



ROADEX III
NORTHERN PERIPHERY



Nuutti Vuorimies, Pauli Kolisoja

Behandling av fuktkänsliga stenmaterial

Praktiskt sammandrag

Behandling av fuktkänsliga material
PRAKTISKT SAMMANDRAG
September 2006

Nuutti Vuorimies
Tampere University of Technology

Pauli Kolişoja
Tampere University of Technology

FÖRORD

Föreliggande rapport är ett praktiskt sammandrag av ROADEX II rapporten "Material Treatment" av Pauli Kolisoja och Nuutti Vuorimies från Tampere University of Technology, som utgavs 2005.

Den syftar till att vara en arbetsmanual som koncentrerar sig på provningsmetoder och praxis som bör användas på lågtrafikerade vägar som lider av fuktkänsliga stenmaterialproblem relaterade till årstidsbundna förändringar, speciellt tjällossningen på våren.

Rapportens avsikt är inte att ersätta något av de referensarbeten som finns tillgängliga inom ämnet utan förhoppningen är att detta sammandrag skall ge läsaren en större förståelse av ämnet och lösningarna till problemen.

Rapporten skrevs av Nuutti Vuorimies och Pauli Kolisoja från Tampere University of Technology, Finland. Sanni Pitkäranta från Tampere University of Technology översatte den till engelska. Ron Munro, projektledare för Roadex III projektet, kontrollerade språket. Mika Pyhähuhta från Laboratorio Uleåborg designade rapportens layout.

Författarna vill rikta ett tack till ROADEX III Stygrupp för dess uppmuntran och vägledning i detta arbete.

Copyright © 2006 Roadex III Project

All rights reserved.

Roadex III Lead Partner: The Swedish Road Administration, Northern Region, Box 809, S-971 25 Luleå. Project co-ordinator: Mr. Krister Palo.

CONTENTS

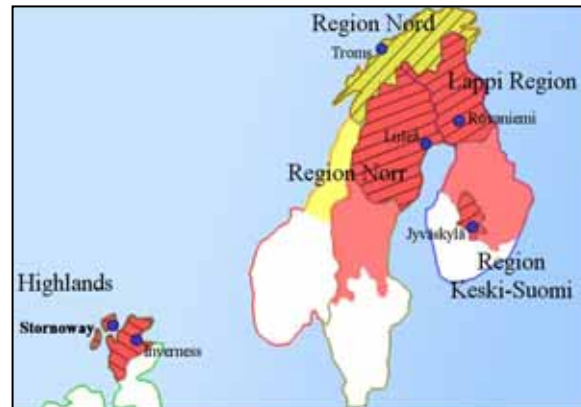
FÖRORD	3
KAPITEL 1. INLEDNING.....	5
1.1 ROADEX - PROJEKTET	5
1.2 BEHANDLING AV FUKTKÄNSLIGA STENMATERIAL	6
KAPITEL 2. BEHANDLING AV FUKTKÄNSLIGA STENMATERIAL – KORT BESKRIVNING	8
2.1 TRADITIONELLA STABILISERINGSMEDEL	8
2.2 ICKE-TRADITIONELLA STABILISERINGSMEDEL	8
KAPITEL 3. INSAMLING AV INFORMATION FÖR ATT BEDÖMA EFFEKTIVITETEN AV BEHANDLINGEN	10
3.1 GRUNDLÄGGANDE INFORMATION OM VÄGEN.....	10
3.2 PROVTAGNING FÖR LABORATORIEPROVNINGAR	11
3.3 LABORATORIEPROVNINGAR FÖR OBEHANDLADE MATERIAL	11
3.4 INFORMATION OM ICKE-TRADITIONELLA STABILISERINGSMEDEL	13
3.5 LABORATORIEPROVNINGAR FÖR MATERIAL BEHANDLADE MED ICKE-TRADITIONELLA STABILISERINGSMEDEL	13
KAPITEL 4. ETT EXEMPEL PÅ TESTOBJEKT OCH VAL AV STABILISERINGSMEDEL	15
4.1 BAKGRUND	15
4.2 OBJEKT: LOKALVÄG 13581	15
4.3 OBJEKT: LOKALVÄG 19735	16
4.4 ERFARENHETER.....	18
KAPITEL 5. DISKUSSION	20
REFERENSER.....	22
APPENDIX 1 PROCEDUR FÖR VAL AV TILLSATSMEDEL.....	23

Kapitel 1. Inledning

1.1 ROADEX - PROJEKTET

ROADEX - Projektet är en teknisk samverkan mellan vägorganisationer i norra Europa, som har som mål att sprida vägreglerad information och forskningsresultat mellan parterna.

Projektet startade 1998 som ett 3-års pilotsamarbete mellan vägdistrikten i Finska Lappland, Troms län i Norge, Norra regionen i Sverige och Highlands i Skottland. Detta följdes sedan av ett andra projekt, RODEX II, som pågick 2002-2005.



Figur 1.1. Europas Norra Periferi och Roadex II partners

Deltagarna i ROADEX II består av statliga vägadministrationer, skogsorganisationer, skogsföretag och fraktorganisationer från regioner i den Norra Periferin. Dessa var The Highland Council, Forest Enterprise & The Western Isles Council från Skottland, Region Norr vid Norska Vägverket och Norska Vägtransportföreningen, Region Norr vid Svenska Vägverket och Region Lappi och Keski-Suomi vid Finska Vägverket. (De sistnämnda Finska regionerna fick också stöd från de lokala skogsindustrieföretagen Metsähallitus, Lapin Metsäkeskus, Metsäliitto och Stora-Enso).

Målet med projektet var att utveckla metoder för interaktiv och innovativ skötsel av tillståndet på lågtrafikerade vägar samt att integrera behoven från den lokala industrin, samhället och vägorganisationerna. Åtta stycken formella rapporter har publicerats tillsammans med en projekt-DVD och fullständiga kopior av alla rapporter finns tillgängliga för nerladdning på ROADEX websida på www.roadex.org.

Detta Praktiska Sammandrag är en av 8 sammanfattningar som har tagits fram under ledning av ROADEX III projektet (2006-2007), ett nytt projekt där de ovan nämnda projektpartnererna förenas med ytterligare partners från Norra Periferin nämligen Sisimiut Kommun, Grönland, Islands Statliga Vägadministration och Finska Vägverkets Region Sava-Karjala.

1.2 BEHANDLING AV FUKTKÄNSLIGA STENMATERIAL

Årstidsmässiga förändringar och frys-tö-cykler är de mest signifikanta faktorerna som bidrar till nedsättning av bärigheten i fuktkänsliga material i kalla klimat. Nedbrytningen är orsakad av överskottsvatten som har ackumulerats i vägöverbyggnaden och inte kan komma bort från lagren eftersom överbyggnaden töar. Som ett resultat kan vägen skadas snabbt av tung trafik.

Materialbehandling av vägöverbyggnaden kan användas för att hålla vattnet borta från de fuktkänsliga materialen. Om vatten är sparsamt förekommande i de strukturella lagren innan och under tjälperioden, bildas vanligen inga islinser. Också under töperioden på våren kommer lagret att fungera som designat och sprida lasten över en större yta så att vägen får en bättre hållbarhet mot trafiklast.

Traditionella stabiliseringsmedel, som bitumen och cement, används vanligen för att ge markanta skillnader i styrka och styvhet för behandlade lager. Dessa tekniker kräver dock användning av stora kvantiteter av tillsatsmedel och därmed är dessa behandlingsmetoder vanligen oekonomiska på lågtrafikerade vägar. Nya typer av stabiliseringsmedel har utvecklats för att reducera fuktkänsligheten och att förbättra den låga bärigheten på grund av årstidsväxlingarna. Dessa nya medel, vanligen benämnda icke-traditionella stabiliseringsmedel, är ämnade för material vars bärförmåga och styrka är tillräckliga, med undantag för den korta men icke desto mindre betydande, nedsättning av bärförmågan relaterad till årstidsväxlingar.

Denna rapport koncentrerar sig på att presentera de typer av information och undersökningar som behövs vid användning av stabiliseringsmedel för att reducera fuktkänsligheten i materialen i vägens överbyggnadslager. En väsentlig del av rapporten är att klargöra och även förenkla processen avseende hur informationen kan användas och utnyttjas. Eftersom forskningsprojektet primärt koncentrerades på lågtrafikerade vägar i den Norra Periferin av Europa i den Europeiska Unionen, syftar rapporten att fokusera på kostnadseffektiva metoder för undersökning och informationsinsamling.

Vid läsning av rapporten måste man hålla i minnet att en komplex kombination av faktorer påverkar vattenflödet och dess inverkan på olika stenmaterial och vädertillstånd. Inblandning av stabiliseringsmedel komplicerar situationen på så sätt att de kan bli använda på olämpliga platser om deras kombinerade beteende inte är känt tillräckligt bra. Särskilt viktig är forskningen på icke-traditionella stabiliseringsmedel eftersom det hittills inte finns någon tillförlitlig information tillgänglig om deras långtidsprestanda i vägöverbyggnader.

Denna rapport är baserad på Roadex II projektrapport "Material Treatment" (Kolisoja och Vuorimies 2005) och på en finsk rapport om nya materialbehandlingstekniker för

obundna, fuktkänsliga vägmateriäl "Sitomattomien väylämateriaalien kosteustila-herkkyyttä vähentävät uudet käsittelyteknikat" (Vuorimies och Kolisoja 2005) som är en rapport huvudsakligen finansierad av Tekes (Finnish Funding Agency for Technology and Innovation). Provnings erfarenheter från Finska Vägverkets strategiska forskningsprojekt S14 2006 har också givit information till denna rapport.



Figur 1.2. Behandling av slit-/bärlager med ett stabiliseringsmedel.

Kapitel 2. Behandling av fuktkänsliga stenmaterial – kort beskrivning

2.1 TRADITIONELLA STABILISERINGSMEDEL

Bitumen och cement är de mest vanliga stabiliseringsmedlen för bärighetsförbättringar av vägöverbyggnader. Bitumen har också använts för materialbehandling av fuktkänsliga material i områden med årstidsbunden tjäle. För traditionella stabiliseringsmedel finns det vanligen pålitliga handledningar, baserade på långtidserfarenheter och forskning. I Finland har Finska Vägverkets Stabiliseringsanvisningar testats sedan 2002. Förutom bitumen och cement täcker Stabiliseringsanvisningarna även blåstrad masugnsslagg och kombinerade produkter i stabiliseringsprocessen. Vid kombinerad stabilisering används två eller flera bindemedel för att kombinera de goda egenskaperna av både mjuka och hårda bindemedel (Finnish Road Administration 2002).

På lågtrafikerade vägar är användningen av traditionella stabiliseringsmedel vanligen förhindrade på grund av de höga kostnaderna. Dessutom kan de i kalla områden bara användas på material med innehåll av maximum 12 % finmaterial.

2.2 ICKE-TRADITIONELLA STABILISERINGSMEDEL

Det finns ingen etablerad klassificering av icke-traditionella stabiliseringsmedel. Roadex II underprojekt "Materialbehandling" beskriver nya stabiliseringsmedel och deras påverkansmekanismer. I det här avsnittet beskrivs de nya teknikerna bara kort. I de flesta fall kan icke-traditionella stabiliseringsmedel kategoriseras i någon av följande fem klasser:

- 1) polymerer
- 2) enzymer
- 3) joniska stabiliseringsmedel
- 4) ligniner och
- 5) hartser

Polymerer finns av flera olika typer. Några av de mest effektiva nya stabiliseringsmedlen för grovkorniga fuktkänsliga material är polymerer. De flesta av polymerprodukterna är i form av emulsion men det finns också pulveriserade polymerer tillgängliga.

Enzymer och joniska behandlingsmedel fungerar bra på material med hög andel finmaterial. Därför är de vanligen inte användbara på grovkorniga material i länder med kalla klimat där ett lågt finmaterialinnehåll i stenmaterial till vägar eftersträvas.

Ligniner är ofta restprodukter från skogsindustrin och, beroende på sin biologiska nedbrytningsförmåga, har de i huvudsak använts som dammbindare. Hartser är vanligen tillverkade av naturprodukter eller oljor och har därmed normalt bara effekter på kort sikt. Å andra sidan finns det med oljehartser en liten risk för miljöföroreningar.



Figur 2.1. Olika stabiliseringsmedel.

Kapitel 3. Insamling av information för att bedöma effektiviteten av behandlingen

3.1 GRUNDLÄGGANDE INFORMATION OM VÄGEN

Varje väg har sin historia och dess förbättringar eller reparationer har alltid en orsak. Om vägbyggandet och underhållsprocesserna är väldokumenterade och ordentligt registrerade, är det möjligt att få värdefull information om de material som användes eller planerades att användas i vägöverbyggnaden, och även om de objekt som har reparerats. Om ingen information går att hitta i arkiven, kan erfarna vägarbetare eller lokala boende intervjuas. Genom att göra kompletterande undersökningar, t ex genom att använda georadar, kan den grundläggande väginformationen uppdateras innan vägen repareras.

Följande kategorier av basinformation är användbara vid bedömningen av om materialbehandlingen av överbyggnadslagren är lämplig för att förbättra vägens prestanda:

- överbyggnadslagrens tjocklekar
- använda material i vägöverbyggnaden
- tidigare reparationsåtgärder
- tidigare underhållsåtgärder
- skador observerade på vägen
- tillståndet hos dikena och avståndet till fritt vatten från vägöverbyggnaderna
- mängden av (speciellt tung) trafik
- tidigare erfarenheter från liknande material
- tillgänglighet av passande utrustning för behandlingen av vägmateriäl

Värderingen kräver också information eller prognoser om faktorer som kan begränsa användningen av vissa reparationstekniker. Följande frågor kommer att avslöja de mest väsentliga aspekterna för val av metod eller stabiliseringsmedel:

- hur viktig är vägen och hur stor är trafikbelastningen?
- kommer vägen att beläggas?
- hur stor är budgeten?

Baserat på dessa fakta borde det vara möjligt att göra en värdering av om materialbehandlingen av överbyggnadslagren är ändamålsenlig. Det bör dock hållas i minnet att mängden och tillförlitligheten i informationen kan variera markant från ett fall till ett annat. På samma gång bör det uppskattas hur provtagning och andra studier kan bidra till de framtida reparationerna.

3.2 PROVTAGNING FÖR LABORATORIEPROVNINGAR

Mängden och lokaliseringen av prover bör noggrant övervägas före den aktuella provtagningen. Det använda materialet i överbyggnadslagren kan variera efter förändringar i utförandetid eller materialtäkt. Därför bör prover tas ut från flera platser. Antalet provplatser och deras inbördes avstånd bör bestämmas av längden av den vägsträcka som skall behandlas och av tillförlitligheten hos tidigare insamlad basinformation. Det rekommenderas att proven tas ut från åtminstone 2-4 punkter från varje lager som skall behandlas. Sedan kan det visuellt bedömas om proven från olika platser är av samma material. Proven bör placeras i en påse eller låda av plast så att vattnet inte kan rinna ut under transporten.

Idag är det naturligt att registrera den observerade lagertjockleken i provtagningspunkterna genom att ta åtminstone ett bra foto, t ex med en digitalkamera, för att stödja minnet och observationerna.

Tillräcklig mängd provmaterial bör tas ut från det analyserade lagret från början. Den minsta mängden är ca 80 kg av varje material. Om materialprover tas ut för att jämföra olika stabiliseringsmedel eller andra alternativa förbättringslösningar, måste mängden provtagningsmaterial ökas.

3.3 LABORATORIEPROVNINGAR FÖR OBEHANDLADE MATERIAL

Tillräcklig tid bör alltid reserveras för laboratorieprovningar eftersom några av dem kräver långa provningstider. I idealfallet bör laboratorieprovningarna på obehandlade material utföras i tre stadier om tidsschemat för utformningsarbetet tillåter. Detta är speciellt viktigt när det är osäkert att vägskadan orsakas av problem med fuktkänslighet.

Grundidén i det första stadiet är att utföra de enklaste och mest kostnadseffektiva proven först. Dessa resultat kommer att bli användbara vid design av vägreparationen. Baserat på det första stadiets provningar kan också en första uppskattning av fuktkänsligheten i det provade materialet göras. Laboratorieprovningarna i det första stadiet utgörs av bestämmningar av:

- vattenhalt
- kornstorleksfördelning, och
- organiskt materialinnehåll

Likformigheten mellan olika överbyggnader och homogeniteten hos vägmateriel kan uppskattas genom värdena på vattenhalt från olika platser på vägen. Kornstorleksfördelningen bör analyseras genom våtsiktning. Om finmaterialhalten vid

våtsiktning är 10 % eller högre, bör också kornstorleksfördelningen för finmaterialet bestämmas. Andelen finmaterial och formen på kornstorleksfördelningskurvan kommer att ha ett inflytande på vilket stabiliseringsmedel som kan användas. Vid bestämning av kornstorleksfördelningskurvan är det vanligt att också bestämma organisk halt. Hög organisk halt kan orsaka fuktkänslighet som kan påverka valet av stabiliseringsmedel.

Det andra stadiet av laboratorieprovningarna verifierar materialens fuktkänslighet genom användning av Tubsugningstestet. Testet görs vanligen på stenmaterial med mindre maximal stenstorlek än 20 mm. En mer detaljerad beskrivning av testet finns i rapporten av Saarenketo (2000) och i den provningsmetod som beskrivs av Texas Department of Transportation (2003). Vid Tubsugningsprovningar placeras botten av det torkade provet i destillerat vatten. Dielektricitet och konduktivitet mäts sedan i förhållande till tiden med en mätutrustning på toppen av provet. Storleken och tillväxthastigheten av dielektricitetsvärdet kommer att avslöja hur mycket och hur snabbt vatten stiger till toppen av provet genom kapillärkrafterna. En klassificering av obundna granulära material baserad på dielektricitetsvärden framgår av tabell 3.1 enligt Saarenketo (2000). Några exempel på resultat från Tubsugningstest redovisas i Roadex II projektrapport "Material Treatment".

Tabell 3.1. Kvalitetsklassificering av obundna granulära material baserad på resultat av Tubsugningsprovning (Saarenketo 2000).

Dielektricitetsvärde	Klassificering
< 10	Bärlagermaterial av god kvalitet
10-16	Tveksamma som bärlagermaterial
> 16	Olämpliga som bärlagermaterial

I Finland har också dielektricitetsvärdet 9 använts som ett maximivärde vid klassificering av bärlagermaterial av bra kvalitet.

I det andra stadiet kommer bestämningen av den specifika ytan och vattenadsorptionsindex på stenmaterialet att underlätta att utröna varför material har dåliga prestanda och resultaten kommer sannolikt att verifiera resultaten från Tubsugningstestet. Specifik yta indikerar mängden av partikelyta som finns i finmaterialet. Ju större den är desto högre är sannolikheten för kvarhållande av vatten på materialpartiklarna. Vattenadsorptionsindex indikerar förmågan hos finmaterialet att binda fukt på ytan av partiklarna i 100 % luftfuktighet, så det är också en indikator på hur aktiv interaktionen är mellan stenmaterialet och vatten. Om andelen finmaterial är liten (mindre än 4 %) och vattenadsorptionsindex är moderat, är det mycket osannolikt att det analyserade materialet är fuktkänsligt eller kommer att orsaka vägskador. Vid tolkning av provningsresultaten bör det hållas i minnet att proven från vägöverbyggnaden kan ha spår av, t ex dammbindande salter.

Om de första två stadierna av laboratorieprovning indikerar att materialet är fuktkänsligt och materialbehandling med stabiliseringsmedel är möjlig, bör det sista stadiet bestå av genomförandet av ett Proctortest på obehandlat material. Proctortestet ger en indikation på materialets packbarhet vid varierande vattenhalt och den bästa packningen erhålls vid optimal vattenhalt. Packning och blandning av de flesta stabiliseringsmedel i fält utförs nära den optimala vattenhalten i materialet, och av den anledningen ger Proctortester viktig preliminär information om material som skall behandlas med stabiliseringsmedel.

3.4 INFORMATION OM ICKE-TRADITIONELLA STABILISERINGSMEDEL

Preliminär information om användbarheten för olika typer av icke-traditionella stabiliseringsmedel kan bäst fås av leverantörerna. Generellt är kornstorleksfördelningskurvans område känt, eller åtminstone den lämpliga andelen finmaterial. Materialets produktdeklaration bör också efterfrågas för att få information om transport, hantering och lagring av stabiliseringsmedlet. Detta dokument kommer också att indikera om stabiliseringsmedlet innehåller farliga substanser.

Kraven på vädrets tillstånd för arbetet i fält och eventuella trafikbegränsningar efter packning bör identifieras vid den här tiden.

Med ovan angivna information tillsammans med de meddelade kostnaderna för de möjliga stabiliseringsmedlen och eventuell publicerad forskning, borde det vara möjligt att begränsa antalet kandiderande stabiliseringsmedel ner till några 'mest lovande' produkter för laboratorieprovning.

3.5 LABORATORIEPROVNINGAR FÖR MATERIAL BEHANDLADE MED ICKE-TRADITIONELLA STABILISERINGSMEDEL

Stabiliseringsmedlets lämplighet för det planerade arbetet bör verifieras genom laboratorieprovningar och för detta är den mest lämpliga metoden att jämföra fördelarna med stabiliseringsmedlet att använda Tubsugningstestet på både obehandlade och behandlade prover. I bärlagret bör det dielektriska värdet erhållet vid Tubsugningstestet vara så lågt som rekommenderas för ett bra material i Tabell 3.1. Detta kan ytterligare kompletteras med ett tjällyftningstest för att kontrollera att tjällyftning inte uppstår i det behandlade materialet. Det är väsentligt vid dessa provningar att testen utförs på prover med de torrdensitetsvärden som kan uppnås i fält.

Det finns för närvarande inga långtidserfarenheter på användning av resultat från Tubsugningstest för att planera icke-traditionella stabiliseringar i kalla klimat där material har blivit utsatta för förlängd frysning och flera frys-tö-cykler. På grund av detta måste det hållas i minnet att en ensam provparameter aldrig kan ge tillräcklig information för designsyften och sunt förnuft behövs alltid för att kombinera resultaten från laboratorieprovningarna så att de kan användas effektivt i praktiken.

Den effekt som 'fuktkänslighetsreducerande' icke-traditionella stabiliseringsmedel har på bärigheten kan kontrolleras genom ett antal tester, såsom CBR-tester vid behov. Det primära kravet är dock att stabiliserat material måste ha en tillräcklig bärighetsförmåga i fält före behandling när det är torrt, så att dess egenskaper kan bevaras när tillträde av vatten kan förhindras.

Utlakning kan vara ett problem vid stabiliseringsarbeten och om det inte finns några tidigare erfarenheter av de valda icke-traditionella stabiliseringsmedlen bör utlakningstester genomföras för att identifiera om några ämnen läcker ut från materialet. I detta fall bör det obehandlade materialet testas på samma sätt för löslighet så att jämförelser kan göras.

Kapitel 4. Ett exempel på testobjekt och val av stabiliseringsmedel

4.1 BAKGRUND

Finansieringen av byggandet på testobjektet och tillhörande forskningsarbete tillhandahölls genom Finska Vägverkets strategiska forskningsprojekt S14 (Ekonomiskt underhåll på lågtrafikerade vägar). Lokala vägdistrikt deltog också i arbetet att hitta lämpliga testobjekt för att prova effekterna av två olika stabiliseringsmedel att förbättra prestanda hos det fuktkänsliga stenmaterialet. Baserat på tidigare studier (Vuorimies & Kolisoja 2005 och Kolisoja & Vuorimies 2005) valdes tre stabiliseringsmedel ut för lämplighetsprovningar.

4.2 OBJEKT: LOKALVÄG 13581

Lokalvägen 13581 är en tunt belagd väg vars tillstånd var designat att förbättras genom bitumenstabilisering. Som ett alternativ till bitumenstabilisering övervägdes fuktkänslighetsreducerande icke-traditionella stabiliseringsmedel för en provyta där vattennivån låg relativt nära vägytan. Figur 4.1 illustrerar en provgrop på det aktuella vägvägnittet. Bärlagrets tjocklek var 20-25 cm i provpunkterna och minskade mot dikena. Vatteninnehållet i bärlagret var 3,8 %. Andelen finmaterial befanns vara 7% genom våtsiktning.

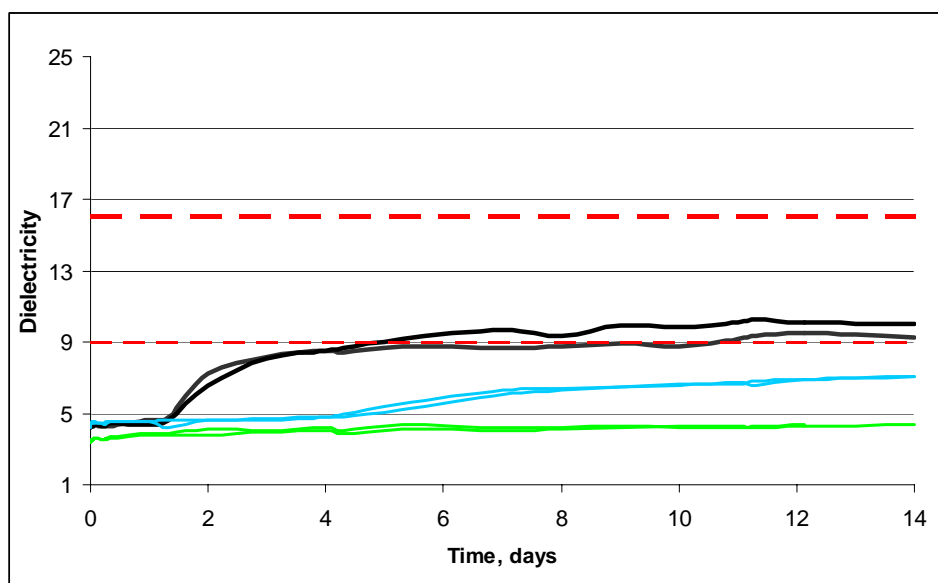


Figur 4.1. Provtagning på lokalväg 13581.

Tubsugningsprovningar utfördes på både obehandlade och behandlade material genom användning av två parallella prov. Proverna packades med standardeffekt vid 5,5 % fukthalt och den uppnådda torra densiteten i proven var 22,3 – 22,8 kN/m³. Figur 4.2 visar det dielektriska värdets förändringar i relation till tiden när proven

placerades i vatten efter att ha blivit ugnstorkade vid 40-45 °C. De maximala dielektricitetsvärdena i de obehandlade proven var 8,9 och 9,9 under de första 10 dagarna, varefter värdena gick upp något. De dielektriska värdena för de behandlade proverna var lägre. Konduktivitetens värdena som mättes på de obehandlade proverna var lägre än 15 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Efter övervägande av dessa provresultat, och eftersom de dielektricitetsvärden som erhöles med Tubsugningstestet på obehandlade material inte klart överskred gränsvärdet (9-10), togs beslutet att försöka hitta ett nytt testobjekt.



Figur 4.2. Grafer på dielektricitet från Tubsugningsprovning på obehandlade (svart) och behandlade (färgade) stenmaterial från lokalväg 13581.

4.3 OBJEKT: LOKALVÄG 19735

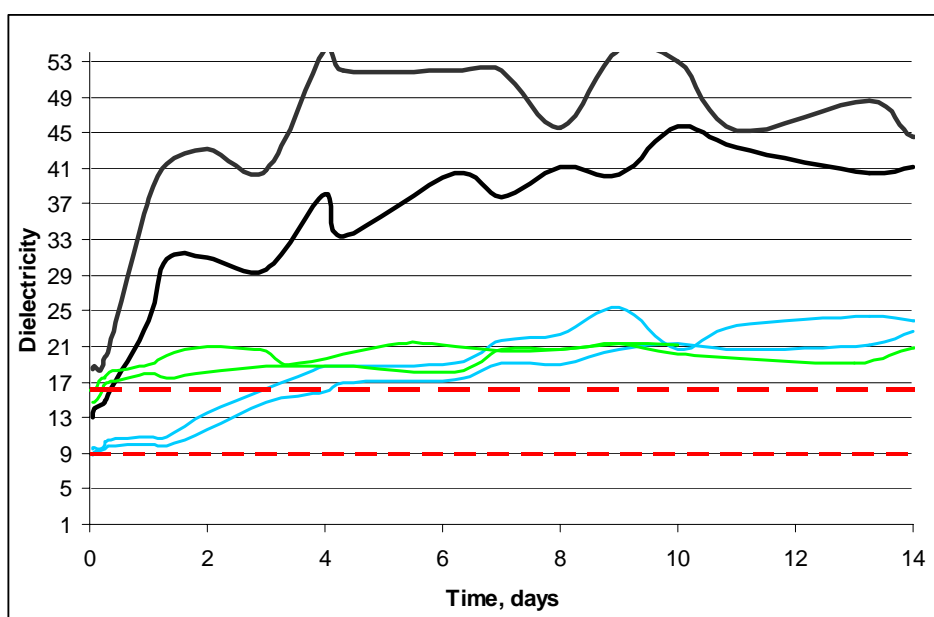
Den lokala grusvägen 19735 hade en historia som berättade att vägen lider av yttöuppmjukning på våren. Dikena hade reparerats på hösten 2005. Från vägen utvaldes ett avsnitt beläget på mjuka jordar att vara ett passande testobjekt för 'fuktkänslighetsreducering' med icke-traditionella stabiliseringsmedel. Figur 4.3 visar två bilder av vägvägsnittet tagna på våren 2005. Fotot till vänster visar dikena som satts igen av vegetation och fotografiet till höger visar en 20 cm djup provgrop genom vägens strukturella lager. Andelen finmaterial i det obundna vägmaterialet framtaget genom våtsiktning var högre än 7 %. Vattenhalten i provet var 3,5 %.

Tubsugningsprovningar utfördes för både obehandlade och behandlade material med parallella prover. Proverna packades med standardeffekt vid en fukthalt på 5,5 % och de uppnådda torra densiteterna var 21,8 – 22,2 kN/m^3 . Figur 4.4 visar det dielektriska värdets ändringar i relation till tiden när proverna placerades i vatten efter

att ha blivit ugnstorkade. De dielektriska värdena för de obehandlade proverna nådde slutligen värden mellan 40-50. Värdena på de behandlade proven låg signifikant lägre på mellan 20 och 25 (Det bör noteras här att värdena på dielektricitet var höga även vid starten av provningen eftersom vatteninnehållet var ungefär 2 % efter torkning). De uppmätta konduktivitetsvärdena från de obehandlade proverna var 200-800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Motsvarande maximivärden för de behandlade proverna var ca 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$. De höga konduktivitetsvärdena som uppmäts beror troligen på de dammbindningsmedel som använts i slitlagret och den ojämna fördelningen av denna blandning leder till skillnaderna mellan de parallella proverna.



Figur 4.3. Provtagning på lokalväg 19735. (fotografier: Jani Riihiniemi)



Figur 4.4. Grafer på dielektricitet från Tubsugningsprovning på obehandlade (svart) och behandlade (färgade) stenmaterial från lokalväg 19735.

Baserat på dessa provresultat beslöts att provobjektet var lämpligt för att testa förbättringar med att använda icke-traditionella stabiliseringsmedel eftersom Tubsugningsprovningarna visade att det obehandlade materialet var mycket fuktkänsligt och stabiliseringsmedlet klart minskade fuktkänsligheten hos proverna. Innan det slutliga beslutet togs utfördes dock ett tjällyftningstest på ett av de två parallella Tubsugningsproverna. Under tre dagar av tjällyftningsprovning kunde ingen tjällyftning observeras i det behandlade provet medan en tjällyftning på nästan 7 mm (4 %) hade utvecklats i det obehandlade provet.

Det fastställdes därmed, baserat på provningarna med Tubsugningstest och tjällyftningstest, att de icke-traditionella stabiliseringsmedlen borde fungera tillsammans med det studerade materialet. Innan det slutgiltiga accepterandet av vägavsnittet som provsträcka undersöktes dock provet avseende maximal löslighet eftersom det inte fanns någon erfarenhet av att använda icke-traditionella stabiliseringsmedel på liknande områden. Baserat på utlakningsprovningarna konstaterades att de behandlade materialen inte medförde några risker för miljön.

4.4 ERFARENHETER

Hittills har det funnits begränsade erfarenheter av användning av billiga stabiliseringsmedel på lågtrafikerade vägar i Europas Norra Periferi. Nuvarande erfarenheter är begränsade till ett fåtal tillämpningar på provvägar och i laboratorietester. Av dessa är erfarenheterna begränsade till bara ungefär ett försök per år så det finns sparsamt med information om långtidserfarenheter av hur icke-traditionella stabiliseringsmedel fungerar i verkliga vägöverbyggnader. Trots detta verkar det vara möjligt att ta fram en procedur för att välja ett lämpligt stabiliseringsmedel som kommer att ge de prestanda som krävs av vägen. En flödesplan av den föreslagna proceduren presenteras i Appendix 1.

Vid övervägande av användning av icke-traditionella stabiliseringsmedel vid vägförbättringar är det väsentligt att ha en bra grund bestående av undersökningsresultat som en bas för designen såväl som tillräckligt med tid för att utföra, revidera och justera data från behandlingsförsök. Detta är speciellt viktigt för icke-traditionella stabiliseringsmedel, som för närvarande sällan används och framställs på betydande avstånd från platserna för vägförbättring, som ibland innebär transporter via sjöfart.

För närvarande är den allmänt tillgängliga stabiliseringsutrustningen i huvudsak utformad för stabilisering med bitumen eller cement. De nya icke-traditionella stabiliseringsmedlen kan förväntas skilja sig från dessa traditionella additiv, och deras dosering och inblandning i lagren som skall behandlas kan behöva ändras från de designade värdena under projektets gång. I detta fall bör beställare och

entreprenörer initialt vara beredda på längre utförandetider och noggrannare övervakning tills erfarenheter utvecklats.

I praktiken är det troligt att ett relativt litet antal av lågtrafikerade vägar kommer att förbättras med icke-traditionella stabiliseringsmedel i ett kort tidsperspektiv tills erforderliga erfarenheter från arbetsplatser har samlats in.

Kapitel 5. Diskussion

Denna rapport avhandlar användning av de nya 'icke-traditionella' stabiliseringsmedel för fuktkänsliga material för de tillfällen när stabilisering med bitumen eller cement anses vara för kostsam och användningen av grövre material inte är möjlig. Dessa nya former av stabilisering är ett viktigt övervägande vid förbättring av bärigheten på fuktkänsliga jordar i den Norra Periferin av Europa, och speciellt när det gäller försvagningen av vägar under tjällossningsperioden, när fukttätheten i överbyggnadslagren når sin högsta nivå.

Praktiska erfarenheter av behandlingar av fuktkänsliga material är dock mycket begränsade och på grund av denna frånvaro av reell kunskap har denna rapport koncentrerats på att beskriva vad som bör studeras vid försök att finna alternativa lösningar för att förhindra den årstidsbundna nergången av bärigheten. Den föreslagna designproceduren ser lovande ut eftersom de nödvändiga laboratorieprovningarna är relativt billiga och enkla att utföra. Dessutom borde praktiska erfarenheter kunna göra tekniken mera definitiv.

Det största intresset för många ingenjörer som har för avsikt att använda systemet kan vara den relativt nya 'Tubsugningstest'-metoden och hur urvalet av stabiliseringsmedel kan baseras på resultat från Tubsugningstestet. Detta är särskilt viktigt om personen som skall tolka resultaten inte har någon tidigare erfarenhet av provningsmetoden. Detta är förståeligt och följande rapporter och artiklar erbjuds som stöd för potentialen och användbarheten av Tubsugningstestet:

- Vid jämförande provningar, till exempel i USA, har Tubsugningstestet bekräftats vara den mest passande metoden för att bedöma tjälfarligheten i obundna material i vägkroppen (Saeed et al. 2001).
- Metoden har förbättrats och klagöranden avseende provtagning och förvaring av prov har gjorts med ledning av resultat från en 'ringanalys' av Tubsugningstestet av Saarenketo (2000).
- Standardiseringsprocessen har förbättrats ytterligare i Texas där ett förslag har tagits fram (2003) och Barbu och Scullion har studerat repeterbarheten och reproducerbarheten av Tubsugningsprovningssmetoden (2006).
- Guthrie (2001) har konstaterat att Tubsugningsprovningar har god repeterbarhet.
- Tubsugningstestet används för närvarande som provkriterium vid Finska Vägverkets anvisningar för stabiliseringar (2002) för att övervaka innehåll av bitumen och cement i fält.
- I Texas har Scullion och Harris (1998) konstaterat att provningsresultat från Tubsugningstestet har förklarat det snabba skadeförloppet på cementstabiliserade vägar.

Endast genom att övervaka provningsresultaten i fält på objekt med fuktkänsliga material kommer det dock att vara möjligt att få fram tydligare kriterier för användning av Tubsugningstestet. Tills dess bör den föreslagna proceduren i denna rapport användas med försiktighet och med sunt förnuft.

Slutligen, i likhet med alla andra åtgärdsalternativ, också i de fall där metoden för val av stabiliseringsmedel är riktig, bör den bara användas när totalkostnaden kan konkurrera med andra rehabiliteringsmetoder.

Referenser

Bardu, B.G. ja Scullion, T. (2006). Repeatability and Reproducibility study for Tube Suction Test. FHWA/TX-06/5-4114-01-1. <http://tti.tamu.edu/documents/5-4114-01-1.pdf>

Guthrie, S. W., Ellis, P. M. & Scullion, T. (2001). Repeatability and Reliability of the Tube Suction Test. Transport Research Record 1772, s. 151-157.

Finnish Road Administration (Finnra) (2002). Stabilisation Instructions for test use. <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100009-02.pdf> (på finska)

Kolisoja, P. ja Vuorimies; N. (2005). Material Treatment. Roadex II report. www.roadex.org.

Saarenketo, T. (2000). Tube Suction Test - Results of Round Robin Tests on Unbound Aggregates. Finnra Reports 19/2000.

Saarenketo, T. (2000). Tube Suction Test – sitomattomilla murskeilla suoritettujen rengastestien tulokset. (Tube Suction Test – Results of Round Robin Tests on Unbound Aggregates) Finnra Reports 20/2000.

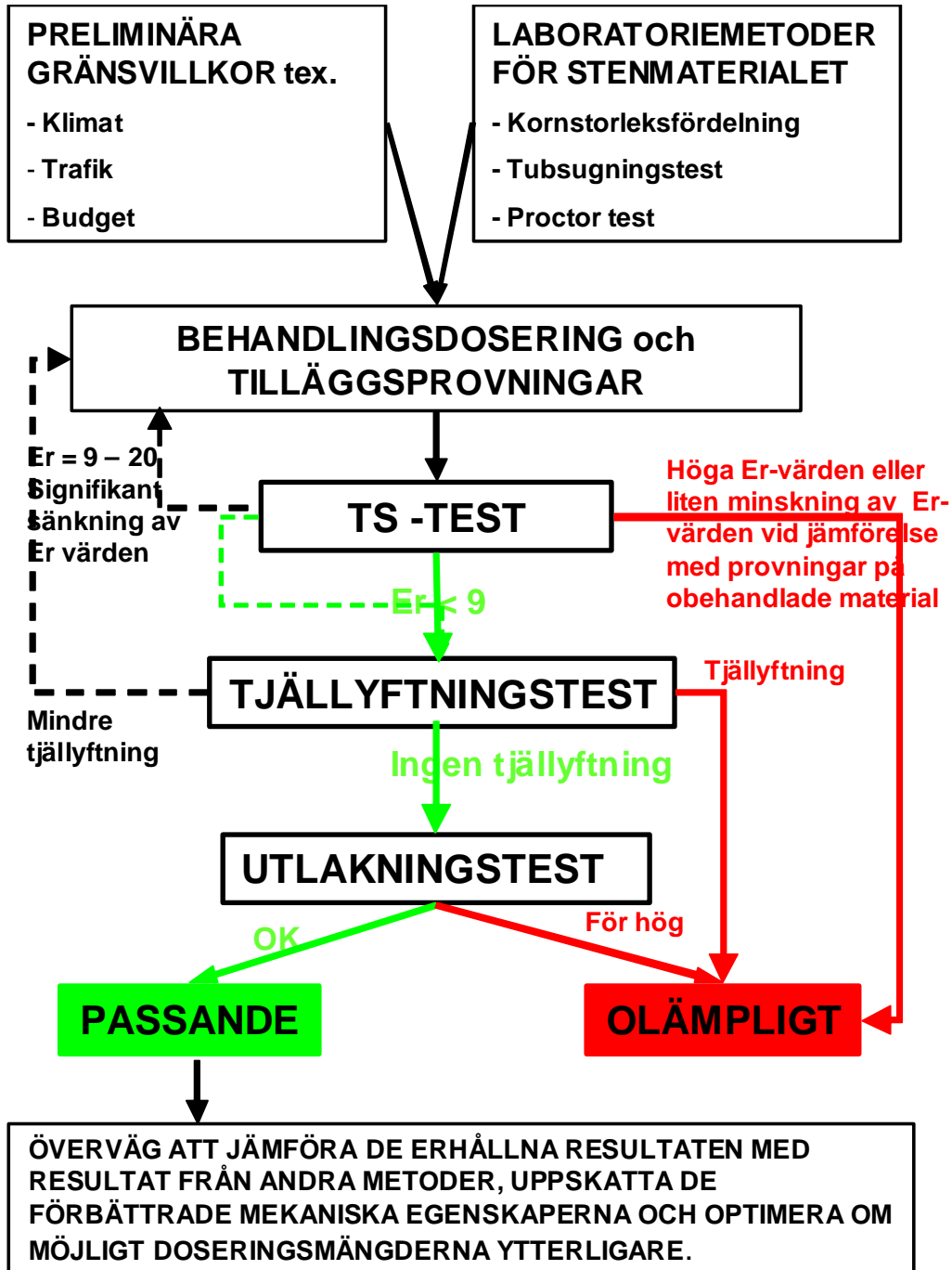
Saeed, A., Hall, J. H. ja Barker, W. (2001). NCHRP report 453. Performance-Related Tests of Aggregates for Use in Unbound Pavement Layers. Transportation Research Board – National Research Council.

Scullion, T. ja Harris, P. (1998). Forensic Evaluation of Three Failed Cement-Treated Base Pavements. Transport Research Record 1611. s. 10-18.

Test Method Tex-144 (draft) (2003).

Vuorimies, N. ja Kolisoja, P. (2005). Sitomattomien väylämateriaalien kosteustilahrkkyyttä vähentävät uudet käsittelytekniikat. (New Stabilisation Techniques for Decreasing the Moisture Susceptibility of Unbound route materials) Tampere University of Technology. Institute of Foundation and Earth Structures – Research Report 61.

Appendix 1 Procedur för val av tillsatsmedel



Provningar utförda för val av tillsatsmedel. De streckade linjerna indikerar justeringar av Doseringen av tillsatsmedel eller utförande av uppföljningsprovningar.