANTASUUNNITELMAT

Kukkia Circlet –hankkeen seuranta on toteutettu ja toteutetaan taulukkojen 1 (Pilot 2002) ja 2 (Pilot 2003) mukaiseksi. Tummennettu alue kuvaa sitä osaa suunnitelmasta, jota ei ole toteutettu tämän seurantaraportin laatimiseen mennessä.

Taulukko 1: Pilot 2002 seurantasuunnitelma

Pilot 2002	Vuosi/neljännes												
	02	03				04				05			
	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Kuntotarkistus	→x		x				x				x		
Kantavuus					x		x		x				
Rakennetutkimukset				x				x					
Kaivovedet, ymp.				x				x				x	
Maanäytteet, ymp.				x				x				x	

Taulukko 2: Pilot 2003 seurantasuunnitelma

Pilot 2003	Vuosi /neljännes											
	03				04				05			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Kuntotarkistus		→E		x		x		x		x		
Kantavuus				x		x		x				
Rakennetutkimukset				x			x					
Vesinäytteet, ymp.			E				x				x	
Maanäytteet, ymp.			E				x				x	

3. PILOT-KOhteiden Kuvaukset

Pilot 2002 (vrt. keväällä 2003 julkaistu Tekninen Raportti 2002):

MT 3201 stabiloinnissa vuonna 2002 käytettiin kolmea eri sideainetta, joissa kaikissa on yhtenä komponenteista käytetty lentotuhkaa. Kokonaisuudessaan toteutus sisälsi toimenpiteitä koko 12 kilometrin tieosuudella. Stabiloiduilla osuuksilla on vanha tierakennekerros stabiloitu 20 cm syvyydeltä käyttämällä sideainetta 10 % stabiloitavan runkomateriaalin eli murskeen massasta. Stabiloitujen osuuksien päälle ajettiin kulutuskerrokseksi suotojätteellä stabiloitu murskekerros (suotokakku-murskekerros). Vertailuosuudet toteutettiin nk. syyssorastuksena, t.s. pelkkänä uutena murskekerroksena (edellä mainittu suotojätteellä stabiloitu murskekerros (suotokakku-murskekerros, jonka päälle levitettiin myös kivituhkaa sitoutumisen parantamiseksi). Lisäksi toteutettiin vertailuosuus nk. kelirikkokunnostuksena, jolloin pahimmin routavaurioituneiden paikkojen kohdat korjattiin poistamalla vanhaa tien pintakerrosta, levittämällä tämän päälle suodatinkangas sekä mursketta.

Pilot 2003 (vrt. Tekninen Raportti 1/2003):

Erilliset kevyen liikenteen väylät KT 322

Tasatun pohjamaan (moreenin) päälle asetettiin suodatinkangas, ja suodatinkankaan päälle noin 10 cm:n paksuinen murskekerros työkoneiden liikkumisen helpottamiseksi. Reunapalteen avulla muodostettuun 'kaukaloön' levitettiin ja tiivistettiin noin 20 cm kerros kuitutuhkaa. Kuitutuhkakerroksen päälle levitettiin suojamursketta noin 5 cm. Lopuksi levitettiin kulutuskerrokseksi 5 – 7 cm suotokakkumursketta. Osaan suotokakkumursketta oli lisätty kalkkia ja bitumia, ja osaan masuunikuonajauhetta, kalkkia ja kuitusavea kulutuskerroksen lujuuden ja kulutuskestävyyden parantamiseksi.

Piennarlevennykset KT 322

Kantatie 322 varren pientareita levennettiin kevyen liikenteen leveämmäksi kulkuväyläksi kesällä 2003. Osittain piennarlevitys oli mahdollista toteuttaa soramurskeella, etenkin silloin kun tien rakennekerrokset osoittautuivat hyviksi ja erottuivat hyvin. Kuitutuhkarakennekerros toteutettiin, kun täyttökerroksen paksuus oli yli 50 cm. Tällöin luiskankoneella tasatulle alustalle levitettiin lujitekangas (verkko), täytettiin kuitutuhkalla, taitettiin kangas kuitutuhkakerroksen (noin 30 - 50 cm) päälle ja sen päälle ajettiin ohut murskekerros. Pintakerrokseksi tuli 5 cm:n suotokakku-murskekerros.

Soratien perusparantaminen kuitutuhka-massivirakennekerroksella, Pihtisalmentie

Toteutus tehtiin kahdelle eri tiejaksolle, joista toinen oli 500 m ja toinen 400 m pituinen. Soratien pinnasta höylättiin muutama senttimetri pintamurskeita valliksi tienreunaan. Tähän "kaukaloön" levitettiin ja tiivistettiin kuitutuhka noin 20 cm:n kerrokseksi. Kuitutuhkaseoksessa on kuitusavea noin 55 % (märkämassa), lentotuhkaa noin 39 % (märkämassa) ja yleisementtiä noin 6 %. Kulutuskerrokseksi levitettiin ensin 5 cm kerros pintamursketta ja sen päälle 5 cm kerros suotokakku-mursketta.

Pohjaveden suojausrakenne Pihtisalmentielle

Projektissa suojausrakenne kulkee Pihtisalmientien luiskassa noin 30 metrin matkalla ja ulottuu 5 metrin päähän tiestä. Todellisuudessa koerakennuskohde ei sijaitse pohjavesialueella (eli

suojaustarvetta ei ole), joten testaus on varsin turvallisessa ympäristössä. Alueen kaivauksen ja pintamaan poiston jälkeen pohjamaalle lisättiin tiivistekerrokseksi kuitusavikerros (30 – 50 cm). Kuitusaven päälle lisättiin n. 30 cm maata.

4. TOTEUTUNUT SEURANTA PILOT 2002-KOHITESSA

Kuntotarkistukset

Pilot 2002 kohteen, MT 3201 välillä Kynärö-Kuohijoki Luopioisissa, kunto tarkistettiin ennen rakentamista mm. keväällä 2000. Tällöin todettiin mm. tiekerrosten olevan monilla tieosuuksilla sekoittuneita tai hyvin ohuita, kivien nousseen tien pintaan ja tien pinnan olevan pehmeähköä ja epätasaista (näissä myös routavaurioita). Korjaustoimenpiteiden jälkeen (vrt. Tekninen Raportti 2002) hankkeeseen osallistuneet henkilöt ovat seuranneet tien stabiloitujen ja stabiloinnin vertailuosuuksien kuntoa jatkuvasti sekä silmämääräisestä että ajotuntuman kannalta.

Rakentamisen jälkeisissä havainnoissa on todettu, että stabiloiduilla osuuksilla tien pinta on selkeästi parempi kuin ennen stabilointia ja erityisesti verrattuna vertailuosuuksiin. Pintamurskeen pehmenemistä on todettu joillakin stabiloiduilla osuuksilla. Stabiloidut kerrokset ovat siinä määrin lujia ja niiden vedenläpäisevyys on ilmeisesti suhteellisen pieni, jolloin kerroksen pintaan on ilmeisesti kertynyt vettä (tien kaltevuus ei ole ollut riittävä) ja pintamurske on joissakin kohdin pehmennyt enemmän kuin vertailuosuuksilla.

Kunnan asukkaat ovat jonkin verran kummeksuneet tien kaventumista kunnostustyön seurauksena. Näin kieltämättä tapahtui, sillä tien käytön aikana se on vähitellen levinnyt ojiin ja täyttännyt ne. Ojat ovat tarpeen tien kuivauksen vuoksi, joten ennen Pilot 2002:n toteuttamista korjattiin ojitus.

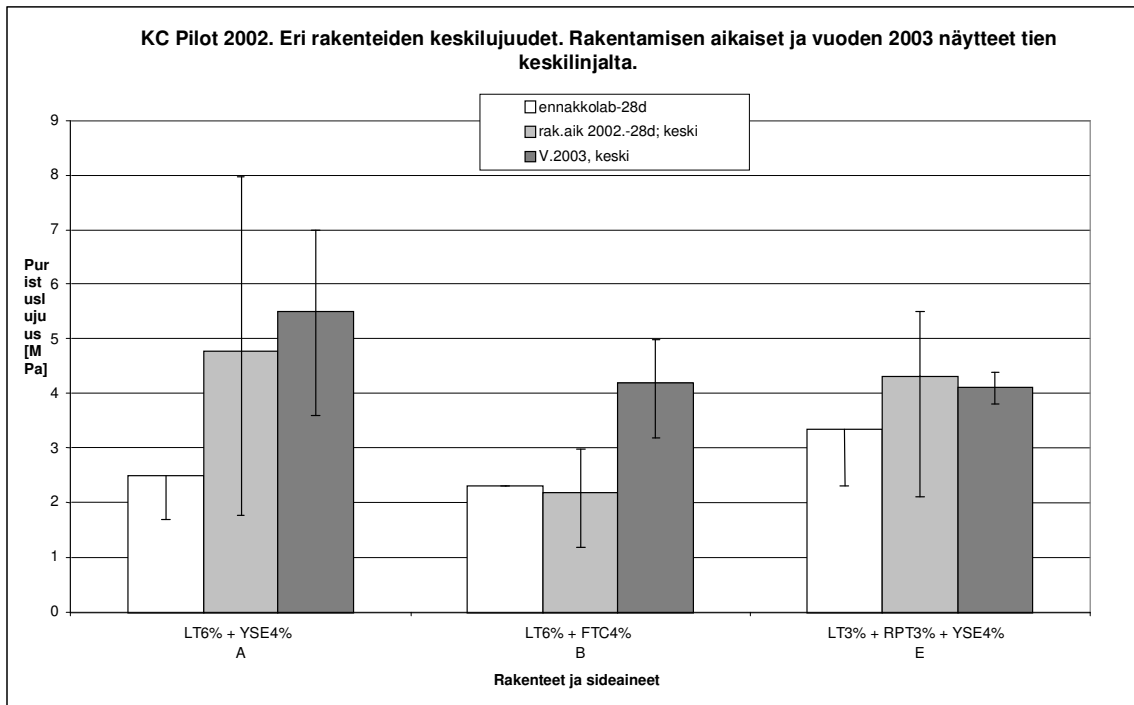
Kantavuus

Tieliikelaitos määritti tien eri osien kantavuuden lähtötilanteessa vuoden 2001 lopussa. Keväällä 2003 jäi kantavuus määrittämättä, koska tilanne nähtiin liian poikkeukselliseksi hyvin kuivan kesän ja syksyn/talven jälkeen. Seurantamittaukset tehtiin syksyllä 2003. Tulokset käsitellään kevätkantavuusmittausten jälkeen kesällä 2004 ja raportoidaan lopullisessa seurantaraportissa.

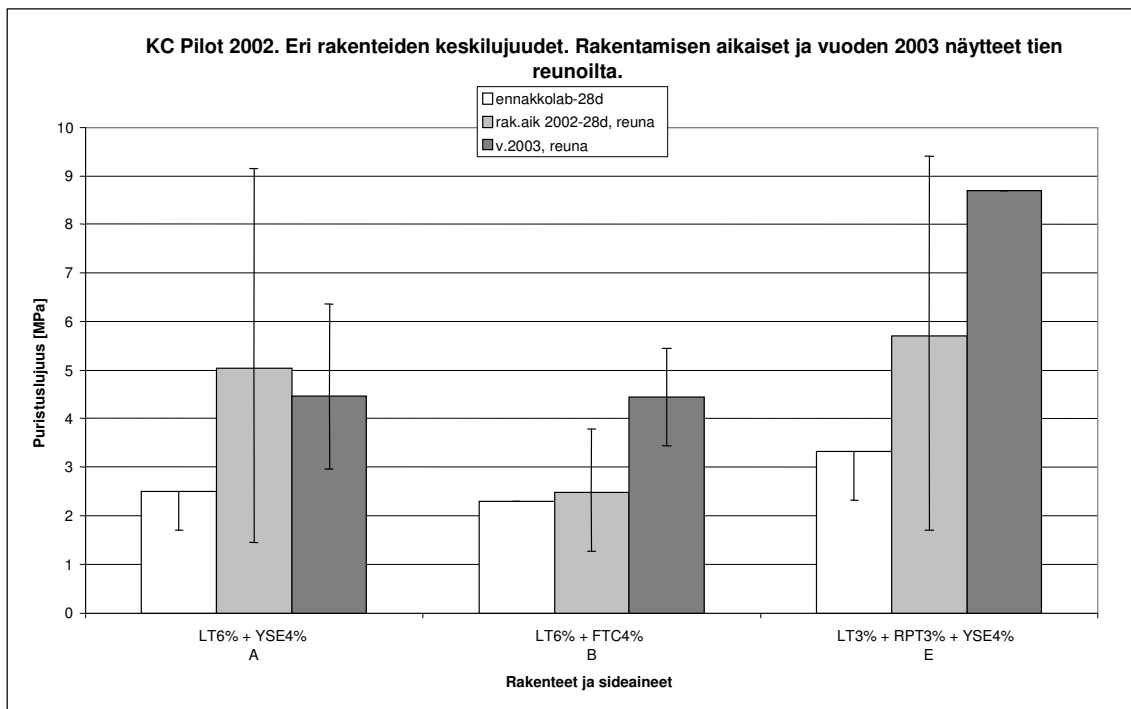
Rakennetutkimukset

Rakennetutkimuksissa on otettu näytteet näytteenottoon käytettävällä poralla seurannan kohteena olevasta, lujittuneesta rakennekerroksesta tien eri kohdilta: tien keskiosalta (0,5 – 1,0 m keskilinjasta) ja tien reuna-osalta (2,0 – 2,5 m keskilinjasta). Samassa yhteydessä on arvioitu silmämääräisesti tien ja rakenteen kuntoa ja mitattiin kerrospaksuuksia ja otettiin valokuvia.

Pilot 2002 kohteesta otettiin poranäytteet 2.-3.10.2003, jo runsaan vuoden ajan lujittuneista rakenteista. Kappaleista määritettiin laboratoriossa puristuslujuus, tiheys ja vesipitoisuus. Näitä tuloksia voidaan verrata rakentamisen aikana vuonna 2002 otetusta seoksesta valmistetusta koekappaleesta saatuun tulokseen, sekä rakentamisen ennakkotutkimuksissa (reseptin määrittämisessä) saatuun tulokseen. Laboratoriossa valmistetut koekappaleet lujittuivat 28 päivää ennen koestusta. Tähänastisia tuloksia on kuvissa 2 ja 3.



Kuva 2: Stabiloitujen osuukien puristuslujuuksia. Vuosien 2002 ja 2003 näytteet on otettu tien keskeltä. Puristuslujuuden määrittäykset tehty nyk. Rambollin (ent. SCC Viatek Oy:n) T&K-yksikössä Luopioisissa. Pilot 2002

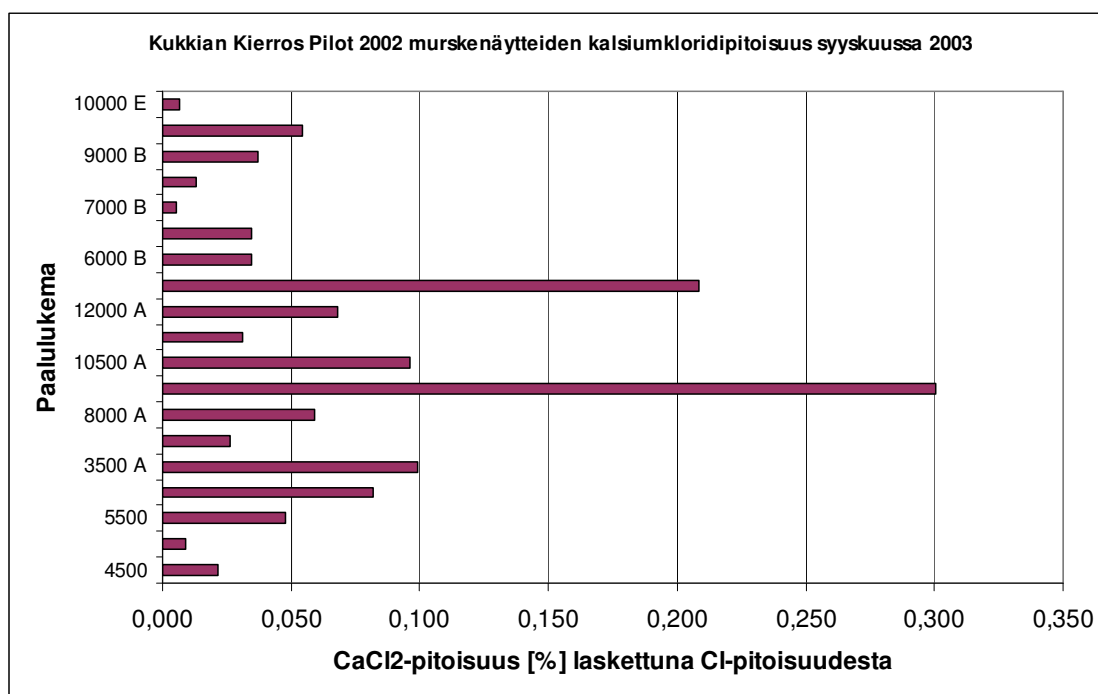


Kuva 3: Stabiloitujen osuukien puristuslujuuksia. Vuosien 2002 ja 2003 näytteet on otettu tien reunalta. Puristuslujuuden määrittäykset tehty nykyisen Rambollin (ent. SCC Viatek Oy:n) T&K-yksikössä Luopioisissa. Pilot 2002

Kuvat 2 ja 3 osoittavat, että laboratorion ennakkotutkimuksissa tehty koekappaleet eivät anna välttämättä liioitellun hyvää kuvaa tulevasta lujittumisesta. Nyt on kuitenkin otettava huomioon se, että syksyllä 2003 otetut näytteet edustavat yli vuoden vanhaa rakennetta, jolloin lujittumisprosessi on todennäköisesti vasta päättynyt.

Stabiloidussa osuudessa A reunakappaleiden lujuudet olivat keskimäärin pienemmät kuin keskilinjalta otettujen kappaleiden ja jääneet alle rakentamisen aikaan otetusta seosnäytteestä tehtyjen koekappaleiden lujuuksien. Vastaava tilanne on todettavissa stabiloidusta osuudesta E otetuista keskilinjalla koekappaleista, joiden puristuslujuuksien keskiarvo jää selkeästi reunakappaleen koekappaleen puristuslujuuden alapuolelle.

Osaan pintamursketta sekoitettiin tien viimeistelyvaiheessa kalkkirakeistettua **suotojätettä** (kalsiumkloridipitoista). Tarkoituksena on testata, saadanko tällaisella seoksella ympäristön kannalta vähemmän pölyämistä estävää suolausta vaativa ja tekniseltä kannalta kestävämpi pintakerrosrakenne. 22.9.2003 otettiin siis pintakerroksesta näytteet, joista määritettiin kalsiumkloridipitoisuudet Kemira Oyj:n Kokkolan tehtaan kemian laboratoriossa. Suotojätettä sisältävän pintamurskeen tavoitteellinen kalsiumkloridipitoisuus syksyllä 2002 oli 0,006 % (rakeistettua suotojätettä 3 % murskeen massasta; rakeistetun suotojätteen kalsiumkloridipitoisuus n. 21 %). Syksyllä 2003 otettujen näytteiden kalsiumkloridipitoisuus vaihteli 0,004 – 0,314 % välillä (kuva 4).



Kuva 4: Kalsiumkloridipitoisuus syksyllä 2003 otetuista pintamurskenäytteistä Pilot 2002 kohteessa. Paalutus on työmaapaalutuksen mukaista, ei tierekisterin.

Näytteiden oton yhteydessä määritettiin kulutuskerroksen kerrospaksuudet. Kerrospaksuuksia määritettäessä havaittiin samalla, että joissakin paikoissa oli stabiloitu kerros näkyvissä (murske kulunut pois, kuva 5). Murske puuttui kuitenkin yleensä vain reunasta ja useimmiten tällainen kohta sijaitsi tien sisäkaarteessa. Murskekerroksen tavoitepaksuus oli 10 cm syksyllä 2002.

Syksyllä 2003 murskekerroksen paksuudesta tehtiin lukuisia mittauksia eri paalulukemilta, ja tulokset vaihtelivat melkoisesti mittausten keskiarvon ollessa 8,7 cm.



Kuva 5: Pintamurskekerroksen paksuuden vaihtelut syksyllä 2003. Pilot 2002.

Ympäristövaikutukset

Kukkia Circlet –projektisuunnitelman ja Luopioisten kunnan ympäristölupapäätöksen mukaisesti MT 3201 pilot-osuudella seurataan stabiloinnissa käytettyjen sideaineiden ympäristövaikutuksia ottamalla vuosittain (2003 – 2005) näytteet kaivovesistä, laskuojista sekä tien läheisyydestä maaperästä.

Toukokuussa 2002 otettiin maanäytteet seitsemästä (7) referenssipisteestä, ojan luiskasta, stabiloitavan rakenteen alapuolelta. Referenssipisteet oli valittu siten, että kaikki stabiloidut ja yksi vertailurakenteista tulevat seurantaan. Vuoden 2003 seurantanäytteet otettiin elokuussa (13.8.2003) vastaavien paalulukemien läheisyydestä (± 5 m) ja samoin ojan luiskasta, stabiloitavan rakenteen alapuolelta. Molemmilla kerroilla näytteistä (jotka kuivattu ja seulottu < 2 mm jakeisiin) analysoitiin typpihappouutosta ja ICP/MS-AES tekniikalla epäorgaanisia alkuaineita. Samoin näytteistä määritettiin vesiutosta potentiometrisesti pH ja sähkönjohtavuus. Vertaileva yhteenveto tuloksista on kuvassa 6 (erityisesti seurattavien muuttujien osalta). Vuoden 2003 tuloksissa on monien alkuaineiden osalta eroavuuksia verrattuna vuoden 2002 tuloksiin. Missään kohteessa tulokset eivät ole lähelläkään toimenpidetasoa l. pilaantuneelle maa-ainekselle ehdotettua raja-arvoa. Eroavuudet perustuvat näytteenottoaikkojen eroihin, sillä stabiloitujen rakenteiden kautta ei ole voinut kulkeutua mitään pohjamaahan tai ojia kohti. Tämä on pääteltävissä toisaalta rakenteiden erinomaisesta lujittumisesta ja kunnosta, ja erityisesti seurantakaudelle vallinneesta kuivuudesta ja hyvin vähäisestä vesien virtaamisesta yleensäkin.

Asetusluonnos 1997/ Sorvari 2000**				pH	EC	As	B	Ba	Cd	Cr	Cu	Mo	Ni	Sb	Se	Zn	Al	Mn
Tavoitearvo, puhdas maa				-	-	4	5	600	0,15	37	18	5	19	5	1	23	-	-
Raja-arvo, pilaantuminen				-	-	60	50	600	10	500	400	200	300	40	10	700	-	-
Referenssitaso 2002				pH	EC	As	B	Ba	Cd	Cr	Cu	Mo	Ni	Sb	Se	Zn	Al	Mn
					mS/m 25°C	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
				2061	2061	+ 503M	+ 503M	+ 503M	+ 503M	+ 503M	+ 503M	+ 503M	+ 503M	+ 503M	+ 503M	+ 503Pp	+ 503Pp	+ 503Pp
L02799050	Maa PL 3600	Stabilointi A	PL2850-4350	5,2	2,4	12,1	<1	64,7	0,05	40,5	28,1	2,56	11,3	<0,02	0,81	36,2	9880	151
L02799051	Maa PL 4600	Vert	PL4350-5800	5,2	2,7	9,61	<1	70,5	0,05	42,6	29,5	2,18	11,6	<0,02	0,89	39,6	10700	173
L02799052	Maa PL 6400	Stabilointi B	PL5800-7640	5,0	2,4	5,15	<1	42,2	0,03	26,1	18,4	1,38	7,48	<0,02	0,54	25,8	6780	121
L02799053	Maa PL 8230	Stabilointi A	PL7640-8690	4,7	3,1	7,70	<1	42,6	0,09	27,4	21,1	1,01	12,4	<0,02	<0,5	34,1	10100	129
L02799054	Maa PL 9010	Stabilointi B	PL8690-9150	5,0	5,7	12,2	<1	76,5	0,11	46,0	36,8	2,45	13,1	<0,02	1,07	47,7	11700	179
L02799055	Maa PL 9885	Stabilointi E	PL9320-10340	4,6	7,8	11,0	<1	68,2	0,05	41,4	32,4	2,67	10,9	<0,02	0,96	38,0	11000	163
L02799056	Maa PL 11675	Stabilointi A	PL10340-12180	4,9	9,9	8,09	<1	68,4	0,06	31,7	29,6	1,21	13,5	<0,02	0,52	39,5	11800	157
Seuranta elokuu 2003				pH	EC	As	B	Ba	Cd	Cr	Cu	Mo	Ni	Sb	Se	Zn	Al	Mn
näytteet +/- 5 m v. 2002 referenssinäytteiden ottopaikasta					mS/m 25°C	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
				2061	2061	+ 503M	+ 503M	+ 503M	+ 503M	+ 503M	+ 503M	+ 503M	+ 503M	+ 503M	+ 503M	+ 503M	+ 503Pp	+ 503Pp
L03058840	Maa PL3600	Stabilointi A	PL2850-4350	5,1	4,6	9,41	<1	26,2	0,06	41,1	25,0	1,08	20,3	<0,02	0,60	37,1	14300	105
L03058841	Maa PL4600	Vert	PL4350-5800	5,5	1,7	8,30	<1	43,5	0,05	28,2	20,4	1,23	8,97	<0,02	0,72	29,2	7840	122
L03058842	Maa PL6400	Stabilointi B	PL5800-7640	4,9	6,0	9,60	1,5	66,2	0,15	44,6	47,0	1,67	18,1	<0,02	0,82	103	12800	272
L03058843	Maa PL8230	Stabilointi A	PL7640-8690	5,2	1,8	7,19	<1	47,9	0,07	31,5	23,4	1,01	17,8	<0,02	0,68	44,1	12100	153
L03058844	Maa PL9010	Stabilointi B	PL8690-9150	5,1	26	8,11	2,10	83,6	0,69	30,5	29,0	2,09	23,6	0,07	2,04	57,4	8540	112
L03058845	Maa PL9885	Stabilointi E	PL9320-10340	4,9	11	11,5	2,10	76,5	0,09	59,6	72,1	1,48	25,1	<0,02	1,50	76,5	22200	205
L03058846	Maa PL11675	Stabilointi A	PL10340-12180	5,7	6,7	6,66	1,75	41,9	0,08	39,1	22,9	1,23	22,7	<0,02	1,10	49,7	17900	164

** Jaana Sorvari: Ympäristökriteerit mineraalisten teollisuusjätteiden käytölle maarakentamisessa. Suomen ympäristö 421/2000. Taulukosta 19 (s. 94): mediaanipitoisuus maaperälle, jossa saves on 4,9 % ja orgaaninen aines 1,2 %

Kuva 6: Maanäytteiden analyysitulokset v. 2002 (ref.) ja v. 2003. Pilot 2002

Elokuun 2002 alussa, ennen MT 3201:n eli pilotkohteen kunnostustöiden alkua, otettiin kohteen ympäristössä sijaitsevista taloista talousvesinäytteet (12 taloa ja lähde). Samoin otettiin referenssivesinäytteet kohteesta Kukkiajärven suuntaan laskevista ojista (3 laskuojaa). Näytteet suodatettiin ja kestävästiin ja niistä määritettiin epäorgaanisten alkuaineiden pitoisuudet ICP-MS/AES tekniikalla. Seurantanäytteet otettiin elokuussa 2003. Näytteitä saatiin vain kuuden (6) talon kaivoista. Myös laskuojista yritettiin ottaa näytteet, mutta tulos oli heikko: ojissa paaluilla 4830 ja 5060 oli heikkoa virtausta vasta usean metrin päässä tiestä alajuoksulle päin, ja oja paalulla 8690 oli kuiva. Saadut näytteet analysoitiin vastaavalla menetelmällä kuin v. 2002. Kuvassa 6 ovat tähänastiset tulokset seurattavien muuttujien osalta. Parin kaivon (v. 2002 kaivot 1 ja 10, v. 2003 kaivot 7 ja 10) osalta veden mangaanipitoisuus on hieman korkeampi kuin talousveden laatusuosituksot edellyttävät (STM 461/2000). Tämä johtuu todennäköisesti muista syistä kuin pilotkohteen kunnostamistoimista (esim. veden pinnan lasku /veden savisuuden lisääntyminen vallinneen kuivuuden vuoksi). Yleisesti ottaen pitoisuudet täyttävät hyvin sekä kemialliset laatuvaatimukset että laatusuosituksot, ja useissa kaivoissa vesien pitoisuudet ovat pysyneet pitkälti samalla tasolla kuin ennen pilotkohteen kunnostustöitä.

Seuraavat seurantanäytteet on tarkoitus ottaa ja analysoida elo-syyskuussa 2004.

	Al	As	B	Ba	Cd	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Sb	Se	Zn	pH	EC	
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mS/m 25°C		
KRITEERIT/ STM 461/2000																
Kemialliset laatuvaatimukset (max)		10	1000		5	50	2000			20	5	10				
Laatusuosituks (max tavoitearvot)	200							50						6,5-9,5	250	
Muut / STM 1994				700					70				3000			
Analysitulokset 2002 (lähtötilanne)	+ 139M	+ 139M	+ 139M	+ 139M	+ 139M	+ 139M	+ 139M	+ 139M	+ 139M	+ 139M	+ 139M	+ 139M	+ 139M	143l	143l	
Kaivot	1.Laine	<1	0,34	3,23	4,93	<0,02	<0,2	33,3	59,7	0,22	2,57	<0,02	<0,5	242	7,1	9,04
	2.Kankaanpää	1,78	0,08	34,0	6,84	<0,02	<0,2	19,9	18,8	1,01	0,77	0,04	<0,5	99,2	7	26
	3.Alenius	62,1	0,13	27,9	15,5	0,07	0,3	96,5	4,46	0,07	1,71	0,06	<0,5	113	6,5	9,59
	4.Tulokas	29,5	0,09	7,60	11,3	0,07	<0,2	395	22,1	0,07	1,63	0,02	<0,5	79,3	6,6	10,3
	5.Makinen	35,9	0,23	20,1	9,09	<0,02	0,29	3,81	5,7	0,24	0,89	0,05	<0,5	5,02	6,8	9,78
	6.Lappi	21,5	0,38	31,4	17,5	0,02	0,31	19,7	2,67	0,20	0,94	0,08	<0,5	61,5	6,8	17,2
	7.Laine K.	10,6	0,09	8,83	6,40	0,08	<0,2	123	18,0	0,15	1,40	0,05	<0,5	290	6,5	9,99
	8.Laine S:	5,69	0,13	5,59	8,21	0,03	<0,2	51,0	0,88	0,35	0,78	0,03	<0,5	68,2	6,5	9,95
	10.Lehto	13,8	0,27	10,2	10,2	<0,02	<0,2	70,4	84,4	0,31	2,59	0,02	<0,5	25,3	6,4	11,8
	15.Koivuniemi	<1	33,2	84,7	0,49	<0,02	<0,2	0,21	4,84	2,99	0,35	0,66	<0,5	4,51	8,1	37,1
	16.Huttunen	<1	0,10	13,2	6,86	0,19	<0,2	127	21,0	0,35	15,1	0,02	0,89	65,0	6,3	16,3
	19.Setälä	2,94	0,34	7,29	11,2	<0,02	0,30	2,82	2,70	0,13	0,29	0,05	<0,5	12,0	6,8	17,2
	Lahde	16,9	0,36	7,99	5,70	0,05	0,27	4,53	0,65	0,16	1,02	0,04	<0,5	9,08	6,6	13,6
Laskuojat	Oja 4830	173	0,66	5,29	8,74	0,02	0,51	1,39	66,1	0,15	2,89	0,04	<0,5	5,39	6,3	6,47
	Oja 5060	54,1	0,46	5,33	5,67	0,02	0,24	0,58	31,3	0,09	2,90	<0,02	<0,5	2,93	6,8	14,9
	Oja 8690	547	3,15	3,64	8,04	0,1	0,85	2,25	38,9	0,16	3,31	0,04	<0,5	18,1	5	5,87
Seuranta 2003																
Kulvan kauden jälkeen näytteet saatiin vain oheisista kaivoista																
Kaivot	1.Laine	<1	0,20	2,52	3,85	<0,02	<0,2	36,4	37,7	0,27	1,46	<0,02	<0,5	157	6,8	8,3
	4.Tulokas	4,46	0,07	7,71	12,3	0,06	<0,2	225	31,5	0,41	1,47	0,02	<0,5	85,7	6,6	13
	7.Laine K.	1,27	0,07	6,68	6,67	0,09	<0,2	62,2	53,8	0,12	1,41	0,20	<0,5	611	6,7	9,8
	8.Laine S.	4,04	0,12	5,05	8,17	0,03	<0,2	80,8	1,15	0,40	1,09	0,03	<0,5	86,6	6,7	9,5
	10.Lehto	1,19	0,18	10,7	11,0	<0,02	<0,2	34,7	65,4	0,34	3,85	0,02	<0,5	17,5	6,9	14
	16.Huttunen	<1	0,11	12,8	8,93	0,20	<0,2	109	24,4	0,27	18,4	0,02	0,83	85,6	6,5	17

Kuva 7: Vesiinäytteiden analyysitulokset v. 2002 (ref.) ja v. 2003. Pilot 2002

5. TOTEUTUNUT SEURANTA PILOT 2003-KOhteESSA

Kuntotarkistus

Pilot 2003 toteutettiin pääosiltaan vuoden 2003 kesän ja syksyn aikana. Kuntotarkistus – kunnostustarpeessa olevalla Pihtisalmenttiellä – oli tehty kohteiden ennakkotutkimusten yhteydessä, ennen kunnostuksen alkua huhtikuussa 2002 sekä vielä keväällä 2003 useaan otteeseen. Havaintojen perusteella valittiin pilotkohteiksi osuudet, jotka olivat keväisin olleet jo pitkään lähes käyttökelvottomia isojen routavaurioiden vuoksi (kuva 8). Samassa yhteydessä määritettiin osuus pohjavedensuojusrakennetta varten, sekä maa- ja vesinäytteiden ottopaikat ympäristöseurantaa varten.

Rakentamisen jälkeinen kuntotarkistus tehtiin rakennetutkimusten yhteydessä syys-lokakuussa 2003. Yleisesti ottaen kunto oli hyvä, ja tien käyttäjät ovat olleet tyytyväisiä tulokseen. Kuntoarvioinnin kommentit sekä valokuvia koekuopista ja pilot-osuuksista on esitetty **liitteessä**.

Kuvassa 9 on kunnostuksen jälkeen syksyllä 2003 otettu kuva samasta kohdasta kuin kuvassa 8, mutta päinvastaiselta suunnalta. Tiehaaran kohdalla on kulutuskerros pehmentynyt ja pintaan on muodostunut kuoppa: murskeeseen oli sekoittunut vielä pehmeää kuitutuhkaa, joka oli kastuessaan aiheuttanut koko tien pinnan pehmenemisen tältä kohtaa (ks. Tekninen raportti 1/2003; luku 4: Yhteenveto kokemuksista ja arvio kehitystarpeista).



Kuva 8: Pihtisalmenttiä (Pt 13981) keväällä 2003, ennen kunnostusta. (SCC Viatek Oy)



Kuva 9: Pihtisalmentie (Pt 13981) syksyllä 2003, kunnostuksen jälkeen. Kuva on samasta kohdasta mutta päinvastaiselta suunnalta otettuna kuin kuva 8. (SCC Viatek Oy)

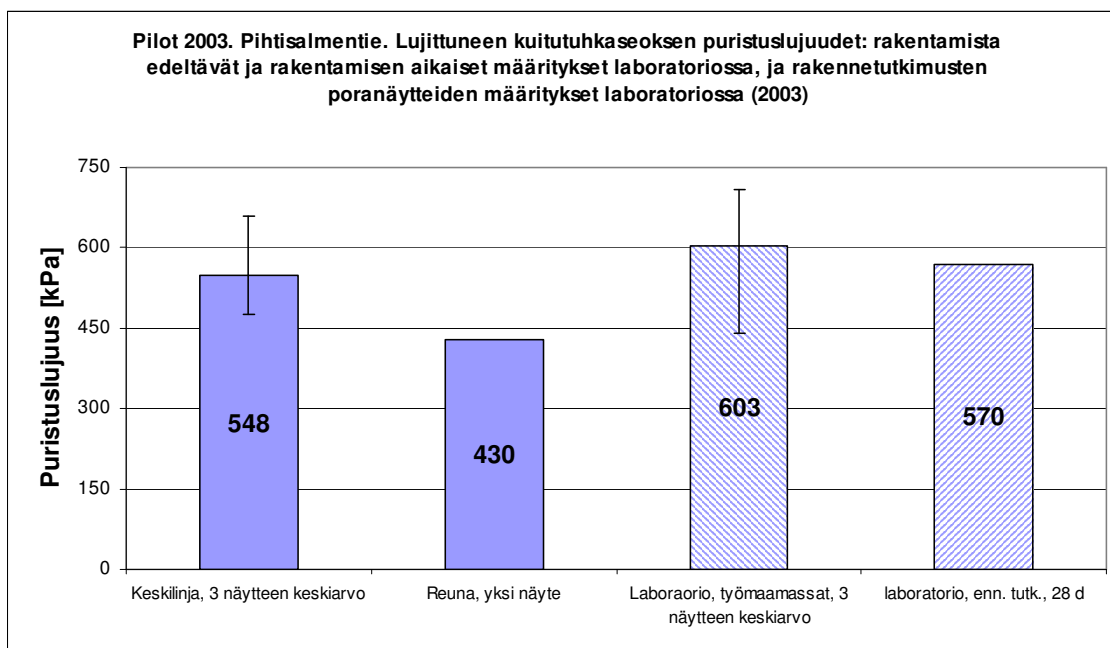
Kantavuus

Kohteissa on tehty kantavuusmittauksia lähtötilanteessa ja vuoden 2003 lopulla. Kantavuusmittaustulokset ovat vielä käsittelemättä, ja ne liitetään kevään 2004 kantavuusmittaustuloksiin lopullista seurantaraporttia varten.

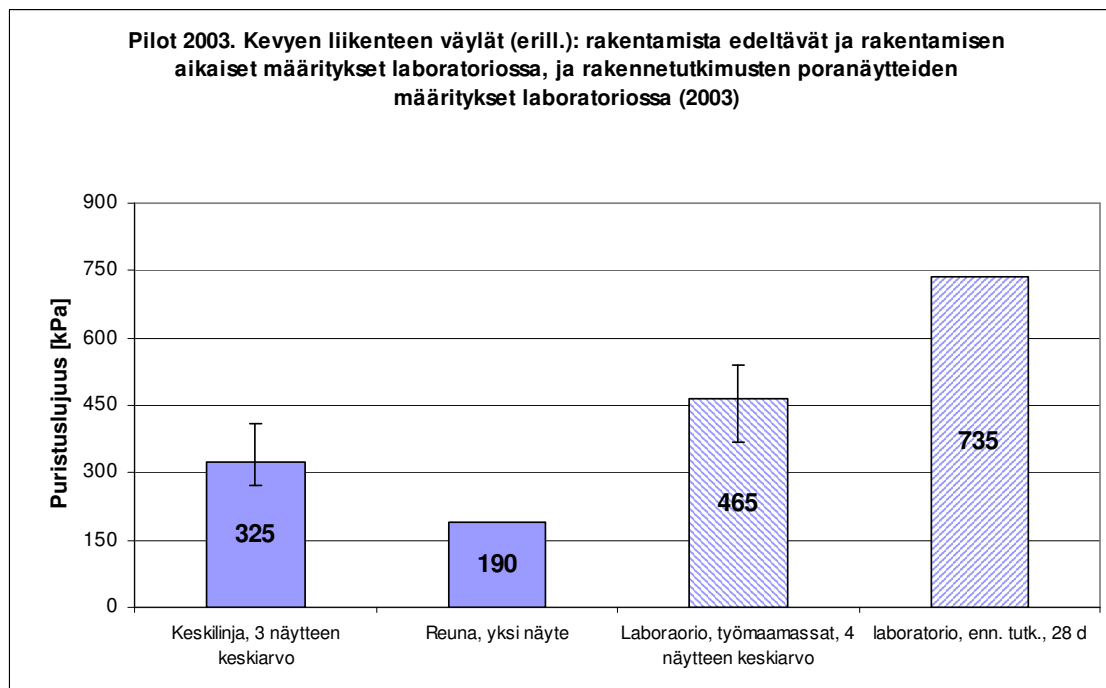
Rakennetutkimukset

Rakennetutkimukset suoritettiin syys-lokakuussa 2003 samoin kuin kuntokartoitus; tulokset on koottu liitteen taulukkoon. Lujittumisaika oli näytteenoton aikana ollut yhdestä puoleentoista kuukautta (30-45 d). Näytteet otettiin eri kohdista pilot-osuuksia (paalulukemilta; ja osuuden keskeltä sekä reunoilta). Näytteistä testattiin 1-aksiaalinen puristuslujuus. Seuraavissa kuvissa (kuvat 10-12) on eri pilotkohteesta saadut tulokset rakennetutkimuksissa syksyllä 2003 samoin kuin rakentamisen aikana kohteeseen toimitetuista massoista ja ennen rakentamista vastaavista seoksista tehtyjen koekappaleiden laboratoriotestitulokset 28 päivän lujittumisen jälkeen. Tuloksissa esiintyvät vaihtelut johtuvat mm. niistä ongelmista, joita on lyhyesti kuvattu Teknisessä raportissa 1/2003. Verrattaessa esimerkiksi kuvia 11 ja 12 keskenään on tiivistystyön onnistumisen merkitys hyvin selkeästi havaittavissa. Piennarlevitykset on tiivistetty merkittävästi kevyemmällä menetelmällä kuin kevyen liikenteen erilliset väylät (ks. Tekninen raportti 1/2003, kuva 14).

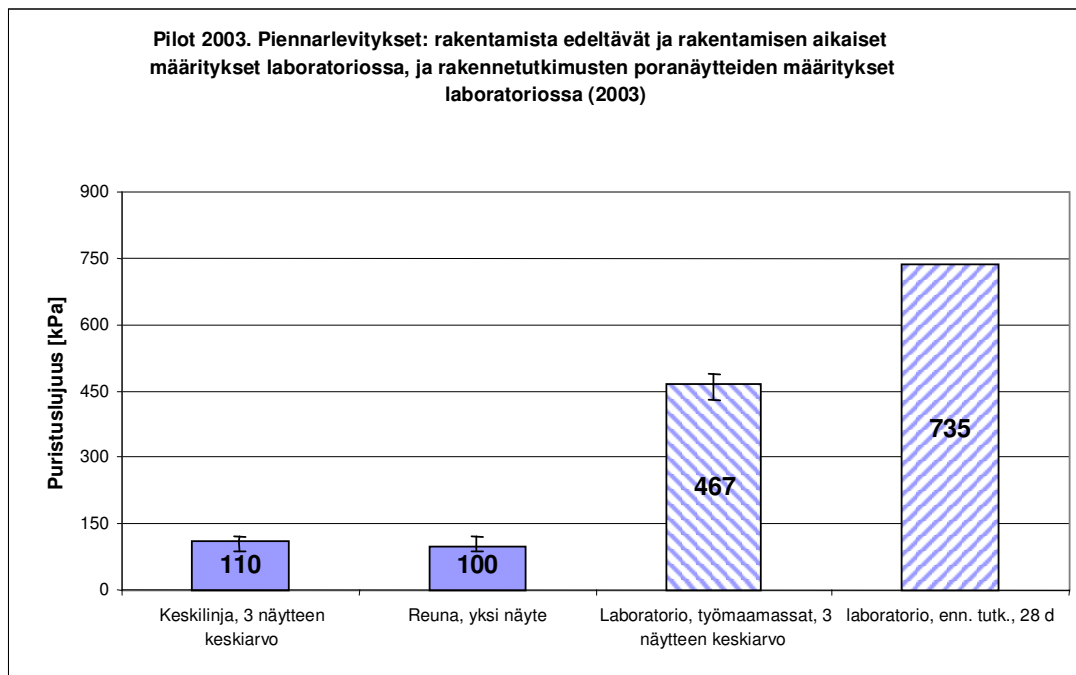
Pohjaveden suojausrakenteen seurantamittaukset eli vedenläpäisevyyden mittaukset tehdään syksyllä 2004. Edellä mainittujen lisäksi seurataan Pihtisalmentielle kuitutuhkan lämmöneristävää vaikutusta sekä eri kerroksien lämpötilan kehittymistä. Tätä varten on Pihtisalmentielle asennettu kolme lämpötila-anturia syksyllä 2003: kuitutuhkarakenteen läpi, vertailurakenteeseen (korjaamaton soratieosuus), ja pohjavedensuojausrakenteen läpi. Lämpötiloja monitoroidaan jatkuvasti projektin aikana. Seurannassa saadaan tietää, miten kuitutuhkarakennekerros eristää ja vaikuttaa mm. roudan tunkeutumiseen ja sulamisnopeuteen. Pohjavedensuojausrakenteen kohdalla saadaan tietoa suojausrakenteen mahdollisesta jäätymisestä. Lämpötilaseurannalla voidaan myös ohjata mm. kevään kantavuusmittausta kaikkein pahimpaan kelirikkoaikaan. Lämpötilaseurannan tulokset vuosilta 2003–2004 raportoidaan seurannan loppuraportissa.



Kuva 10: Pihlissalmentien seuranta 2003. Seoksen resepti on SJ:LT + YSe 6 %; tässä SJ = kuitusavi, LT = lentotuhka, näiden märkämassojen suhde on 10:7 ja yleissementtiä = YSe on lisätty seokseen 6 % seoksen märkämassasta laskettuna.



Kuva 11: Kevyen liikenteen väylien seuranta 2003. Seoksen resepti on SJ:LT + YSe 6 %; tässä SJ = kuitusavi, LT = lentotuhka, näiden märkämassojen suhde on 10:10 ja yleissementtiä = YSe on lisätty seokseen 6 % seoksen märkämassasta laskettuna.



Kuva 12: Piennarlevitysten seuranta 2003. Seoksen resepti on SJ:LT + YSe 6 %; tässä SJ = kuitusavi, LT = lentotuhka, näiden märkämassojen suhde on 10:10 ja yleisementtiä = YSe on lisätty seokseen 6 % seoksen märkämassasta laskettuna.

Ympäristövaikutukset

Kukia Circlet – projektisuunnitelman ja Pirkanmaan ympäristökeskuksen ympäristölupapäätöksen (PIR-2002-Y-743-111/3.7.2003) mukaisesti Pilot 2003 -osuudella seurataan Pihtisalmentielle tehtyjen kuitutuhkarakenteiden sekä MT 322:n yhteyteen / läheisyyteen, Luopioisten kirkonkylään, kuitutuhkarakenteiden kevyen liikenteen väylien ympäristövaikutuksia vuosittain tehtävien vesi- ja maaperänäytteiden avulla. Seuranta jatkuu toistaiseksi vuoden 2005 loppuun saakka. Vesi- ja maaperänäytteistä määritetään epäorgaanisten alkuaineiden pitoisuudet (As, B, Ba, Cd, Cr, Cu, Mo, Ni, Sb, Zn, Al ja Mn), pH ja sähkönjohtavuus, sekä TOC.

Kesällä 2003 otettiin nk. referenssinäytteet (maaperänäytteet ja vesinäytteet 6 kaivosta), joihin syksyllä 2004 ja 2005 otettavien näytteiden analyysituloksia tullaan vertaamaan. Ensimmäiset seurantanäytteet on tarkoitus ottaa ja analysoida elo-syyskuussa 2004.

6. JATKOTOIMENPITEET 2004

Vuonna 2004 tehdään keväällä ja syksyllä kuntoarvioinnit sekä kantavuusmittaukset pilotkohteissa. Syksyllä 2004 tehdään vielä kerran tiiviysmittaukset pilotkohteissa ja otetaan rakennenäytteet, joista määritetään puristuslujuus laboratoriossa. Kunnan asukkaille tullaan tekemään syyskesällä 2004 kysely, jossa pyydetään asukkaita arvioimaan kevyen liikenteen väylien merkitystä ja ominaisuuksia.

Projektin tulokset kootaan raportiksi vaikutusten arvioinnista (joka on samalla seurannan loppuraportti). Tässä raportissa arvioidaan sivutuoterakentamisen merkitystä vaihtoehtona yleisesti käytössä oleville menetelmille sekä tierakennusteknisiä, ympäristöllisiä ja taloudellisia vaikutuksia projektin tulosten ja havaintojen perusteella. Tulosten arvioijiksi on kutsuttu myös riippumattomia asiantuntijoita, ja heidän lausuntonsa liitetään osaksi loppuraporttia. Raportti valmistuu vuoden 2004 loppuun mennessä suomen- ja englanninkielisenä, ja julkaistaan projektin www-sivuilla: http://www.tieliikelaitos.fi/5_4.asp

