THIS PROJECT IS BEING PART-FINANCED BY
THE EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND

ROADEX III
NORTHERN PERIPHERY

Saara Aho, Timo Saarenketo

FORVALTNING AV DRENERING PÅ LITE TRAFIKERTE VEGER

Sammendrag med anbefalinger

Forvaltning av drenering på lite trafikerte veier.

SAMMENDRAG MED ANBEFALINGER

April 2006

Saara Aho
Roadscanners Oy

Timo Saarenketo
Roadscanners Oy

FORORD

Rapporten som følger er et sammendrag av 2005 ROADEX II-rapporten "Drenering på lavtrafikkerte veier - problembeskrivelse, forbedringsmetoder og levetidskostnader", ved Geir Berntsen fra Statens vegvesen og Timo Saarenketo fra Roadscanners Oy, Finland.

Den er ment å være en arbeidshåndbok, med vekt på klassifikasjon av dreneringsproblemer og overvåkningsmetoder. Den beskriver videre virkningen av dårlig drenering for dekketilstanden, samt metoder for bedre drenering og deres levetidskostnader.

Rapporten er ikke ment å skulle erstatte noen tekstbøker, retningslinjer eller spesifikasjoner tilgjengelig på emnet, men konklusjonene som skisseres bør gi leseren en større forståelse av årsaker og løsninger. Betydningen av dette problemet blir ofte oversett.

Rapporten er skrevet av Saara Aho og Timo Saarenketo fra Roadscanners Oy, Finland. Ron Munro, prosjektleder for ROADEX III, kontrollerte språket i den engelske teksten. Mika Pyhahuhta fra Laboratorio Uleåborg utformet rapportens layout.

Forfatterne takker ROADEX III Styringsgruppe for deres engasjement og veiledning i dette arbeidet.

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.

INNHOLDSFORTEGNELSE

Saara Aho, Timo Saarenketo.....1

forord.....3

.....4

1.1 ROADEX -prosjektET.....6

Denne rapporten er ett av 8 sammendrag som er utarbeidet under ledelse av ROADEX III-prosjektet (2006-2007). Det er et nytt prosjekt der partnerne nevnt ovenfor deltar, sammen med Sisimut komune fra Grønland, Islands vegvesen og Savo-Karjala vegdistrikt i Finland. De sistnevnte omfattes også av EUs Northern Periphery Programme. 7

1.2 DRENERING AV lavtrafikkerte veger.....7

KAPITTEL 2. OVERVÅKING AV DRENERINGSFORHOLD.....8

2.1 Overvåkingssystem.....8

2.2 IDENTIFIkasjon AV PROBLEMOMRÅDENE.....8

Kapittel 3. Steder med dreneringsproblemer 11

Klassifikasjon og løsninger.....11

3.2 VEDLIKEHOLDsrelaterte PROBLEMER. 12

Figur 3.3. Fjerning av is og snø fra grøfter. 13

For å håndtere problemet bør vi bruke fleksible bitumenbundne materialer i vegdekket., Derfor anbefales et mykt bitumen. Det er viktig å tette overflaten slik at vannet strømmer ut i grøftene og ikke inn i vegkroppen som omtalt tidligere. 17

3.3 PROBLEMER Som skyldes utformingen.....17

3.3.1 Generelt.....17

Et dreneringssystem kan være utilstrekkelig selv om det er konstruert etter gitte retningslinjer.

Retningslinjene kan ikke dekke alle mulige forhold. Hvis det er tydelig at problemene skyldes fukt i

vegkroppen er det fortsatt behov for utbedring av systemet. 17

i tillegg bruke stikkrenner der vannstrømmen er blokkert.....18

infiltrasjon er ikke mulig.....19

3.4 ANdre PROBLEMER.....20

4.1 GENERelt.....22

4.3 FeltOBSERVAsjONer.....24

5.1 generelt.....30

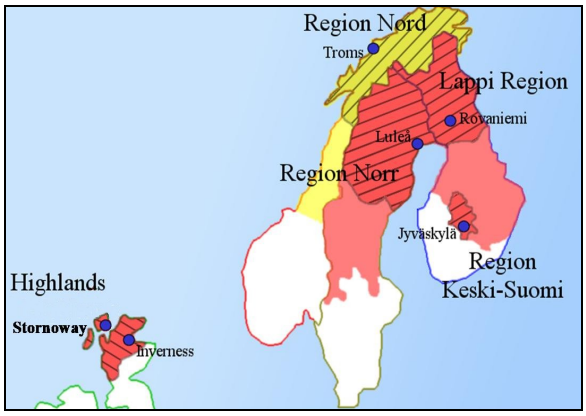
KAPITTEL 6. KONKLUSJON OG ANBEFALINGER.....32

VEDLEGG 1.....34

Kapittel 1. Innledning

1.1 ROADEX -PROSJEKTET

ROADEX-prosjektet er et teknisk samarbeid mellom vegforvaltninger i Nord-Europa. Hensikten er å dele beslektet informasjon og forskning mellom partnerne. Prosjektet startet i 1998 som et 3-årig pilotsamarbeid mellom Lappland vegdistrikt i Finland, Statens vegvesen Troms i Norge, Vägverket Region Norr i Sverige og Highland Council i Skottland. Dette ble senere fulgte opp med et påfølgende prosjekt, ROADEX II, fra 2002 til 2005.



Partene i ROADEX II omfattet offentlige vegadministrasjoner, skogforvaltninger, treforedlingsbedrifter og transportorganisasjoner fra regioner i den nordlige periferi. Fra Skottland deltok Highland Council, Western Isles Council og det skotske skogvesenet., Fra Sverige deltok Vägverkets Region Norr, og fra Finland Lappland og Keski-Suomi vegdistrikter..(De sistnevnte finske regioner har også mottatt bistand fra lokal skogindustri). Fra Norge deltok Statens vegvesen (Region nord) og Norges Lastebileier-Forbund.

Prosjektets mål var å utvikle måter for interaktiv og kreativ forvaltning av lavtrafikkveger ved å integrere behovene hos lokalt næringsliv og samfunn, samt hos vegmyndighetene. 8 formelle rapporter ble publisert sammen med en prosjekt-DVD. Fullstendige kopier av alle rapporter er tilgjengelige for nedlasting på ROADEX webside (www.roadex.org).

Denne rapporten er ett av 8 sammendrag som er utarbeidet under ledelse av ROADEX III-prosjektet (2006-2007). Det er et nytt prosjekt der partnerne nevnt ovenfor deltar, sammen med Sisimut komune fra Grønland, Islands vegvesen og Savo-Karjala vegdistrikt i Finland. De sistnevnte omfattes også av EUs Northern Periphery Programme.

1.2 DRENERING AV LAVTRAFIKKERTE VEGER

Vann er et nøkkelbegrep når mekanisk virkemåte og levetid av trafikal infrastruktur diskuteres. Gjennom århundrer har det vært et kjent faktum at vegen fungerer godt såfremt vegkropp og underliggende grunn ikke inneholder for mye vann. Med økt vanninnhold reduseres jordmaterialenes bæreevne. Det øker igjen graden av nedbrytning og forkorter vegens levetid.

I slike tilfeller vil vegen trenge rehabilitering oftere enn en godt drenert vegkropp. Ved valg av vedlikeholdstrategier må kostnadene til dekkevedlikehold sammenliknes med kostnadene for vedlikehold eller utbedring av dreneringen. Denne analysen er en utfordring i den nordlige periferi fordi problemet er mer komplisert i kalde områder, der fryse-tinesyklusene påvirker fuktinnholdet mye mer enn andre steder.

ROADEX-pilotprosjektet (1998-2001) påviste at dreneringsproblemer var hovedutfordringer i alle ROADEX partnerregionene. Bevilgninger til vegutbedring har blitt redusert gjennom flere år i alle land som deltar i ROADEX-prosjektet. Derfor har grunnleggende dreneringsvedlikehold, som rensk av grøfter og stikkrenner, blitt forsømt og fått lav prioritet. I stedet har en prioritert oppgaver som dekkefornyelse og snørydding, som har vært viktigere for vegbrukerne på kort sikt.

Denne rapporten legger vekt på å vise de problemer som utilstrekkelig drenering skaper for lavtrafikkveger i. Europas nordlige perferi. Den belyser også overvåkingsmetoder for å vurdere hvordan dreneringen virker, og foreslår mulige forbedringsmetoder for forskjellige dreneringsproblemer. I tillegg er dreneringens betydning for dekkelevetiden og levetidskostnader for vegkroppen en del av rapporten.

Rapporten er hovedsakelig basert på forskningsarbeid gjort i ROADEX II delprojekt «Drenering av lavtrafikkerte veger», skrevet av Berntsen & Saarenketo (2005). Den originale rapporten inneholder en bred litteraturstudie om fuktinnhold i vegkroppen, og om sammenhengen mellom fuktinnhold og materialegenskaper hos ubundet sand/grus og jord i undergrunnen.

Kapittel 2. Overvåking av dreneringsforhold

2.1 OVERVÅKINGSSYSTEM

Økonomisk dreneringsvedlikehold krever et styringssystem med en systematisk tilnærming til overvåking og analyse av dreneringen. Dette systemet krever noe investering i starten for å etablere de nødvendige databaser, men dette betaler seg raskt tilbake i mer effektivt vedlikehold etterpå. Overvåkingen det første året må være utført ganske hyppig for å kartlegge de deler av vegen der dreneringen svekkes raskt.

Etter at grunnlagsdata er samlet og lagret i egnete databaser anbefales at en fullstendig evaluering av drenssystemet blir utført på slutten av hver vedlikeholdskontraktperiode, eller maksimalt med 6 - 8 års mellomrom. I løpet av evalueringen må vegparseller med dreneringsproblemer identifiseres og behovet for utbedring fastlegges. Etter en slik evaluering vil det være mulig å fastsette løsninger av problemene. Denne strategien for overvåking og utbedring av dreneringen kan defineres i tre faser:

1. kartlegge vegparseller med utilstrekkelig drenering
2. fastsette en grunnleggende diagnose for steder med dreneringsproblemer
3. bestemme løsninger for problemstedene

Arbeidet i disse fasene krever opplysninger om drenssystemets tilstand, dets fysiske elementer, geologiske forhold osv. For dette kan brukes visuell undersøkelse av grøfter og stikkrenner, intervjuer med vegbrukere og/eller vedlikeholdsmannskaper, analyse av spor- og jevnhetsutvikling, samt Georadar. Nye undersøkelsesmetoder, som laserscanning og termisk fotografering, kan i framtida brukes for å overvåke drenssystemet.

Valg av tidsrom for disse fasene er meget viktig for å få brukbare data. Den første fasen må være gjort tidlig om våren eller sent om høsten når grøftene mangler vegetasjon. Våren er den beste utførelsestiden for den neste fasen, da det er mye smeltevann i den tiden, men den kan også bli utført om sommeren hvis nødvendig.

2.2 IDENTIFIKASJON AV PROBLEMOMRÅDENE

Visuell undersøkelse er sannsynligvis den beste metoden for å identifisere vegparseller med utilstrekkelig drenering. Det anbefales at de visuelle undersøkelsene gjennomføres ved bruk av datalogg supplert med digital video eller med en serie stillbilder fra begge sider av veien. Dermed kan alle data bli

kalibrert mot andre tilstandsregistreringer over flere år. De kan også brukes senere, f.eks for prosjektering av spesielle dreneringsløsninger.

Ved digitale videoopptak rettes kameraet mot grøfta som vist i figur 2.1. To kameraer kan også brukes. I så fall anbefales at det ene kameraet rettes mot kjørebanen, mens det andre fotograferer grøfta og vegskulderen.-. Det anbefales at det ene videofotoapparatet dirigeres rett på veien mens det andre fotoapparatet registrerer grøfta og veiskulderen. GPS data må være samlet samtidig med videoopptaket for å sikre at problemstedenes beliggenhet registreres nøyaktig.

Observasjoner om dreneringen som gjøres av registreringsmannskapet kan dessuten registreres direkte på videobånd eller i PC. Disse observasjonene kan f.eks omfatte beskrivelse og klassifisering av grøftas funksjonsevne, samt topografiske og geologiske forhold ved vegen. I tillegg til de totale dreneringsforholdene kan de registrere lokale skader, som knuste stikkrenner igjenraste grøfter osv.

Figur 2.1 Et eksempel på retningen av det digitale videoopptaket.

Etter at data om dreneringens tilstand er samlet deles vegen inn i homogene seksjoner basert på tilstanden. Det gjøres ved å bruke standardklasser som «standard dreneringsvedlikeholdsklasse» og «spesiell dreneringsvedlikeholdsklasse». Vegparseller i «standard dreneringsklasse» har vanligvis dreneringsproblemer som kan utbedres ved rutinemessige og regelmessige utbedringstiltak. Den «spesielle dreneringsvedlikeholdsklassens» parseller dekker de profiler/seksjoner hvor vegens funksjonsevne er spesielt påvirket av dreneringens tilstand.

Disse parsellene trenger særlig overvåking og vedlikehold i kontraktsperioden. I noen tilfeller kan spesielle utbedringer være nødvendige. Klassifikasjonen kan for eksempel gjøres ved å bruke de 3 dreneringskategoriene som inngår i den svenske designhåndboka som «standard dreneringsvedlikeholdsklasser» (klasse 1 = godt

drenert, klasse 2 = utilstrekkelig drenert, klasse 3 = dårlig drenert). I tillegg brukes «spesiell dreneringsklasse» som en fjerde kategori.

Ved detaljanalysen på kontoret anbefales at videoopptak eller stillbilder analyseres sammen med historikk om spor og jevnhetsutvikling, hvis dette er tilgjengelig. Informasjon fra det lokale vedlikeholdsmannskapet kan også brukes for å identifisere og klassifisere problemprofilene. Med hjelp av spordybdedata kan for eksempel årlig økning av spordybden beregnes for å finne ut om dårlig drenering betyr noe for sporutviklingen.

Ved hjelp av resultater fra dreneringsanalysen kan en peke ut problemområder for senere analyse, og partier med potensiale for å kunne bli problematiske i nær framtid. Etterpå kan en utføre en detaljert problemdiagnose av de utpekte parsellene for å finne årsakene.

En ulempe med den visuelle undersøkelsen er at den er basert på visuelle vurderinger og derfor er subjektiv. Kvaliteten av evalueringen av dreneringsklasse blir bedre med et utdannet mannskap. Begrepet dreneringsanalyse og «spesiell dreneringsklasse» vil bli utviklet videre i løpet av ROADEX III, delprosjekt «Retningslinjer for drenering».

2.3 GRUNNLEGGENDE DIAGNOSE AV STEDER MED DRENERINGSPROBLEMER

Om det bestemmes at det skal gjøres reparasjoner på en veg må årsaken til problemet være kjent. Grunnleggende diagnose må ta standpunkt til om det skyldes dårlig fungerende drenssystemer, til vegens beliggenhet og sideterreng, om det er ”fuktfeller” i vegkroppen, eller om det er stabilitetsproblemer i ytre vegskråninger (se figur 3.1).

Denne grunnleggende diagnosen krever vanligvis en mer nøyaktig visuell undersøkelse, som betyr at tilstanden til stikkrenner og øvrig drenssystem, f.eks utløpsgrøfter, er inspisert til fots.. Hvis Georadar-data finnes kan de bidra til å finne ut årsaken til eksisterende skader. For eksempel kan fjell i undergrunnen blokkere vannet i vegkroppen og hindre drenssystemet å fungere skikkelig.

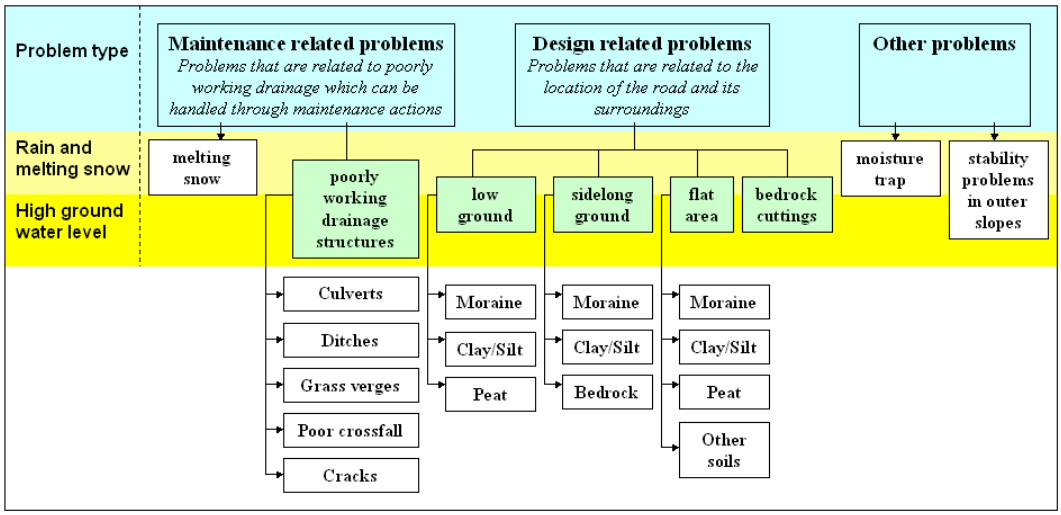
Det er viktig at personellet som utfører arbeidet har tilstrekkelig kunnskap til å oppdage årsakene til problemene og lage forslag til nødvendige reparasjonstiltak. En grundig befaring på stedet kan klarlegge om flere registreringer må til for å stille diagnosen.

Kapittel 3. Steder med dreneringsproblemer

Klassifikasjon og løsninger

3.1 GENERELT

Selv om grunnforhold, landskap og klima varierer mye gjennom hele den nordlige periferi vil dreneringsproblemene være de samme. Et lite unntak har vært i Skottland hvor det har oppstått spesielle problemer relatert til bruken av gresskanter. Problemene er gruppert i tre hovedkategorier som vist i Figur 3.1



Figur 3.1. Kategoreri dreneringsproblemer.

Dreneringsproblemene presentert i Figur 3.1 beskrives i følgende tekst ved :

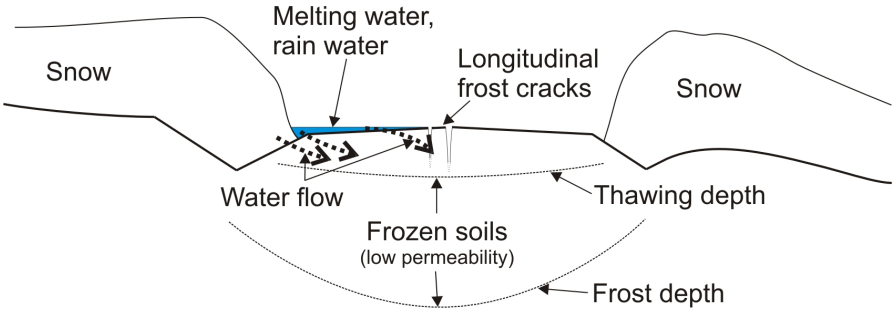
- problembeskrivelse
- hvordan identifisere problemet
- årsaken til problemet
- forslag til problemløsning

En sammendragstabell av dreneringsproblemene, samt retningslinjer for hvordan de identifiseres og forslag til egnete forbedringsmetoder, er gitt i Vedlegg 1. I tillegg er en mer detaljert beskrivelse av dreneringsproblemene presentert i ROADEX II/prosjektfase II-rapporten «Drenering av lavtrafikkerte veier» skrevet av Berntsen & Saarenketo (2005).

3.2 VEDLIKEHOLDSRELATERTE PROBLEMER.

3.2.1 Problemer som skyldes snøsmelting

I løpet av tineperioder vil det være store mengder vann fra smeltet snø og regn på vegbanen og i grøftene. Hovedproblemet er at gjennomfrosset jord er nesten ugjennomtrengelig sammenliknet med jord som ikke er frosset. Dessuten kan ikke smeltevann og overflatevann dreneres fordi grøftene er fylt med snø og is og derfor ikke fungerer. Under slike forhold har overflødig vann fra islinsene bare en måte for å dreneres, oppover gjennom vegkroppen. Sammen med overflatevann forårsaker det økt vanntrykk i porene i vegkroppen. Dette reduserer bæreevnen i løpet av perioden. Typiske dreneringsproblemer i løpet av tøvær om våren beskrives i Figur 3.2.



Figur 3.2. Dreneringsproblemer I løpet av vårløsningen

Utbedringsmetoder - forslag

- fjerning av snø fra grøftene i løpet av smelteperioder for å drenere overflatevannet (figur 3.3)
- bruk av dyp drenering
- frostisolering (dyrt)
- heve nivået på kjørebanen (ombygging), og/eller lage bredere og dypere grøfter
- bruke materialer i vegkroppen som ikke er påvirkes av vann eller frost
- ved utforming av en vegkropp i løpet av den kritiske vårløsningen må bæreevnen i undergrunnen tas i betrakning.

Figur 3.3. Fjerning av is og snø fra grøfter.

3.2.2 Dårlig fungerende drenssystemer.

Stikkrenner

Stikkrenner deles inn i tversgående stikkrenner og stikkrenner langs vegen. Tversgående stikkrenner er de som drenerer vann gjennom vegen, mens stikkrenner langs vegen leder grøftevannet under vegkryss og avkjørsler til nærmeste utløp.

Hvis strømhastigheten i tversgående stikkrenner er lavere enn motstrømmen sedimenteres jordmaterialer i renna under veien. En viktig vedlikeholdsoppgave er derfor å rydde stikkrenna når mengden av sedimenter når et forutbestemt nivå. Om denne oppgaven blir forsømt vil stikkrenna ikke ha tilstrekkelig kapasitet til å drenere vannet. Vannet vil da strømme over vegbanen og/eller inn i vegkroppen. Det er også et trafikksikkerhetsproblem at en blokkert stikkrenne kan forårsake erosjon, og en mulig følge kan da bli at vegen vaskes ut. Det kan også skje om inntaket til stikkrenna er tilstoppet av grener, slam, grus og andre gjenstander, og konsekvensene kan bli som beskrevet ovenfor.

Stikkrenner kan også utsettes for frost og is. Hvis isen tetter renna vil vannet fylles opp og strømme over vegen. Dette er hovedsakelig et problem tidlig om våren, samt under mildvær med mye regn om vinteren. Erosjon kan være et problem, men fordi vegkroppen vanligvis er frosset på den tiden er ikke problemet så stort som senere på året når grunnen og vegkroppen har tint.

Utbedringsmetoder – noen forslag for tversgående stikkrenner:

- inspisere og rydde både inntaket og stikkrenna når nødvendig
- bygge om inntaket eller renna
- stime stikkrenna for å fjerne isen som stenger

- solpanel og varmekabel

Stikkrenner langs vegen har vanligvis en mindre diameter enn tversgående renner under vegen. Renner under avkjørsler er vanligvis plassert på bunnen av grøfta, og ligger ofte grunnere enn stikkrenner under vegen. Fordi det ofte er lavere strømningshastighet sedimenteres finstoff i renna. Det reduserer det effektive tverrsnittet for gjennomløp.

Et annet problem er at grunn beliggenhet, lav strømningshastighet og begrenset tverrsnitt utsetter stikkrenna for frost og ising. Is tetter renna. Problemet forsterkes i starten av vårløsningen når snøen smelter og behovet for et effektivt drenssystem er påtrengende.

Særtilfeller i avkjørselsdreneringen er butikker, bensinstasjoner og andre virksomheter der kulvertene langs vegen ofte er meget lange. På disse stedene er rennene mer utsatt for frost og is og derfor vanskelig å rengjøre for finstoff og avfall.

Utbedringsmetoder – Forslag for stikkrenner langs vegen :

- renna må renskes ofte
- om våren stimes renna for å få bort isblokkeringen
- bruk solpanel og varmekabel mot isdannelse
- ved vanskelige problemer kan stikkrenna erstattes av dyp drenering og en utløpskum med sandfang

Ujevne telehiv, setninger eller dårlig konstruksjon kan føre til at stikkrenner sprekker og ødelegges. Konsekvensen av dette er at vannet kan strømme ukontrollert og forårsake erosjon omkring renna og/eller heve grunnvannsnivået. I slike tilfeller kan vegkroppen vaskes bort etter kraftige regnvær og føre til at vegen blir stengt.

Utbedringsmetoder – forslag:

- skadede stikkrenner må erstattes og fundamenteres frostfritt
- utbedre stikkrenna ved å montere PEH-rør inne i den gamle renna og injisere betong mellom rørene

Grøfter

Grøftekapasiteten kan bli redusert ved oppsamling av slam og vegetasjon som i årevis har fylt opp bunnen av grøfta og dermed redusert dreneringskapasiteten. Konsekvensen av dette blir at grunnvannet stiger i vegkroppen og reduserer bæreevnen. Der undergrunnen er godt gradert må grøfta renskes for å unngå erosjon av firkornige materialer. Stabiliteten av grøfteskråninger er også et

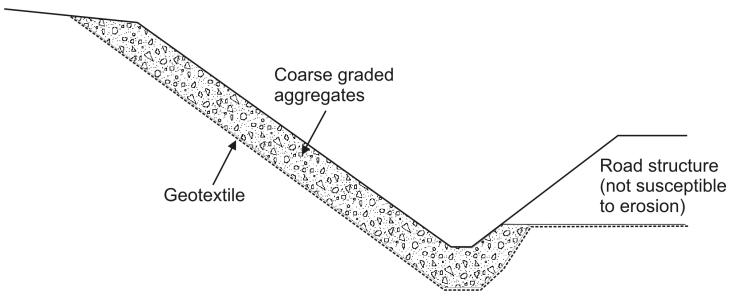
vanskelig problem spesielt i siltholdige områder som vist i figur 3.5. Sammenraste grøfter må alltid åpnes og eventuelt forsterkes.

Figur 3.5. Sammenrast vegskulder i siltige områder. Bildet er tatt tidlig om våren etter grøfterensk.

Åpne utløpsgrøfter er meget viktige for å få god effekt av et drenssystem. Disse må ikke ignoreres ved kontroll av grøftene i et slikt system. Det er liten hjelp i å renske grøfter langs vegen hvis det effektive utløpet for drensvannet ikke er tilgjengelig. Derfor må utløpsgrøfter tas med når grøftesystemet repareres. Prinsipielt kan de samme utbedringsmetoder (se nedenfor) brukes både for utløpsgrøfter og grøfter langs vegen.

Utbedringsmetoder for grøfter – forslag:

- renske grøftene ofte
- erosjonsbeskyttelse, erstatte materiale i ytterskråningen med grovkornige masser og fiberduk (figur 3.6)
- lukket drenering
- avskjæringsgrøfter fylt med grovt materiale pakket i fiberduk



Figur 3.6. Beskyttelse av ytre skråning av en grøft.

Gresskanter

Høye gresskanter er et stort problem på smale landsens veger. Liknende problem oppstår når gresstorv på vegskulderen vokser til et nivå høyere enn det tilstøtende vegdekket. Når det skjer må overflatevannet dreneres gjennom dekket i stedet for å strømme som nornalt til grøfta. Det fører til redusert bæreevne og deformasjoner.

- Utbedringsmetoder – forslag :,
- fjerne kanter og gresstorv, lage grøfter for å drenere overflatevann og overbygning
- dypdrenering
- drenering langs vegkanten

Dårlig tverrfall

Et godt tverrfall er viktig for å drenere vannet raskt bort fra vegens overflate. Drenering av vegen er avhengig av både tverrfallet og vegens stigningsforhold.. For at tverrfallet kan betraktes som effektivt må det være minst være minst 1% på norske veger med fast dekke. I Finland er det anbefalte tverrfallet for grusveger 4%.

Spor og ujevnt vegdekke hindrer overflatevann fra å dreneres raskt. Stillestående overflatevann på vegen kan infiltrere vegkroppen. Omfanget av infiltrasjon er avhengig av antall sprekker, slaghull og gjennomtrengelighet av dekket.

Vann på vegdekket er også et trafikksikkerhetsproblem. En våt overflate reduserer friksjonen og gir større bremselengde. Overflatevann kan fryse ved nattefrost og gi glatte veger. En brå forandring i friksjon kan også være en overraskelse for bilførerne. Derfor er det viktig at alle veger har tilstrekkelig tverrfall. Det kan oppnås når vegen forsterkes eller dekket fornyes..

Sprekker og slaghull

De fleste lavtrafikerte veier i Sverige, Finland og Norge har et meget tynt asfaltdekke med bærelag av knust grus. Denne typen bærelag kan ha høyere finstoffinnhold og mindre stivhet enn bærelag av andre materialer. Det kan gi store horisontale spenninger i asfaltdekket. Om bitumenet i dekket er stivt kan det føre til krakkelering. Sprekker på grunn av telehiv, svake kanter og tunge aksellaster er også vanlige.

Dekket er ofte ujevnt på disse vegene og overflatevann kan samles i dype hjulspor og andre fordypninger. Hvis dekket er oppsprukket på disse stedene vil oppsamlet overflatevann trenge gjennom inn i bærelaget og redusere materialets bæreevne. Det forsterker nedbrytningen av vegen.

For å håndtere problemet bør vi bruke fleksible bitumenbundne materialer i vegdekket., Derfor anbefales et mykt bitumen. Det er viktig å tette overflaten slik at vannet strømmer ut i grøftene og ikke inn i vegkroppen som omtalt tidligere.

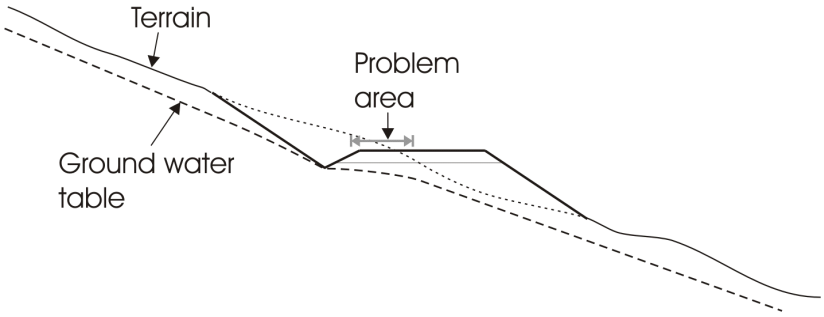
3.3 PROBLEMER SOM SKYLDES UTFORMINGEN

3.3.1 Generelt

Et dreneringssystem kan være utilstrekkelig selv om det er konstruert etter gitte retningslinjer. Retningslinjene kan ikke dekke alle mulige forhold. Hvis det er tydelig at problemene skyldes fukt i vegkroppen er det fortsatt behov for utbedring av systemet.

3.3.2 Skråterreng

I store deler av nordområdene er vegene bygget i skråterreng, med halve vegen i skjæring og den andre halvdelen på fylling,,som vist i Figur 3.7. Dreneringsproblemer som skyldes skråterreng finnes vanligvis i områder med morene og sand/siltmaterialer. Der undergrunnen er leire eller torv er terrenget vanligvis flatt.



Figur 3.7. Dreneringsproblem på veg langs skråning

På veger i skråterreng er vanligvis grunnvannsspeilet nærmere vegdekket (og belastet aksel) på skjæringssiden. Fuktinnholdet er en funksjon av avstanden fra grunnvannsspeilet. Derfor vil spordeformasjonen på skjæringssiden bli større i skrått terreng. Konsekvensen av dette er at behovet for utbedring oppstår mange

år tidligere på skjæringssiden enn på den godt drenerte fyllingssiden. Levetiden i det drenerte feltet kan være mer enn det dobbelte av det udrenerte feltet.

I skråterreng strømmer naturligvis grunnvannet under vegen. Hvis det er fjell eller tette jordmaterialer langs vegen kan disse undergrunnsformasjonene blokkere eller samle grunnvannet på steder hvor det er stor fare for telehiv, og oppbløting i vårløsningen, og dermed redusert bæreevne.

Utbedringsmetoder – forslag :

- øke tykkelsen av vegkroppen (masseutskifting) på skjæringssiden eller heve nivået (kotehøyden) på kjørebanen
- dypdrenering for å senke grunnvannsspeilet på skjæringssiden
- drenering langs vegkanten
- fjerne fjell/ugjennomtrengelige materialer som hindrer grunnvannsstrømmen
- frostisolering (dyrt)
  - i tillegg bruke stikkrenner der vannstrømmen er blokkert

3.3.3 Dreneringsproblemer i forsenkninger

I lavtliggende områder, hvor det ikke er et naturlig drenssystem for overflatevann, er det fare for at overflatevannet kan infiltrere undergrunnen. Når jorda er frosset, eller etter perioder med mye nedbør eller snøsmelting, blir det vanskelig å få avløp for vannet. Det samler seg i lavtliggende områder til det oversvømmer vegen. Dette forårsaker problemer på vegen som vist på bildet i Figur 3.8. Spesielt på grusveier kan høyere grunnvannsnivå bløte opp vegkroppen og dekket slik at vegen blir uframkommelig.

Figur 3.8. Dreneringsproblemeri forsenkning, Rd 19778, Kemijärvi, Finland.

Utbedringsmetoder – forslag.:

Morenegrunn:

- infiltrasjonsbrønner eller infiltrasjonsgrøfter
- heve kotehøyden på kjørebanen (hjelper også vedlikeholdet om vinteren)

Undergrunn av leire, silt eller torv:

- heve kotehøyden på kjørebanen (hjelper vedlikeholdet om vinteren), men vær oppmerksom. på mulige stabilitetsproblemer

  - infiltrasjon er ikke mulig

3.3.4 Dreneringsproblemer i flatt terreng

Dreneringsproblemer på veger i flatt terreng likner vanligvis på veger i forsenkninger. I tillegg vil det være vanskelig å bli kvitt vannet på grunn av lang avstand til et naturlig avløpssystem. Problemet er mest tydelig ved mildvær, mens grunnen ennå er frosset og det er smeltevann og regnvann. Dette skjer også i perioder med mye nedbør der det er vanskelig for undergrunnen å drenere overflatevannet. Omfanget av problemet er avhengig av mengden av vann og undergrunnens gjennomtrengelighet. Virkningen er den samme uansett. Grunnvannet stiger og konsekvensene er som beskrevet i forrige kapittel.

Utbedringsmetoder – forslag.:

Morenegrunn:

- heve nivået på kjørebanen

- erstatte materialene i vegen med materialer som tåler vann og frost

- lage infiltrasjonsbrønner eller grøfter

  - lage lange grøfter (utløpsgrøfter) eller dyp drenering

Undergrunn av leire, silt eller torv:

  - heve nivået på kjørebanen (vær oppmerksom på mulige setninger)

- grave lange grøfter (utløpsgrøfter) (overflate- eller dypdrenering)
- infiltrasjonsbrønner er ikke mulige

3.3.5 Dreneringsproblemer på fjellgrunn

Fjellgrunn nær vegnivået skaper alltid spesielle problemer for vegdreneringen, spesielt når vegen ligger i skråterreng. Fjellet kan hindre grunnvannsstrømmen. Derfor dreneres ikke vegkroppen, og bæreevnen reduseres. I løpet av frostperioden kan vegkroppen fryse ned til fjelloverflaten og hindre grunnvannsstrømmen. Det dannes islinser på fjelloverflaten, som gir ujevnheter i vegdekket. Ved lommer og ujevnheter i fjelloverflaten kan det samles vann. Hvis der også er telefarlige materialer i vegkroppen kan det dannes teleklumper.

Utbedringsmetoder – forslag.:

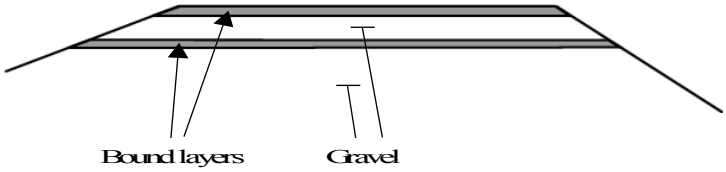
- Sprenge fjellet løst til en dybde av 1-2 m ned under overbygningen. Det gir åpninger i fjellet og vannet dreneres fra vegkroppen
- Lage grøfter/dype dreneringer som hindrer vannet fra å komme inn i vegkroppen
- bruke frostisolering (bør vurderes spesielt i skråterreng, hvis det ikke er mulig å sprenge fjellet, eller sprengning er for dyrt)
- fjerne eller drenere lommer i fjelloverflaten som samler vann.

3.4 ANDRE PROBLEMER

3.4.1Fuktfelle

Vanlig praksis på sytti- og åttitallet var å forsterke vegene ved å komprimere ubundne bærelag direkte på det gamle vegdekket. Dette dannet en sandwich-konstruksjon (se figur 3.9). Vann som i perioder med snøsmelting trenger gjennom

asfaltdekket, uasfalterte vegskuldre og fra grøftene blir fanget mellom to bundne lag. Hvis fuktinnholdet i det ubundne materialet er nær metningsnivået kan en dynamisk aksellast forårsake et høyt væsketrykk i materialet. Det gir igjen sprekker i det overliggende dekket.



Figur 3.9. Vannmettet gruslag på grunn av bundne lag i vegkroppen.

Utbedringsmetoder – forslag.:

- frese gjennom vegkroppen og knuse det nederste bundne laget om det er nærmere enn 40 cm fra overflaten
- frese eksisterende dekke og øke tykkelsen av de ubundne lagene til de blir minst 35 cm (pluss 5 cm dekke)

3.4.2 Stabilitetsproblemer i den ytre grøfteskråningen

Et annet alvorlig dreneringsproblem, spesielt i skjæringer, er at materialer fra bløte skråninger kan strømme inn i grøftene og hindre vannstrømmen. Dermed stiger grunnvannsnivået. Problemet er verst der det er fingradert sand og silt, samt høyt grunnvann.

Utbedringsmetoder – forslag.:

- overflatedrenering
- avskjæringsgrøft bak skjæringstoppen for å samle overflatevann og senke grunnvannsspeilet
- plante vegetasjon
- dekke skråningsoverflaten med grovgradert grus eller asfaltbundet materiale (figur 3.10). Bruke fiberduk mellom undergrunnen og det grove dekkmaterialet.

Figure 3.10. Eksempel på stabil skjæringsskråning.

Kapittel 4. Virkning av dårlig drenering på dekketilstanden.

4.1 GENERELT

Mange modeller har blitt utviklet for å beregne hvordan trafikkbelastning påvirker vegdekket. Noen av dem tar hensyn til virkningen av dreneringen. Problemet med modellene er at vanninnholdets påvirkning på dekketilstanden følger kompliserte mekanismer. Disse mekanismene bør forenkles når en skal forutsi sammenhengen mellom dreneringsstandard og nedbrytning av en vegstrekning.

Nesten alle forskere omtaler drenering som viktigste parameter ved vurdering av hvordan vegkroppen fungerer på lang sikt. Men det er foretatt meget få studier av hvordan god drenering virkelig påvirker vegkroppens levetid. Noen av de mest kjente dimensjoneringsmetoder brukes i de neste kapitlene for å beregne levetiden av en vegkropp med forskjellig vanninnhold. I tillegg til disse metodene er også

feltobservasjoner tatt med for å vise hvordan dårlig drenering påvirker dekkelevetiden.

4.2 TEORETISKE BEREGNINGER

I den første ROADEX II-rapporten omtales følgende retningslinjer som inneholder modeller for dreneringens betydning:

- Svenske retningslinjer for prosjektering
- AASHTO (amerikanske retningslinjer for prosjektering)
- HDM-4
- FHWA, LTPP program på SHRP

Andre metoder (se referanselisten) ble også brukt for å beregne virkningen av dreneringen på deformasjonen av underlaget.

De svenske retningslinjene klassifiserer E-modulen av materialer med dårlig kvalitet (utenfor kravene) i tre kategorier, basert på resultatene fra dreneringsundersøkelsen. Materialene finnes ofte i lavtrafikkerte veier. Ut fra disse verdiene kan en beregne virkningen av at dreneringsklassen for en vegstrekning forbedres, En bruker da beregnede belastninger og spenninger fra egnete nedbrytningsmodeller.

I den første rapporten (Berntsen og Saarenketo 2005) ble to eksempler presentert for å demonstrere virkningen av forskjellige dreneringsklasser. Beregningene ble gjort med det svenske Vägverkets PMS Objekt programvare, som bruker en lineær elastisitetsmodell. Dermed kunne en beregne antallet standard aksellaster inntil de maksimalt tillatte varige deformasjoner og utmatningssprekker oppstår. Når drenssystemet ble forbedret fra ”dårlig” til ”tilfredsstillende” (fra dreneringsklasse 3 til 1) økte levetiden av vegkroppen med en faktor på 2.2 – 2.6. Undergrunnen ble forutsatt å være morene. Om den hadde vært silt, ville forholdet vært enda større.

AASHTOs håndbok for prosjektering bruker fem forskjellige klasser for å rangere dreneringsstandarden fra «meget dårlig» til «utmerket». Ved å forbedre dreneringsstandarden etter disse retningslinjene fra «meget dårlig» til «god» økes levetiden vesentlig mer enn med den svenske modellen. Levetiden økte fem ganger i eksemplene presentert i den før nevnte rapporten.

Nedbrytningsmodellene som er utviklet i SHRP-programmet bygger på flere regresjoner av hvordan tilstanden utvikler seg. De baseres på en mengde mulige parametre. Ved regresjonsanalyser har en kvantifisert hvor mye fuktinnholdet betyr. SHRP-modeller er ikke enkle å bruke. Men det er tydelig at modellene gir økt nedbrytning når fuktinnholdet øker, og forskjellene er større når det er frost.

Økt dekkelevetid kan oppnås ved å øke tykkelsen på underlaget. En økning av underlaget med 8 cm har samme effekt som å senke grunnvannsnivået med 40 cm (fra 20 cm over fundamentet til 20 cm under). Dette kan selvfølgelig ikke gjøres på en gammel veg, men det er viktig å være klar over ved prosjektering av en vegkropp og et dreneringssystem. Det finnes steder hvor det er vanskelig å få til en tilstrekkelig drenering. Da kan den beste løsningen være å øke tykkelsen av vegkroppen, dvs. heving av vegens nivå i forhold til grunnvannsstanden.

4.3 FELTOBSERVASJONER

Virkningen av dårlig drenering på hvordan dekket fungerer kan sees i praksis ved å observere vegparseller i skråterreng. Som beskrevet i Kapittel 3.3.2 er grunnvannsnivået vanligvis nært opp til vegoverflaten (og til hjultrykket) på skjæringssiden. Avstanden til grunnvannsnivået i fyllinger er større og fuktinnholdet mindre.

Derfor kan vegskjæringer bli brukt for å vise hvordan dårlige drenering virker. Fyllinger viser virkningen av god drenering. Omtrent det samme forholdet er funnet i vegdekker i gjennomskjæringer: Fuktinnholdet i disse tilfellene er en del høyere enn i dekker på fyllinger.

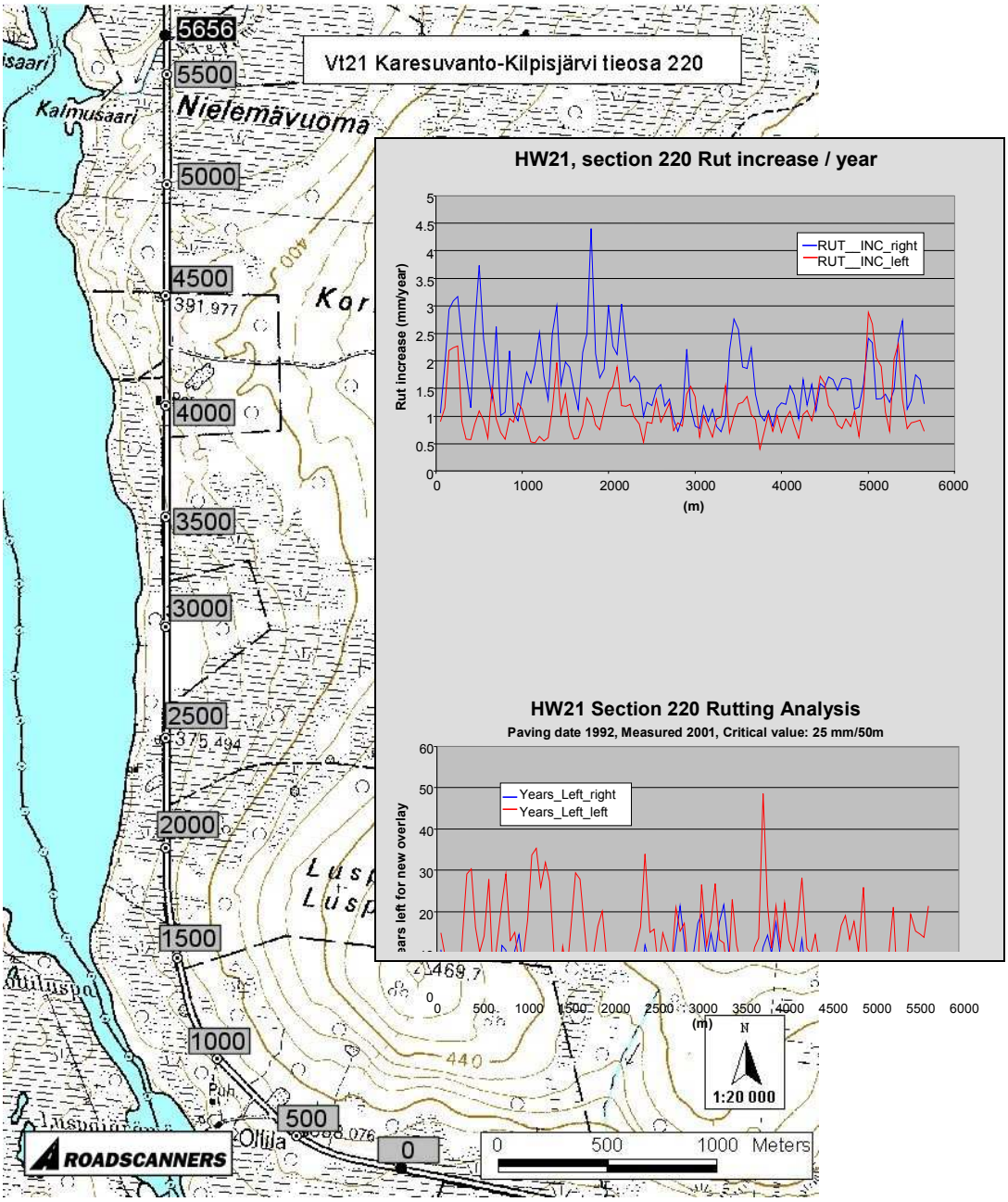
Nedenfor er vist to ulike eksempler på observasjoner på vegparseller plassert i skråterreng. Når en studerer eksemplene må en huske at det ikke bare er dreneringstilstanden som gir forskjellig spordybde i den drenerte og den udrenerte kjørebanen. Komprimering av materialene og materialtyper kan være ulike. Det kan også tenkes at underlaget varierer gjennom tverrprofilet. I tillegg vil trafikkbelastningen ha ulik virkning på spordannelsen på indre og ytre side i en kurve i skjæring. Hjultrykket er større på det innerste kjørefeltet og vil derfor gi større deformasjoner.

Eksempel : Riksveg 21 (E8) Kilpisjärvi, Finland

Figur 4.1 gir et eksempel fra riksveg 21 nær Kilpisjärvi, Finland. Vegen ligger i skråterreng, som vist på kartet i figur 4.1. .Utviklingen av gjennomsnitt spordybde (mm/år) for begge kjørefelt, samt gjenstående levetid, er vist grafisk.

Den klare forskjellen i sporutvikling kan lett sees mellom profilene 0 – 2500, der skråningene er brattest. Ved å se bare på denne strekningen er den årlige økningen i spordybde 2.0 mm i høyre kjørefelt, men bare 1.0 mm i venstre felt. Det viser at dersom spordybden øker lineært vil levetiden i det drenerte feltet være dobbelt så lang som levetiden i det udrenerte feltet.

Spordybden ble målt da dekket var 9,5 år gammelt. Beregnet gjenstående levetid for høyre felt var 1,8 år, og for venstre felt 15,0 år. Med andre ord, total levetid for det drenerte venstre feltet var 24,5 år, mens den var 11,3 år for det udrenerte høyre feltet. Dette gir et forhold på 2.17.

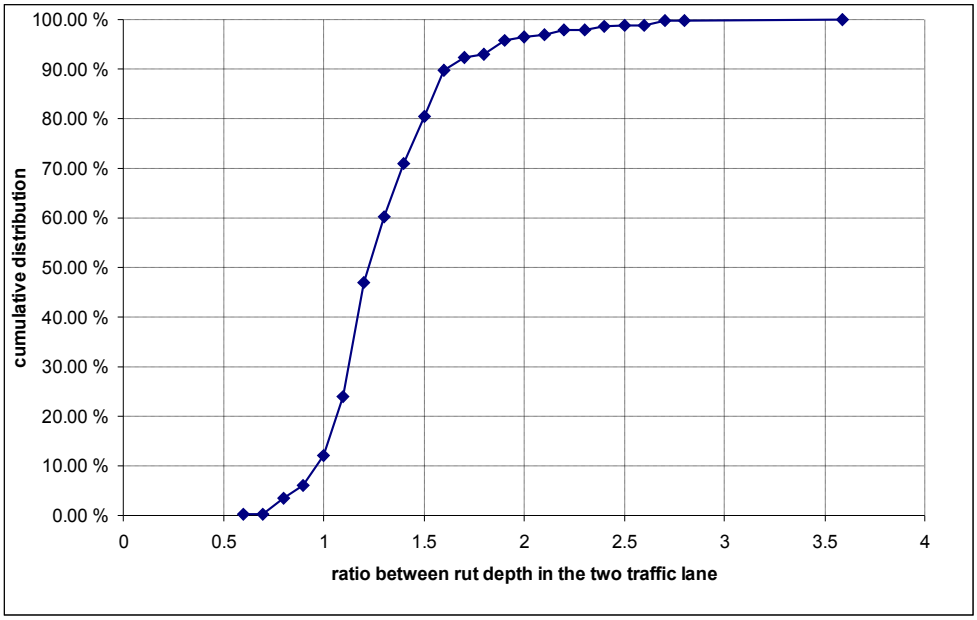


Figur 4.1. Parsell av riksveg 21 – Kilpisjarvi, Finland. Viser gjennomsnitt økning/år av spordybde, samt gjenstående dekkelevetid.

Eksempel: Feltobservasjoner fra 184 km av veger i Troms fylke, Norge

Hvert år blir spordybden målt på begge sider av alle riks-og fylkesveger i Norge med fast dekke. Vegene deles inn i homogene parseller der tilstanden varierer lite. Disse parsellene blir brukt i det Norske PMS-systemet. For hver parsell blir den statistiske fordelingen av spordybden beregnet. Den maksimale spordybden som 90% av parsellen tilfredsstiller blir definert. Denne verdien blir brukt for å fastlegge skadenivået for dekket. Når den overskrider 25 mm,anbefaler retningslinjene at dekket må utbedres.

I dreneringsanalysen i Roadex II ble forholdet mellom spordybden i indre (udrenert) kjørefelt og ytre (drenert) felt beregnet. Samme forholdet ble beregnet for jevnhetsindeksen (IRI). Figur 4.2 viser den kumulative fordelingen av forholdet mellom spordybder (udrenert/drenert kjørebane) for 184 km veg. Som figuren viser hadde den drenerte siden av vegen størst spordybde på bare 12 % av det undersøkte vegnettet (beregnet forhold <1). 19,5 % av vegnettet hadde et dybdeforhold større enn 1.5, som betyr at spordybden i det udrenerte kjørefeltet var >50 % større enn i det drenerte feltet. For resten av vegnettet (68,5 %) var forholdet mellom 1.0 og 1.5. IRI-verdiene for kjørefeltene varierte ikke like mye som spordybden, men det var tydelig at utviklingen av IRI var verst for det udrenerte feltet.



Figur 4.2. Kumulativ fordeling av forholdet mellom spordybde i det udrenerte og det drenerte kjørefeltet.

Forskjellen i dreneringsstandard er hovedårsaken til ulik levetid for de to kjørefeltene. Grunnvannsstanden er nærmere trafikklasten på skjæringssiden av vegen (udrenert side), og det høye fuktinnholdet vil gi dypere dekkespor. Derfor kan forskjellen i levetid betraktes som et uttrykk for virkningen av å senke grunnvannsstanden.

4.4 VIRKNING AV DÅRLIG DRENERING – SAMMENDRAG

De nevnte modellene i Kapittel 3 ble brukt for å vise at levetiden av vegkroppen (beregnet som antall standard aksellaster) øker betydelig når dreneringen utbedres. Resultatene blir overraskende like når resultatene fra de svenske retningslinjene sammenliknes med feltobservasjoner. Alle andre beregningsmodeller gir en liknende eller enda større virkning.

På grunnlag av teoretiske modeller og feltobservasjoner kan problemområdene bli klassifiert i grupper der forholdene er nokså like og virkningen av bedre drenering vil bli de samme. Tabell 4.1 viser forventet økning i levetiden når drenssystemet er utbedret.

Tabel 4.1. Endring i levetid når dreneringssystemet er utbedret.

Dreneringstilstand	Dreneringsklasse 1)	Faktor, viser endring av levetid ved bedredrenssystem

Gruppe 1 Drenssystemet fungerer ikke (eller eksisterer ikke). Vannmottakelige jordarter (grunn) i vegkropp og undergrunn. Høy grunnvannsstand. Fjell og lavt terreng som hindrer grunnvannsstrømmen.	>3	> 2,5
Gruppe 2 Drenssystemet virker ikke i det hele tatt, og jordarter i vegkropp og undergrunn er mindre vannmottakelige enn i gruppe 1. Drenssystemet fungerer dårlig på grunn av manglende vedlikehold (grøfter og stikkrenner er ikke rensket), samt vannmottakelig vegkropp og undergrunn.	3	2-2,5
Gruppe 3 Drenssystemet fungerer dårlig på grunn av manglende vedlikehold (grøfter og stikkrenner er ikke rensket). Materialer i vegkropp og undergrunn er mindre vannmottakelige.	2	1,5-2
Gruppe 4 Drenssystemet fungerer utilfredsstillende på grunn av manglende vedlikehold, eller retningslinjer for vedlikehold er utilstrekkelige.	1-2	1-1,5

1) Tilsvarer dreneringsklassene i de svenske retningslinjene

Økningen av vegkroppens levetid avhenger av hvor omfattende utbedringer som blir gjort. Faktorene i tabell 4.1 viser hvor stor økning som kan oppnås.

Kapittel 5. Drenering og levetidskostnader

5.1 GENERELT

Det er nødvendig å vite hva vedlikehold av et drenssystem koster, slik at vi kan beregne hva et slikt system betyr for dekkekostnadene gjennom dekkets hele levetid. De reelle vedlikeholdskostnadene varierer mellom landene i den nordlige periferi, og innenfor hvert land.

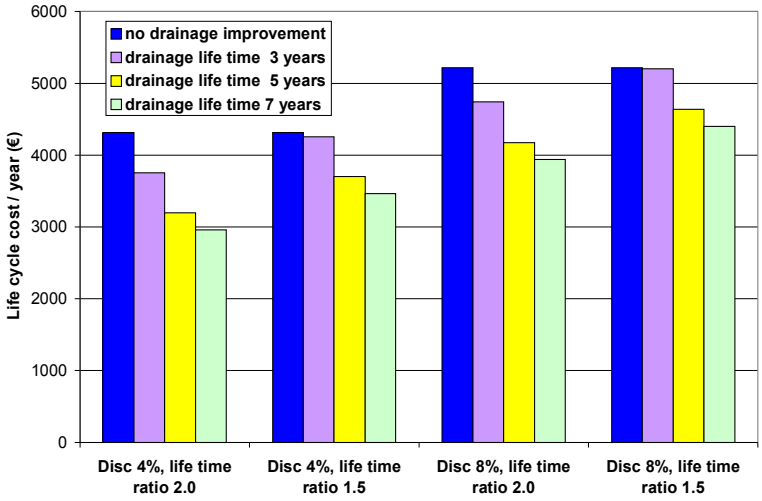
Vanligvis er det dyrere å fornye et vegdekke enn å vedlikeholde et drenssystem. I Norge koster for eksempel asfaltering av lavtrafikkerte veier 8-10 ganger mer enn å drenere grøfter og stikkrenner (grøfterensk koster 10-12% av asfalteringskostnadene, et nytt dekke koster 32-37 €/m og grøfterensk 3.7-4.5 €/m). I Finland, hvor levetidskostnadene også er undersøkt, er prisene litt lavere, men forholdet mellom grøfterensk og nytt dekke er omtrent det samme.

Men en grøft kan fungere dårlig selv om den er laget i henhold til retningslinjene. I så fall må dreneringen bedres ved å øke grøftedybden eller ved å bruke dyp drenering. Disse utbedringene er svært kostbare, og kostnadene avhenger av hva problemet består av. Kostnadene for å etablere dypdrenering varierer fra 30 – 50% av kostnadene ved asfaltering, avhengig av hvilke jordarter som finnes i undergrunnen.

I følgende kapitler sammenlignes kostnadene for asfaltering av en 5-6 meter bred veg og kostnadene for grøfterensk . Vanligvis er det skader bare på korte deler av lange parseller som skyldes utilstrekkelig drenering, men disse korte delene er årsaken til at dekket på hele parsellen blir fornyet. På grunn av dette vil de relative kostnadene bli enda lavere og utbedring av dreneringen blir mer lønnsom.

5.2 HVOR OFTE LØNNER DET SEG Å UTBEDRE DRENERINGEN ?

Et interessant spørsmål blir ofte stilt: Hvor ofte kan dreneringen utbedres før levetidskostnadene gjør det ulønnsomt?. Som et eksempel ble levetidskostnadene beregnet ved ved å bruke en kostnad for bedre drenering på 4.100 €/km og en dekkefornyelseskostnad på 35.000 €/km (forhold 0.117). Resultatene av denne beregningen er vist i figur 5.1. Figuren viser at hvis utbedring av drenssystemet kan fordoble levetiden (fra 10 til 20 år) kan dreneringen utbedres annethvert år og fortsatt være lønnsomt, selv med en kalkulasjonsrente på 8% (tidligere brukt i Norge). Hvis levetiden bare øker 50 % (fra 10 til 15 år), og kalkulasjonsrenten er 4% (som brukt i Finland), kan dreneringen utbedres lønnsomt hvert tredje år. Vanligvis er det ikke behov for å utbedre dreneringen oftere enn dette.



Figur 5.1. Eksempel på beregning av levetidskostnader som viser gevinsten ved utbedring av dreneringen. Resultatene viser to levetidsforhold: 2.0 (10 til 20 år) og 1.5 (10 til 15 år). Det er brukt to verdier av kalkulasjonsrenten (4 % og 8 %).

Beregningseksemplet tar ikke hensyn til at andre vedlikeholdskostnader også øker på grunn av dårlig drenering. Faktisk burde gevinsten ved godt dreneringsvedlikehold beregnes for et lengre tidsrom enn dekkelevetiden. Det henger sammen med at frostskader på grunn av høyt fuktinnhold også vil påvirke vegkonstruksjonens funksjonsevne på lang sikt. Beregningene viser også at det kan lønne seg å utføre dyrere dreneringstiltak enn bare grøfterensk. For eksempel, kan utbedring av dreneringen koste 8.400 €/km hvis dekkelevetiden fordobles og kalkulasjonsrenten er 4%. Den kan gjentas hvert 5. år, og fortsatt vil levetidskostnadene være lavere enn om dreneringen ikke utbedres..

Kapittel 6. Konklusjon og anbefalinger

Med teoretiske modeller og feltobservasjoner er det vist i rapporten at hvis utilstrekkelig drenering er årsak til lav bæreevne og kort dekkelevetid, er det mulig å øke levetiden minst 1.5 – 2 ganger ved å utbedre dreneringen. Derfor er vedlikehold av drenssystemet kanskje vegeiernes mest lønnsomme form for vedlikehold. I tillegg er det bærekraftig og økonomisk vegforvaltning. Effektivt dreneringsvedlikehold bør derfor prioriteres foran alle andre tiltak.

Første trinn i en vegforsterkning er å sørge for at drenssystemet fungerer skikkelig. Det bør være gjort 1-2 år før asfaltering for å sikre at vegkroppen blir godt drenert og er i best mulig stand før forsterkningen starter. Det anbefales at tilstanden på drenssystemet evalueres ved slutten av hver vedlikeholdskontraktsperiode eller minst hvert 8. år. Under evalueringen må partier med dårlig drenering og behov for utbedring kartlegges. Så må en finne årsakene til problemene og fastlegge løsningene.

I undersøkelsen av dreneringen anbefales at vegen deles i homogene parseller basert på dreneringens tilstand, ved å bruke klassifisering som «normal dreneringsklasse» og «spesiell dreneringsklasse». Dreneringsproblemer i «normal dreneringsklasse» kan utbedres ved rutinemessig vedlikehold som må gjøresmed faste intervaller. «Spesiell dreneringsklasse» trenger spesiell overvåking i løpet av vedlikeholdskontraktsperioden, og utbedring omfatter mer enn rutinemessige tiltak og metoder. Denne typen dreneringsanalyse, og særlig «spesiell dreneringsklasse», vil bli utviklet videre i ROADEX III delprosjekt «Retningslinjer for drenering».

Kapittel 7. Referanser

Aho S., Saarenketo T., Berntsen G., Dawson A., Kolisoja P. and Munro R. (2005). Structural Innovations. ROADEX II report. www.roadex.org

Berntsen G. and Saarenketo T. (2005). Drainage on Low Traffic Volume Roads. ROADEX II report. www.roadex.org

Lary, J.A. and Mahoney, J.P. 1984. Seasonal effects on the strength of pavement structures. Transportation Research Record 954.

Noss, P. M. 1978. Poresug i jordarter (Soil suction).Doktoravhandling. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Trondheim.

Roadex Project 1998-2001. Northern Periphery. CD-ROM

Saarenketo, T. 2005. Monitoring, Communication and Information Systems & Tools for Focusing Actions. ROADEX II report. www.roadex.org

Saarenketo T. and Aho S. (2005). Managing Spring Thaw Weakening on Low Volume Roads. ROADEX II report. www.roadex.org

Vedlegg 1

TABELL FOR IDENTIFIKASJON AV DRENERINGSPROBLEMER OG FORSLAG TIL LØSNINGER

kategori	Problembeskrivelse	Hvordan identifisere problemet	Årsaken til problemet	Forslag til drenering (løsninger)
Vedlikeholds-relaterte problemer	Vannmettet vegkropp i vårløsning og fryse-tineperioder i milde vintre.	*Bæreevneproblemer.* Veger med fast dekke: Dype spor, sprekker og deformasjoner. Grusveger: Plastiske deformasjoner i vårløsningen. I alvorlige tilfeller kan vegen bli nesten uframkommelig.	Telefarlige jordarter i undergrunnen eller ubundne vegmaterialer som danner islinser i frostperioder, resulterer til for mye porevann i vårløsningen og lav bæreevne. Smeltet snø og overflatevann trenger gjennom vegkroppen fra grøfter, vegskulder og sprekker i dekket.	▪ Rydde is og snø fra grøftene slik at overflatevannet kan strømme inn i drenssystemet. ▪ Dyp drenering. ▪ Erstatte telefarlige materialer med grovt graderte masser. ▪ Frostisolering. ▪ Stabilisering av bærelaget. ▪ Forsterkning av vegkroppen mot svekkelse i teleløsningen. ▪ Riktig tverrfall.
	Tette grøfter.	*Henger vanligvis sammen med bæreevneproblemer som skyldes manglende grøfterensk.* Slam og fingraderte jordarter fyller grøftene og krever mye arbeid for å holde dem åpne. Erosjon av ytre skråning i grøftene.	Grøfter med for bratte skråninger i forhold til type jordart i undergrunnen. Manglende erosjonssikring.	▪ Hyppig grøfterensk ▪ Lukket drenering ▪ Tverrgrøfter fylt med grove materialer pakket i fiberduk ▪ Erosjonssikring. Grove materialer, vegetasjon eller forskjellige typer duk i grøfteskråningen.
(	Stikkrenneskader	Visuell inspeksjon avdekker konstruksjonens tilstand. Vegen er skadet (setninger, ujevnhet) nær stikkrenna. Ofte telehiv. Hull i vegdekket.	Setninger, stengt inntak, telebevegelser, for lite stikkrennetverrsnitt, feil utførelse av stikkrenne og/eller kum	▪ Erstatte stikkrenna med en større renne ▪ Renske inntak/utløp ▪ Legge PEH-rør i renna (se kap. 5.2.2.1, fig. 43)

kategori	Problembeskrivelse	Hvordan identifisere problemet	Årsaken til problemet	Forslag til drenering (løsninger)
	Stengt stikkrenneinntak.	Søppel, grener, torv, slam blokkerer inntaket. Problemer spesielt etter mye regn når mye overflatevann må dreneres bort.	Inntaket kan være feil utformet. Stikkrennas diameter er for liten. Området oppstrøms for stikkrenna blir erodert og materialene avleires i inntaket.	▪ Renske inntaket ▪ Bygge om inntaket. ▪ Erstatte med en større stikkrenne
	Stikkrennene blokkert av is	Is stenger stikkrenna og vann strømmer over vegen i mildværsvintre og under snøsmelting om våren. Vanndammer i grøfta oppstrøms.	Frost trenger inn til stikkrenna, enten ovenfra eller gjennom røret. Lav hastighet på vannstrømmen gjennom renna. Området som dreneres er redusert på grunn av manglende rensk.	▪ Renske stikkrenna for sand, grus osv. reduserer problemet. ▪ Stiming for å smelte isen ▪ Bygge om stikkrenna, utløpet og inntaket (senke renna om mulig). ▪ Solpanel eller vindmølle som gir strøm til varmekabel
	Torv på vegskulder	Torv på skulderen vokser og hindrer overflatevann fra å renne av vegen. Trafikksikkerhetsproblem (vannplaning) i tillegg til nedbrytning av veien.	Vegetasjon på vegskulderen og den indre skråningen av grøftene danner torv som hvert år vokser.	▪ Fjerne torven
Problemer som skyldes utformingen	Gresskanter	Vegdekket brytes ned på kanten av kjørebanen, særlig på lave punkter der vannet blir stående på overflaten i nedbørsperioder.	Noen veger har gresskanter i stedet for grøfter. Overflatevannet blir hindret fra å renne av dekket og vil trenge inn i vegkroppen.	▪ Fjerne kantene og lage grøfter ▪ Dypdrenering ▪ Kantdrenering ▪ Det må gjøres mulig for overflatevannet å renne av snarest mulig

kategori	Problembeskrivelse	Hvordan identifisere problemet	Årsaken til problemet	Forslag til drenering (løsninger)
	Dreneringsproblemer på grunn av at vegen ligger i lavt terreng (bunn av en liten dal)	Vegen oversvømmes under sterk nedbør og snøsmelting. Varige deformasjoner på disse strekningene. Differensialsetninger på grunn av tele.	På grunn av topografien er det ikke mulig å lede vannet bort fra vegen. Grunnvannsstanden er for nær vegkroppen.	*Morene* ▪ Infiltrasjonsbrønner/grøfter ▪ Heve vegens nivå (kotehøyde) ved å bruk av grovt graderte materialer *Leire/silt eller torv* ▪ Heve vegnivået ved bruk av grovt graderte materialer ▪ Infiltrasjonsløsninger fungerer ikke!

kategori	Problembeskrivelse	Hvordan identifisere problemet	Årsaken til problemet	Forslag til drenering (løsninger)
	Utilstrekkelig drenering i skråterreng.	Dype spordannelser i innerste hjulspor (nærmest bakkeskråningen).	Høy grunnvannsstand i kjørefeltet i skjæringen. For svak vegkonstruksjon. Grøfter oppstrøms er ikke rensket.	▪ Utbedre drenssystemet ved å renske grøftene. ▪ Dypdrenering for å senke grunnvannsstanden. ▪ Forsterkning av vegkroppen på skjæringssiden ▪ Armering med stål
	Dreneringsproblemer der fjelloverflaten er nær vegkroppen.	Vannet dreneres ikke fra vegkroppen. Det fører til redusert bæreevne. I løpet av frostsesongen dannes is på fjelloverflaten og vannstrømmen hindres. Det gir ujevne kuler i vegdekket.	Fjellet hindrer vannet i å strømme under veien. Vannet når telefarlige materialer på fjelloverflaten. Telefronten når fjellet og hindrer grunnvannsstrømmen.	▪ Sprenge fjellet til en dybde på 1-2 m under traubunnen. ▪ Masseutskifting ned til fjellnivået, bruke grove materialer. ▪ Sprenge fjellet under grøfter som ligger i skråninger. ▪ Lage dypdrenering i bakkeskråning for å hindre vannet fra å trenge inn i vegkroppen. ▪ Bruke mange stikkrenner. ▪ Frostisolering. ▪ Fjerne fjell/steiner som stenger vannstrømmingen.

kategori	Problembeskrivelse	Hvordan identifisere problemet	Årsaken til problemet	Forslag til drenering (løsninger)
	Dreneringsproblemer i flatt terreng.	Grøftene og vegen oversvømmes i sterk nedbør og snøsmelting. Varige deformasjoner, spesielt på vegskulder..	På grunn av flatt terreng er det vanskelig å drenere vannet bort fra vegen. Høy grunnvannsstand gir høyt fuktinnhold i vegkroppen.	*Morene:* ▪ Heve vegens nivå ▪ Erstatte vegmaterialer med materialer som ikke er mottakelige for vann og frost. ▪ Stabilisere vannmottakelige materialer. ▪ Infiltrasjonsbrønner og -grøfter ▪ Lange drensgrøfter eller dypdrenering. *Leire/silt eller torv* ▪ Infiltrasjon er ikke mulig ▪ Heve vegens nivå - (vær klar over mulige setninger) ▪ Lange drensgrøfter (åpen eller lukket drenering)
Øvrige problemer	Vannmettet lag på grunn av bundet lag i vegkonstruksjonen. (fuktfelle)	Hurtig dannelse av dype spor og krakkelering i vegdekket etter asfaltering. Vann presses ut av oppsprukket dekke i vårløsningen og etter nedbør.	Gamle og ugjennomtrengelige dekker ligger igjenunder det ubundne bærelaget, mindre enn 40 cm under det nye vegdekket. Vann blir innestengt mellom disse asfaltlagene og materialet blir mettet. Dynamiske laster gir hydrostatisk trykk som bryter opp dekket.	▪ Kontrollere om det finnes gamle dekker i ubundne lag, for eksempel med å bruke Georadar. ▪ Knuse det gamle dekket i eller under bærelaget hvis det er nærmere enn 40 cm. ▪ Frese gjennom alle de bundne lagene ned til underkant av det gamle dekket og blande disse sammen med gruslaget. Bitumen tilsettes for å stabilisere materialene når de blandes.

kategori	Problembeskrivelse	Hvordan identifisere problemet	Årsaken til problemet	Forslag til drenering (løsninger)
	Erosjon og overflateglidninger i skjæringer	Materialer fra overflaten av ytre skråning eroderes og transporteres ned skråningen. Dermed blokkeres grøftene og grunnvannsnivået stiger.	For bratt skråning. Høyt grunnvannsnivå og/eller sterk grunnvannsstrøm. Materialer i skråningen som eroderes lett.	▪ Overflatedrenering ▪ Grave ovenfor skjæringen for å senke grunnvannsnivået. ▪ Plante vegetasjon ▪ Dekke skråningsoverflaten med grovt gradert grus eller asfaltbundet materiale. Fiberduk mellom undergrunnen og det grove materialet.
	Dreneringsproblemer på grusveger (drenering av vegkroppen på en grusveg)	Når vegdekket mister sin styrke, blir det plastisk, og vegen blir nesten uframkommelig i vårløsningen.	Skyldes telefarlige materialer i vegkroppen. Dette er ikke et dreneringsproblem, men drenering kan minske problemet.	▪ Renske grøftene så ofte som mulig ▪ Dypdrenering for å senke grunnvannsnivået. ▪ Erstatte noe av vegkroppen med grovt graderte stoffer. ▪ Øke tykkelsen av vegkroppen ved å tilføre et nytt grusbærelag og et nytt grusdekke. ▪ Sikre at dekket har tilstrekkelig tverrfall.