



ROADEX III
NORTHERN PERIPHERY



Saara Aho, Timo Saarenketo

SKÖTSEL AV DRÄNERING PÅ LÅGTRAFIKERADE VÄGAR

Praktiskt Sammandrag

Skötsel av dränering på lågtrafikerade vägar
PRAKTISKT SAMMANDRAG
April 2006

Saara Aho
Roadscanners Oy

Timo Saarenketo
Roadscanners Oy

FÖRORD

Rapporten som följer är ett praktiskt sammandrag av en rapport från projektet ROADEX II 2005 om "Dränering på lågtrafikerade vägar – Problembeskrivning, förbättringstekniker och livscykelkostnader" av Geir Berntsen från Norska Vägdirektoratet och Timo Saarenketo, Roadscanners OY, Finland.

Syftet är att den skall vara en arbetsmanual som fokuserar på klassificering av dräneringsproblem, undersökningsmetoder och beskrivning av effekter av dålig dränering på vägars tillstånd, tekniker att förbättra dränering och deras livscykelkostnader.

Rapporten är inte menad att ersätta tillgängliga handböcker eller instruktioner och specifikationer inom ämnet utan förhoppningen är att det översiktliga sammandraget ska ge läsaren en större förståelse av de problemen, lösningarna och i synnerhet betydelsen av detta problem som många gånger förnekas.

Rapporten är skriven av Saara Aho och Timo Saarenketo från Roadscanners OY, Finland. Ron Munro, projektledare för ROADEX III Projektet, granskade språket. Mika Pyhähuhta vid Uleåborg Laboartorium designade rapportens utseende.

Författarna vill tacka ROADEX III styrelsekommitté för dess uppmuntran och rådgivning i detta arbete.

Copyright © 2006 Roadex III Project

Alla rättigheter reserverade.

ROADEX III Lead Partner: Vägverket, Region Norr, Box 809, S-971 25 Luleå. Projekt co-ordinator: Mr. Krister Palo.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	3
KAPITEL 1. INLEDNING.....	6
1.1 ROADEX - PROJEKTET	6
1.2 DRÄNERING PÅ LÅGTRAFIKERADE VÄGAR	6
KAPITEL 2. ÖVERVAKNING AV DRÄNERINGSTILLSTÅND.....	6
2.1 ÖVERVAKNINGSPROCESS	6
2.2 IDENTIFIERING AV PROBLEMSEKTIONER	6
2.3 GRUNDLÄGGANDE DIAGNOSTISERING AV PLATSER MED DRÄNERINGSPROBLEM	6
KAPITEL 3. KLASSIFICERING AV PLATSER MED DRÄNERINGSPROBLEM OCH DERAS LÖSNINGAR.....	6
3.1 ALLMÄNT	6
3.2 UNDERHÅLLSRELATERADE PROBLEM	6
3.2.1 PROBLEM PÅ GRUND AV SNÖSMÄLTNING	6
3.2.2 DÅLIGT FUNGERANDE DRÄNERINGSKONSTRUKTIONER.....	6
3.3 UTFORMNINGSRELATERADE PROBLEM.....	6
3.3.1 ALLMÄNT	6
3.3.2 SLUTTANDE MARK.....	6
3.3.3 DRÄNERINGSPROBLEM PÅ "LÅGLÄNT MARK"	6
3.3.4 DRÄNERINGSPROBLEM PÅ FLACKA OMRÅDEN	6
3.3.5 DRÄNERINGSPROBLEM RELATERADE TILL NÄRVARO AV BERGGRUND.....	6
3.4 ANDRA PROBLEM	6
3.4.1 INSTÄNGT VATTEN.....	6
3.4.2 STABILITETSPROBLEM I DIKETS BAKSLÄNT.....	6
KAPITEL 4. EFFEKT AV DÅLIG DRÄNERING PÅ ÖVERBYGGNADENS PRESTANDA.....	6
4.1 ALLMÄNT	6
4.2 TEORETISKA BERÄKNINGAR	6
4.3 FÄLT OBSERVATIONER	6
4.4 EFFEKTEN AV DÅLIG DRÄNERING - SAMMANFATTNING	6

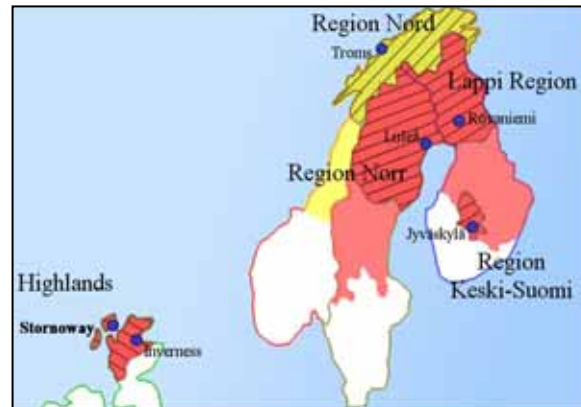
KAPITEL 5. DRÄNERING OCH LCC	6
5.1 ALLMÄNT	6
5.2 HUR OFTA KAN DRÄNERING VARA EN LÖNSAM FÖRBÄTTRING?	6
KAPITEL 6. REKOMMENDATIONER	6
KAPITEL 7. REFERENSER	6
APPENDIX 1	6
TABELL FÖR ATT IDENTIFIERA DRÄNERINGSPROBLEM OCH FÖRSLAG TILL LÖSNINGAR	6

Kapitel 1. Inledning

1.1 ROADEX - PROJEKTET

ROADEX - Projektet är en teknisk samverkan mellan vägorganisationer i norra Europa, som har som mål att sprida vägrelaterad information och forskning 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 den lokala skogsindustriföretagen 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 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 projektpartnerna förenas med ytterligare partners från Norra Periferin nämligen Sisimiut Kommun, Grönland, Islands Statliga Vägadministration och Finska Vägverkets Region Sava-Karjala.

1.2 DRÄNERING PÅ LÅGTRAFIKERADE VÄGAR

Vatten har en nyckelroll när mekaniska prestanda och livslängd hos någon typ av trafikinfrastruktur diskuteras. Faktum är, vilket är känt sedan länge, att så länge en vägöverbyggnad och underliggande terrass inte har överskottsvatten kommer vägen att fungera bra. Men ökat vatteninnehåll i underliggande terrass reducerar bärigheten, vilket ökar nedbrytningstakten och förkortar vägens livslängd. I sådana fall behöver vägen förstärkas oftare än väl-dränerade vägkonstruktioner. När valet av underhållsstrategier skall göras måste beläggningskostnaderna för underhåll av vägytan jämföras med kostnaderna för att underhålla eller förbättra dräneringen. Den analysen är mycket utmanande i den Norra Periferin eftersom problemet är mer komplext i kalla områden genom att frys-tö cyklerna påverkar fuktinnehåll i mycket större utsträckning där än någon annanstans.

I ROADEX pilotprojekt 1998-2000 blev dräneringsproblemen de problem som alla partners ansåg vara de största. Resurser till vägunderhåll har minskat i alla länder som deltar i ROADEX projekt under flera år och som ett resultat har grundläggande underhållsåtgärder på dräneringen, som dikes- och trumrensning såväl som andra åtgärder relaterade till dräneringsystem rent generellt, blivit försummade då de betraktats som lågprioriterade. Istället för dräneringsunderhåll har de prioriterade arbetsuppgifterna varit de som är viktiga för trafikanten i ett kort tidsperspektiv, d v s beläggning och snöröjning.

Rapporten koncentreras på att presentera de problem som bristfällig dränering skapar för lågtrafikerade vägar i NP-området i Europa. Den diskuterar också undersökningsmetoder som kan användas för att utvärdera dräneringstillstånd och föreslår möjliga förbättringstekniker för olika dräneringsproblem. Dessutom studeras effekterna av dränering på belägningars livslängd och livscykelkostnaderna för överbyggnader som en del av denna rapport. Rapporten baseras främst på forskningsarbete utfört under ROADEX II, underprojektet "Drainage on Low Traffic Volume Roads" skriven av Berntsen & Saarenketo (2005). Originalrapporten innehåller en omfattande litteraturundersökning avseende fukthalten i vägkroppen tillsammans med relationen mellan fukthalt och egenskaperna hos obundna grusmaterial och undergrundsjordarter.

Kapitel 2. Övervakning av dräneringstillstånd

2.1 ÖVERVAKNINGSPROCESS

Ett ekonomiskt dräneringsunderhåll kräver ett skötselsystem med ett systematiskt arbetssätt vid övervakning och analys av dränering. Detta system kräver en mindre investering i ett tidigt skede för att etablera de nödvändiga databaserna men denna återbetalas snabbt genom ett mer effektivt underhåll därefter. Övervakning under de första åren bör ske med ganska korta tidsintervall för att kunna lokalisera de vägsektioner där dräneringens funktion snabbt försämras.

När grunddata väl har samlats in och lagrats i lämpliga databaser, rekommenderas det att en omfattande utvärdering av dräneringens tillstånd utförs i slutskedet av varje driftkontrakts tidsperiod eller med max 6 – 8 års intervall. Under utvärderingen skall de problematiska dräneringssektionerna identifieras och behovet av förbättringar fastställas. När detta är gjort kan de särskilda orsakerna till dräneringsproblemen utvärderas och lösningar bestämmas för dessa. Den här övervaknings- och förbättringstrategin kan preciseras i tre faser:

1. kartläggning av vägsektioner som lider av bristande dränering
2. framtagande av en grundläggande diagnos för de platser som har dräneringsproblem
3. utformning av lösningar för platser med dräneringsproblem.

Arbetet med dessa steg kräver information om tillståndet hos dräneringsystemet, dess konstruktion, geologiska förhållanden m m. För detta kan arbetsmetoder som visuell inspektion av diken och trummor, intervjuer med trafikanter och/eller driftpersonal, analyser av spår- och ojämnhetsutveckling och georadar (GPR) användas. I framtiden kommer också nya undersökningstekniker, som laserscannern och värmekameror, att kunna användas för att övervaka dräneringstillståndet.

Tajmingen för dessa faser är väldigt viktig för att kunna få fram användbara data. Den första fasen bör genomföras tidigt på våren eller sent på hösten då dikena är fria från frodig vegetation. Våren är den bästa tiden att utföra den andra fasen då det finns stora mängder smältvatten som rinner omkring, men den går också bra att genomföra under sommaren om det behövs.

2.2 IDENTIFIERING AV PROBLEMSEKTIONER

Den visuella inspektionstekniken är förmodligen den mest användbara metoden för att identifiera vägsektioner som lider av undermålig dränering. Det rekommenderas

att denna visuella inspektion genomförs genom att använda data loggare kompletterad med digital video eller serier av stillbilder från båda sidorna av vägen. Detta medför att alla data kan kalibreras till likvärdiga standarder över åren och möjliggör användning av data i framtiden, t ex för specialdesign av ett dräneringssystem.

Vid insamlingen av digital video, bör videokameran vara riktad mot diket som visas i Figur 2.1. Ett två-kamerasystem kan också användas och då bör den ena videokameran riktas rakt fram på vägen medan den andra videokameran spelar in diket och vägrenen. GPS-data bör samlas in samtidigt som den digitala videon för att säkra att problemenplatsernas positioner noteras korrekt. Observationer av undersökningsmanskaper beträffande dräneringens tillstånd kan på samma sätt spelas in på videomedia eller direkt på PCn. Dessa observationer kan t ex beskriva och klassificera diket funktion, det topografiska och geologiska tillståndet hos vägen och, som ett tillägg till det övergripande dräneringstillståndet, lokala skador såsom trasiga trummor, kollapsade diken m m.



Figur 2.1. Exempel på riktningen av den digitala videon.

Efter att dräneringens tillståndsdata har samlats in bör vägen delas in i homogena delsträckor baserat på tillstånden för dräneringssystemen. Detta kan göras genom att använda klasser såsom "normal dräneringsunderhållsklass" och "speciell dräneringsunderhållsklass". Delsträckorna kategoriserade i den förstnämnda klassen skulle normalt ha dräneringsproblem vilka kunde förbättras genom rutinmässiga periodiska dräneringsåtgärder. Den "speciella dräneringsunderhållsklassen" skulle innefatta de sektioner där de strukturella och funktionella tillstånden hos vägen i hög grad påverkades av dräneringens tillstånd. Dessa sektioner skulle behöva speciell övervakning och speciellt underhåll under kontraktstiden med möjlighet till speciella dräneringsförbättrande åtgärder om så erfordras. Klassificeringen kan göras t ex genom att använda 3 dräneringskategorier enligt ATB VÄG (klass 1 = bra dränerad, klass 2 = otillräckligt dränerad, klass 3 = dåligt dränerad) som "normala dräneringsunderhållsklasser"

och som tillägg en "speciell dräneringsklass" som en fjärde kategori för dräneringstillstånd.

För noggranna analyser på kontoret, rekommenderas att video- eller stillfotodata analyseras tillsammans med historiska data för spår och ojämnheter, om sådana finns tillgängliga. Information från personalen vid det lokala driftområdet kan också användas för att identifiera och klassificera delsträckor med problem. T ex med information om spårdata kan spårdjupsutvecklingen per år räknas ut för att undersöka om dålig dränering inverkar på accelererande spårtillväxt.

Baserat på resultaten från dräneringsanalysen kan problemsektioner, och sektioner med stor potential att bli problem i en nära framtid, identifieras för vidare analys. När detta har blivit gjort kan de identifierade problemsektionerna genomgå en mycket mer ingående diagnostisering för att finna anledningarna till deras problem.

En nackdel med den visuella inspektionen är att den är baserad på visuell utvärdering och därmed subjektiv. Om detta görs av tränad personal kommer kvaliteten på utvärderingen av dräneringsklass att förbättras. Begreppen dräneringsanalys och "speciell dräneringsklass" kommer att utvecklas vidare i ROADX III underprojekt "Riktlinjer för dränering".

2.3 GRUNDLÄGGANDE DIAGNOSTISERING AV PLATSER MED DRÄNERINGSPROBLEM

Om det bestäms att en reparation skall utföras på ett problematiskt vägvsnitt bör orsaken till de underliggande problemen identifieras. Grunddiagnosen bör inkludera en värdering om dräneringsproblemet är relaterat till dåligt fungerande dränering i överbyggnaden, till vägens läge och dess omgivning, om det finns instängt vatten i vägkonstruktionen eller om det finns stabilitetsproblem i vägens ytterlänt (se Figur 3.1).

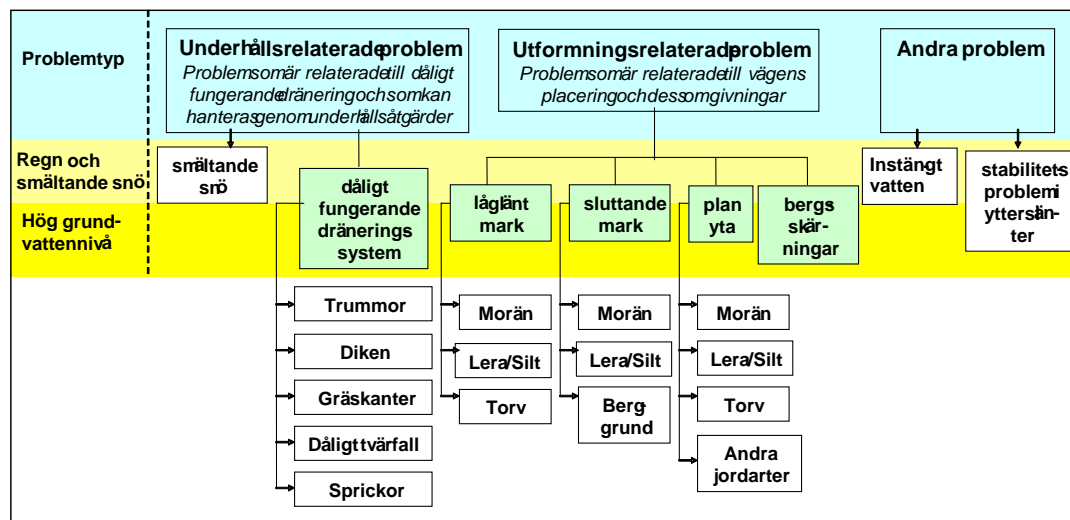
Denna grundläggande diagnos kräver ofta en mer noggrann visuell inspektion, vilket betyder att tillstånd hos trummor och andra befintliga dräneringssystem, som t ex utloppsdiken, granskas till fots. Data från Georadarundersökning, om sådana finns tillgängliga, kan också hjälpa till att finna orsaken till existerande skador. Det kan t ex vara ett stenblock som blockerar vattnet i vägkonstruktionen och förhindrar dräneringssystemet att fungera ordentligt.

Det är viktigt att personalen som utför detta arbete har en adekvat kunskap för att kunna känna igen orsakerna till problemen och att kunna ge förslag på nödvändiga reparationsåtgärder. Det noggranna platsbesöket kan också identifiera eventuella ytterligare undersökningar som behövs för att kunna ställa en diagnos.

Kapitel 3. Klassificering av platser med dräneringsproblem och deras lösningar.

3.1 ALLMÄNT

Även om markförhållandena, landskapet och klimatet varierar mycket inom NP-området är de dräneringsproblem som uppstår likartade. Ett litet undantag utgör Skottland där det finns vissa speciella problem relaterade till användningen av gräskanter. Problemen kan delas in i tre stycken huvudkategorier som visas i Figur 3.1.



Figur 3.1. Kategorier av dräneringsproblem.

Dräneringsproblemen som presenteras i Figur 3.1 beskrivs i följande text genom:

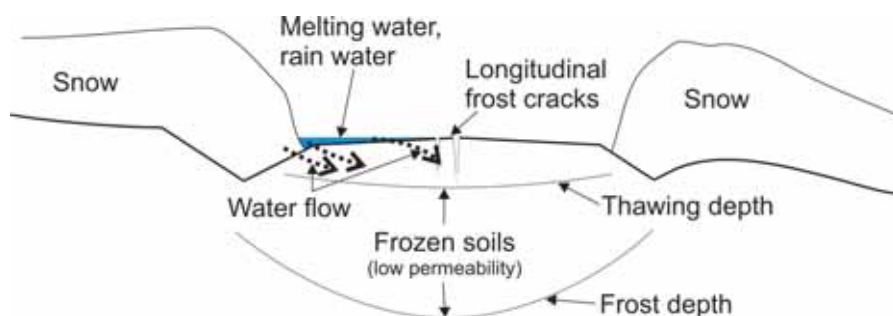
- problembeskrivning
- hur problem identifieras
- vad är orsaken till problemen
- bedömning av hur dräneringen kan förbättras

En sammanfattande tabell över dräneringsproblemen, inkluderande riktlinjer för hur problemen kan identifieras och förslag till lämpliga förbättringstekniker, ges i Appendix 1. Därutöver finns mer detaljerade beskrivningar av de just nämnda dräneringsproblemen presenterade i ROADX II projektets fas II rapport "Dränering på Lågtrafikerade Vägar" skriven av Berntsen & Saarenketo (2005).

3.2 UNDERHÅLLSRELATERADE PROBLEM

3.2.1 Problem på grund av snösmältning

Under töperioder kan det vara stora mängder vatten från smältande snö och regn på vägytan och i diken. Huvudproblemet är att de flesta frusna jordarter är nästan impermeabla jämfört med ofrusna jordarter. Dessutom kan smältvattnet och regnvattnet inte rinna av för att diken är fyllda med snö och is och fungerar därför inte. Under dessa omständigheter har överskottsvatten från islinser endast en väg att gå, nämligen uppåt genom vägkroppen. Detta överskottsvatten tillsammans med ytvattenet orsakar extremt höga porvattentryck i vägkroppen. Detta reducerar bärigheten under dessa perioder. Typiska dräneringsproblem under tjällossningen beskrivs i Figur 3.2.



Figur 3.2. Dräneringsproblem under tjällossningen.

Förbättringstekniker - förslag:

- Borttagning av snö från diken under smältperioderna för att få bort ytvattnet (Figur 3.3)
- Användning av djupdräneringar
- Utförande av frostisolering (dyrt)
- Höjning av vägens profillinje (vid nybyggnad) och/eller göra bredare och djupare diken
- Använd material i vägkonstruktioner som inte är känsliga för vatten och frost
- Vid design av vägkonstruktioner måste bärigheten hos jordarterna i undergrunden under den kritiska vårsmältningsperioden beaktas



Figur 3.3. Borttagning av is och snö i diken.

3.2.2 Dåligt fungerande dräneringskonstruktioner

Trummor

Trummor kan delas in i tvärgående trummor och trummor som går längs vägen. Tvärgående trummor är de trummor som avvattnar genom vägen och de trummor som går längs vägen styr vattnet in i diken under vägkorsningar och infarter till närmaste utlopp.

I korsande trummor kommer jordmaterial att deponeras i trumman under vägen, om strömmens hastighet i trumman är lägre än den är uppströms. En viktig underhållsåtgärd är därför att rensa trumman när mängden deponerat jordmaterial har nått en förutbestämd nivå. Om detta arbete försummas kommer den tvärgående trumman inte ha tillräcklig kapacitet att avvattna och vatten kommer att flyta över vägytan och/eller inuti vägkonstruktionen. Detta kan också bli ett trafiksäkerhetsproblem eftersom en tilltäppt trumma också kan orsaka erosion med den möjliga konsekvensen att vägen sköljs bort. Detta kan också hända ifall inloppet på trumman är tilltäppt av grenar, gyttja, grus, skräp eller andra typer av objekt och konsekvenserna kan bli desamma som beskrivits ovan.

Tvärgående trummor är också utsatta för tjäle och isproblem. Om is täpper till trumman kommer vattnet att dämmas upp och flyta över vägen. Detta är i huvudsak ett problem under tidig vår och på vintern under milda väderperioder med kraftig nederbörd. Erosion kan vara ett problem men på grund av att vägkonstruktionen normalt är frusen vid denna tid på året är problemet inte lika stort som senare på året när marken och vägkroppen har töat.

Förbättringstekniker – några förslag för tvärgående trummor.

- inspektera och rensa båda inlopp och trumma vid behov
- rekonstruera inloppet/trumman
- ånga trumman för att ta bort isblockering.
- använd solpaneler och värmekabel mot isbildning

Trummor som installerats längs vägen har normalt en mindre diameter än tvärgående trummor under vägen. Trummor under privata infarter är normalt placerade på dikets botten, vilken ofta ligger grunt jämfört med trummor tvärs vägen. Många gånger, beroende på lägre flödes hastighet, ansamlas finare material i trumman och detta reducerar den effektiva dräneringsarean. Ett annat problem är att den grunda placeringen, låg flödes hastighet och begränsat dräneringsarea gör trumman mottaglig för frost och isbildning. Is kan täppa till trummor och problemet kan bli svårartat under tjällossningen när snön smälter och behovet av en effektiv lösning är angeläget.

Speciella fall av dränering uppstår vid infarter till affärer, bensinmackar och andra butiker där trummorna längs vägen ofta är väldigt långa. I dessa sektioner är trummor mer utsatta för frost och is och mycket svårare att rensa från avlagringar och skräp.

Förbättringstekniker – förslag för trummor längs vägen:

- rensa trummorna regelbundet
- ånga trummorna på våren för att få bort isbildningar
- använd solpaneler och värmekabel mot isbildning
- vid svåra problem kan det finnas behov av att byta ut dräneringssystemet mot djupdränering och en utlopps bassäng med ett sandfång

Vid ojämna tjällyft, sättningar eller felaktiga konstruktioner, kan trummor spricka och brytas sönder. Konsekvensen av detta är att vatten flyter okontrollerat och kan orsaka erosion omkring trumman och/eller höja grundvattennivån. I sådana fall kan vägkroppen sköljas bort efter kraftig nederbörd och resultera i att vägen måste stängas.

Förbättringstekniker – förslag.

- byt ut den trasiga trumman och skapa en tjälfri grund
- fodra om trumman genom att installera PEH/plaströr på insidan av den gamla trumman och injektera betong mellan två av de två rören.

Diken

Dikens kapacitet kan reduceras av ansamlingar av slam och vegetation som fyller upp botten av dikena under årens lopp och detta kommer att reducera dräneringskapaciteten. Konsekvensen av detta är att grundvattennivån stiger i vägkroppen och bärigheten reduceras. I områden där undergrunds jordarten är finkornig är behovet av dikesrensning större eftersom den finkorniga jordarten lätt kan bli eroderad. Stabiliteten i dikesslänter kan också vara ett svårhanterligt problem, speciellt i områden med silt som framgår av Figur 3.4. Kollapsande diken bör alltid öppnas upp eller förstärkas på plats.

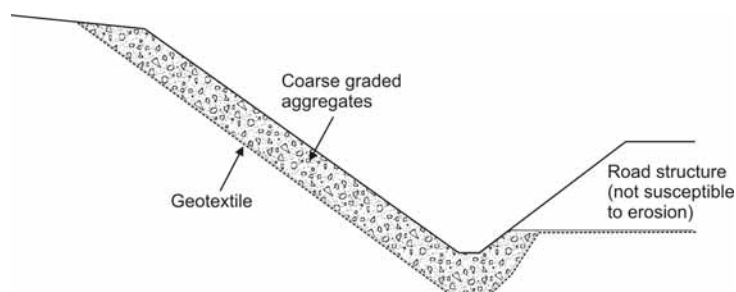


Figur 3.4. Kollapsad vägren i ett siltigt område. Kortet togs i början av våren efter en dikesrensning.

Att rensa utloppsdiken är väldigt viktigt för ett väl fungerande dräneringssystem och vid inspektion av diken bör dessa inte ignoreras som en del av dräneringssystemet. Det är liten nytta med att rensa diken längs vägen om de effektiva utloppen för dräneringsvatten saknas. Vid reparation av diken bör därför utloppsdiken få samma behandling. I grund och botten kan samma förbättringstekniker (listade nedan) användas för både utloppsdiken och för diken längs vägen.

Förbättringstekniker för diken – förslag.

- rensa diken tillräckligt ofta
- erosionsskydd, byt ut materialet i dikets bakslänt mot grova material och geotextil (Figur 3.5)
- ”rördikning” (täckdikning)
- dikesslänt fylld med grovt stenmaterial omslutet av geotextil



Figur 3.5. Skydd av dikets bakslänt.

Gräskanter

Höga gräskanter är ett stort problem i Skottland på det gamla, smala vägnätet i glesbygden men liknande typer av problem kan uppstå i andra NP-områden, också när gräsväxten på vägrenarna växer till en nivå högre än den närliggande asfaltytan. Där detta händer måste ytvattnet dränera ner genom överbyggnaden istället för att som normalt flyta till diken. Detta resulterar i reducerad bärighet och deformationer.

Förbättringstekniker – förslag.

- ta bort gräskanter och tuvor, se till att diken dränerar ytvattnet och överbyggnaden.
- djupdränering (täckdike)
- kantdränering

Dåligt tvärfall

Ett bra tvärfall är en av huvudfaktorerna till hur snabbt vattnet rinner av från vägytan. Avrinning från vägen beror både på tvärfallet och på vägens lutning. För att tvärfallet skall anses vara effektivt på belagda vägar i Norge måste det minst vara 1 %. I Finland är det rekommenderade tvärfallet för grusvägar 4 %.

Spår och ojämna vägytor kan hindra ytvatten från att snabbt rinna av och vatten stående på vägytan kan infiltrera vägkroppen. Den infiltrerade mängden beror på antalet sprickor, potthål och belägningens permeabilitet.

Vatten på vägytan kan också vara ett problem för trafiksäkerheten. En våt yta reducerar friktionen vilket leder till längre bromssträckor. Ytvatten kan också frysa under kalla nätter och vägarna blir väldigt hala. Plötsliga förändringar av friktionen kan också vara väldigt överraskande för en chaufför. Av denna anledning är det viktigt att alla vägar har tillräckligt tvärfall och detta kan åstadkommas genom rehabilitering eller omasfaltering av vägen.

Sprickor och gropar

De flesta lågtrafikerade vägarna i Sverige och Norge har ett mycket tunt slitlager av asfalt på ett bärlager av krossat grus. Denna typ av bärlager kan ha hög finkornhalt och låg styvhet jämfört med andra typer av bärlagermaterial och detta kan orsaka stora horisontella spänningar i asfaltslitlagret. Om bitumenet i slitlagret är litet för hårt kommer detta att resultera i krackeleringar och långsgående sprickor. Ytterliggare sprickbildning orsakad av tjälskjutning, svaga vägkanter och tunga hjullaster är också vanliga.

Vägytan är ofta ojämn på dessa vägar och förekommande ytvatten kan koncentreras i hjulspår och andra fördjupningar. Om vägytan dessutom har sprickor på dessa platser, kommer ytvattnet att tränga ner till gruslagret och reducera bärigheten hos materialet. Detta kommer att påskynda nedbrytningen av vägen.

För att hantera detta problem, bör flexibla bitumenbundna material användas i ytlagret och för dessa rekommenderas ett mjukt bitumen. Det är också viktigt att försegla ytan så att vattnet rinner av i diken och inte igenom vägkonstruktionen som tidigare nämnts.

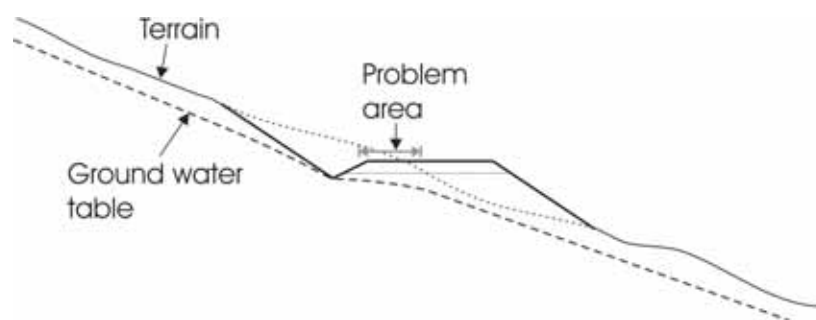
3.3 UTFORMNINGSRELATERADE PROBLEM

3.3.1 Allmänt

Ett dräneringssystem kan fortfarande vara otillräckligt även om det har konstruerats efter riktlinjerna. Riktlinjer kan inte täcka alla eventualiteter och om det är uppenbart att problemen orsakas av fukt i vägkonstruktionen finns det fortfarande ett behov att förbättra dräneringssystemet.

3.3.2 Sluttande mark

I större delen av NP-området är vägarna byggda på sluttande mark där den ena halvan av vägen är belägen i en skärning och den andra halvan av vägen är belägen på en bank som framgår av Figur 3.6. Dräneringsproblem relaterade till sluttande mark finns normalt i områden med morän och sand/silt-material. Där undergrundensjordarten är av lera eller torv är terrängen vanligtvis platt.



Figur 3.6. Dräneringsproblem på en sidlutande väg.

På vägar med sluttande mark är grundvattennivån normalt närmare vägytan (och hjullasterna) på skärningssidan. Fuktinnehållet är en funktion av avståndet till grundvattennivån och därför är spårdeformationen i bergssidans hjulspår större på sluttande mark. Konsekvensen av detta är att vägens skärningssida visar behov av rehabilitering många år tidigare än den väl-dränerade banksidan. Livstidsförhållandet (dränerat körfält/odränerat körfält) kan vara större än 2.

På sluttande mark flyter grundvatten naturligt under vägen. Om det finns berg eller täta material nära vägen, kan dessa blockera eller koncentrera grundvattnet på platser där det finns stor potential för utveckling av tjällyftning, uppmjukning vid tjällossning och reducerad bärighet.

Förbättringstekniker – förslag.

- öka tjockleken på vägkonstruktion (materialutskiftning) på vägens skärningssida eller öka vägens profilhöjd.
- använd en djupdränering för att sänka grundvattennivån på skärningssidan
- kantdränering
- ta bort berg/täta material som blockerar grundvattnets flöde.
- tjälisolering (dyrt)
- använd extra trummor där vattnet blivit blockerat

3.3.3 Dräneringsproblem på “låglänt mark”

I områden med låglänt mark, där det inte finns naturliga dräneringssystem för ytvatten, måste överskottsvatten infiltrera genom undergrundsjoorden. När marken är frusen eller efter en period med kraftig nederbörd eller snösmältning kan inte vattnet rinna av tillräckligt snabbt utan samlas upp i lågt liggande områden tills det stiger så mycket att vägen översvämmas. Detta orsakar problem för vägen som visas i Figur 3.7. Den höjda grundvattennivån kan också mjuka upp vägkonstruktionen och vägytan, speciellt på grusvägar, i sådan omfattning att vägen blir ofarbar.



Figur 3.7. Dräneringsproblem på lågt liggande mark, Rd 19778, Kemijärvi, Finland.

Förbättringstekniker – förslag.

Undergrund av morän

- det är möjligt att göra infiltrationsbrunnar eller infiltrationsdiken
- höj vägens profillinje (underlättar också vinterdriften)

Undergrund av lera, silt eller torv

- höj vägens profillinje (underlättar också vinterdriften), men se upp med eventuella stabilitetsproblem
- infiltration fungerar inte

3.3.4 Dräneringsproblem på flacka områden

Dräneringsproblem hos vägar som går över flacka områden liknar vanligtvis problemen hos vägar belägna på låglänt mark, med de extra svårigheterna att det är långt till naturliga dräneringssystem för att få bort vattnet. Detta problem är mest uppenbart under tjällossningen när marken fortfarande är frusen och det är stora mängder av vatten från smält snö och regn. Detta händer också under perioder med kraftiga regnväder då undergrundsjorden kan ha problem med att dränera ytvattnet. Problemets grad beror på mängden vatten och permeabiliteten hos undergrundsjorden. I båda dessa fall blir effekten densamma. Grundvattennivån kommer att stiga och konsekvenserna av detta beskrivs i föregående stycke.

Förbättringstekniker – förslag.

Undergrund av morän

- höj vägens profillinje
- ersätt vägmaterialet med icke tjälfarliga- och vattenkänsliga material
- gör infiltrationsbrunnar eller diken
- gör långa diken (långa utloppsdiken) eller djupdräneringar

Undergrund av lera, silt eller torv

- höj vägens profillinje – (se upp med eventuella sättningar)
- långa diken (långa utloppsdiken)(yt- eller täckdiken)
- infiltrationsbrunnar fungerar inte

3.3.5 Dräneringsproblem relaterade till närvaro av berggrund

Om det finns berggrund i närheten av profillinjen skapar detta alltid ett speciellt problem för vägdräneringen, i synnerhet när vägen är lokaliserad på sluttande mark. Berget kan blockera grundvattenflöden och detta kan vara en anledning till varför vägkonstruktioner inte dräneras vilket orsakar reducerad bärighet. Under den kalla årstiden kan vägkonstruktioner tjäla ner till bergsgrundens yta och blockera grundvattenflödet. Detta medför att islinser bildas på berggrundens överyta och

leder till ojämnheter i form av gupp i vägytan. Det är också möjligt att sänkor i berggrundens yta kan samla vatten och om det är tjälfarliga material i vägkonstruktionen kommer segregerad is att bildas.

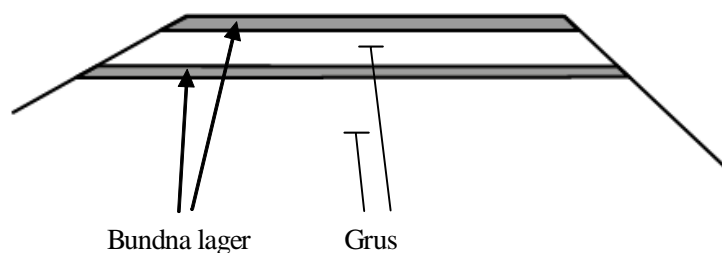
Förbättringstekniker – förslag.

- spräng berggrunden till ett djup av 1-2 m under grundläggningen. Detta kommer att skapa sprickor i berggrunden och vattnet kommer att kunna dränera från vägkonstruktionen.
- anordna diken/djupdräneringar som förhindrar att vatten kommer in i vägkroppen
- använd frostisolering (bör beaktas speciellt på sluttande mark där sprängning av berggrunden inte är möjlig eller för dyr.)
- ta bort eller avvattna bassänger eller skålar i berggrunden som samlar vatten.

3.4 ANDRA PROBLEM

3.4.1 Instängt vatten

Ett vanligt arbetsutförande vid förstärkning av vägar under sjuttio- och åttiotalet var att packa obundna bärlagermaterial direkt ovanpå den gamla beläggningen. Detta fick formen av en sandwichkonstruktion (se Figur 3.8). Vatten som penetrerar asfaltytan, från obelagda vägrenar och från diken (under snösmältande perioder) i dessa konstruktioner kommer att bli fångat mellan dessa båda bundna lager. Om fukthalten i det obundna materialet är nära mättnadsnivån kommer ett dynamiskt axeltryck att skapa ett högt hydrauliskt tryck inuti materialet och detta kommer att knäcka beläggningen som ligger ovanpå.



Figur 3.8. Vattenmättade lager på grund av bundna lager i konstruktionen.

Förbättringstekniker – förslag.

- djupfräs överbyggnaden och krossa de underliggande bundna lagren om de ligger närmare vägytan än 40 cm

- fräs befintlig beläggning och öka tjockleken på det obundna lagret till minst 35 cm (plus 5 cm beläggning)

3.4.2 Stabilitetsproblem i dikets bakslänt

Ett annat allvarligt dräneringsproblem, särskilt vid skärningar, är att material från våta sluttningar kan flyta in i diken och blockera vattenflödet och orsaka att grundvattennivån stiger. Detta problem är värst där jordarten är finkornig sand och silt, och där det är höga grundvattenflöden.

Förbättringstekniker – förslag.

- gör ytdränering
- gör ett överdike ovanför det övre krönet av dikets bakslänt för att ta hand om ytvatten och sänka grundvattennivån
- plantera vegetation
- täck ytan på slänten med grovkornigt grus eller makadam (Figur 3.9). Använd geotextil mellan undergrundsjordarter och det grova materialet.



Figur 3.9. Ett exempel på hur en skärningsslänt kan göras mer stabil.

Kapitel 4. Effekt av dålig dränering på överbyggnadens prestanda

4.1 ALLMÄNT

Många modeller har utvecklats för att utvärdera vägkonstruktioners prestanda under trafikbelastning. Några av dem beräknar, eller tar i alla fall hänsyn till, effekten av dränering. Problemet för dessa modeller är de komplexa mekanismer som styr vattenhaltens påverkan av överbyggnadens prestanda. Dessa mekanismer behöver förenklas vid förutsägelser om vägsektioners nedbrytning som en funktion av dräneringens kvalitet.

Nästan alla forskare nämner i sina studier att dränering är den viktigaste parametern när man behandlar funktion över lång tid för en väggropp. Emellertid har väldigt få studier undersökt i vilken utsträckning en god dränering verkligen påverkar vägkonstruktioners livslängd. Några av de mer kända designprocedurerna används i följande avsnitt för att utvärdera livslängden för en vägkonstruktion med varierande vatteninnehåll. Utöver dessa procedurer presenteras också fältobservationer för att påvisa effekten av dålig dränering för en överbyggnads livslängd.

4.2 TEORETISKA BERÄKNINGAR

Följande riktlinjer, som innehåller modeller som beaktar effekten av dräneringskvalitet, presenterades i den första ROADDEX II rapporten.

- Svensk design guide
- AASHTO design guide
- HDM-4
- FHWA, LTPP program i SHRP

Ytterligare modeller, presenterade i litteraturreferenserna, användes också för att kalkylera effekten av dränering på deformation av undergrunden.

Den svenska designguiden klassificerar resilientmoduler för material med dålig kvalitet (utanför specifikationen) i 3 kategorier baserade på resultaten från dräneringsanalyser. Dessa material återfinns ofta på lågtrafikerade vägar. Från dessa värden är det möjligt att beräkna effekten vid förbättring av dräneringsklass på ett vägavsnitt jämfört med en bättre klass genom att beräkna spänningar och töjningar i lämpliga nedbrytningsmodeller.

I den första rapporten (Berntsen och Saaraenketo 2005) presenterades två exempel för att demonstrera effekten av olika dräneringsklasser. Beräkningarna

gjordes med Svenska Vägverkets program PMS Objekt, vilket använder en linjärelastisk modell. Som ett resultat räknades antalet standardaxlar tills maximal permanent deformation och utmattningssprickor uppträdde. Resultaten visade att livslängden för en vägkonstruktion ökade med en faktor på 2,2 – 2,6 när dräneringssystemen förbättrades från dåliga till bra tillstånd (från dräneringsklass 3 till 1). Som jordart i undergrunden vid beräkningarna användes morän, men om silt hade använts i stället skulle faktorn ha blivit ännu större.

AASHTO design guide använder 5 olika klasser för dräneringskvalitet och sträcker sig från "mycket dålig" till "utmärkt". Förbättring av dräneringskvaliteten från "mycket dålig" till "ganska bra" enligt dessa riktlinjer visar en mycket större ökning i livslängd än med den svenska modellen. Livslängden blir 5 gånger så lång med exemplen som presenterades i den första rapporten.

Nedbrytningsmodellerna som utvecklades i SHRP-programmet baseras på multipla regressioner av tillståndsutveckling för ett stort antal potentiella parametrar och har genom regressionsanalys kvantifierat betydelsen av fukthåll. SHRP-modellerna är inte lätta använda men det är helt klart att modellerna ger ökad nedbrytning när fukthalten ökar och att skillnaderna blir större vid närvaro av tjäle.

Ökning av en beläggnings livslängd kan också åstadkommas genom att öka förstärkningslagrets tjocklek. En ökning av förstärkningslagret med 8 cm har samma effekt som att sänka grundvattenytan med 40 cm (från nivån 20 cm över terrassen till 20 cm under terrassen). Detta sätt kan naturligtvis inte användas på äldre vägar, men det är viktigt att vara medveten om detta när man designar vägkonstruktioner och dräneringssystem. Det finns platser där det är svårt att konstruera en tillräcklig dränering och den bästa lösningen kan då vara att öka tjockleken på vägkonstruktionen, d v s att höja profillinjen i förhållande till grundvattenytan.

4.3 FÄLT OBSERVATIONER

Effekten av dålig dränering på en beläggnings prestanda kan i praktiken observeras genom studier av en vägsektion byggd på sluttande mark. Som beskrivs i Kapitel 3.3.2 är grundvattenytan normalt närmare vägytan (och därmed även hjullasten) på skärningssidan. På banksläntssidan av vägen är avståndet till grundvattenytan större och fukthalten i vägkonstruktionen är mindre. Därmed kan skärningssidan användas för att visa situationer med dåliga dräneringssystem och banksidan demonstrerar situationen med ett dräneringssystem i god kondition. Ungefär samma förhållanden har hittats i överbyggnader belägna i skärningssläntar; fukthalten i dessa fall är något högre än i liknande överbyggnader belägna på bank.

Följande text visar två exempel på observationer gjorda på vägavsnitt belägna på platser med sluttande mark. När exemplen studeras bör emellertid hållas i minnet

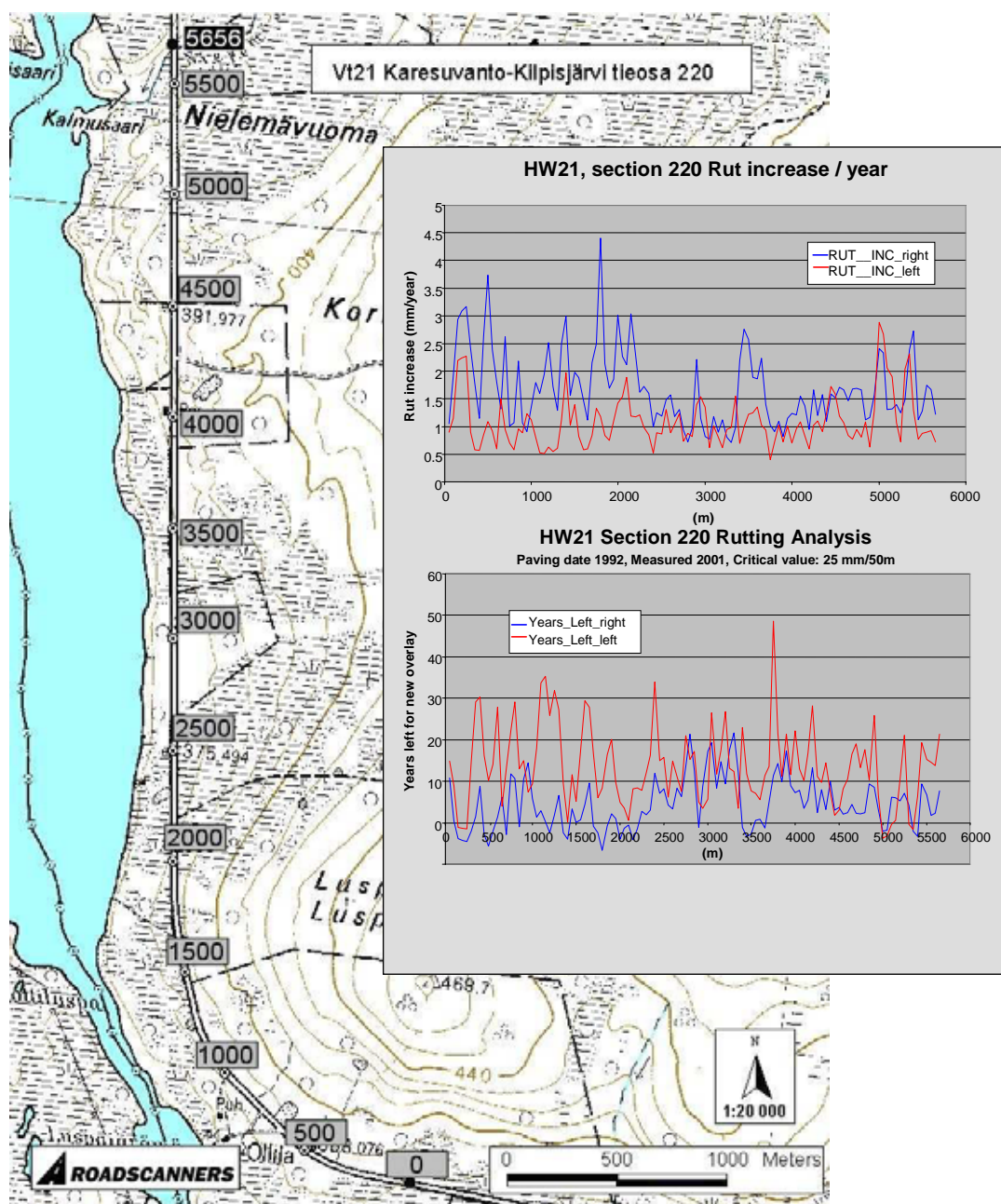
att det inte bara är dräneringsförhållandena som skapar skillnader i spårbildning mellan dränerade och odränerade körfält. Materialen och packning av materialen kan skilja sig och det är också möjligt att undergrundsjordarten kan variera över en tvärsektion. Sist men inte minst kan trafikbelastningen också ha olika effekt på spårbildningen i de inre och yttre körfälten i kurvorna vid en skärning. Hjullasterna är mer koncentrerade på det inre körfältet och kommer att ha en större påverkan på deformationerna.

Exempel: HW 21 (E8) Kilpisjärvi, Finland

Figur 4.1 visar ett exempel från HW 21 nära Kilpisjärvi, Finland. På detta avsnitt är vägen placerad på sluttande mark som framgår av den karta som visas i Figur 4.1. Grafer som visar den genomsnittliga spårdjupsutvecklingen i mm/år för båda körfälten och deras återstående livslängd visas också.

Den klara skillnaden i spårutveckling framgår tydligt på delsträckan 0 – 2/500, där markens sluttning är som brantast. Om enbart denna sektion undersöks är den årliga ökningen i spårdjup 2,0 mm/år i det högra körfältet och bara 1,0 mm/år i det vänstra körfältet. Detta indikerar att livslängden i det dränerade körfältet är dubbelt så lång som livslängden i det odränerade körfältet om spårdjupets utveckling antas var linjär.

Spårdjupsmätningen gjordes när beläggningen var 9,5 år gammal och den beräknade återstående livslängden för det högra körfältet var 1,8 år och för det vänstra körfältet 15,0 år. Med andra ord kan man säga att livslängden för det dränerade vänstra körfältet var 24,5 år och 11,3 år för det odränerade högra körfältet. Det ger ett förhållande på 2,17, d v s det dränerade körfältet håller 2,7 gånger längre än det odränerade.



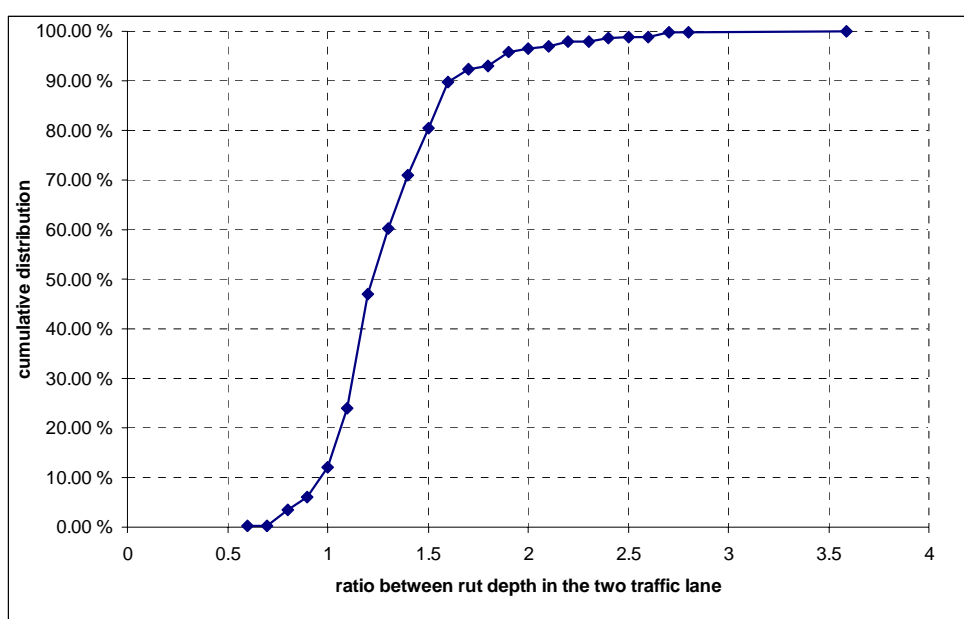
Figur 4.1. Vägsektioner på HW21 – Kilpisjärvi, Finland, som visar den genomsnittliga spårdjupsökningen/år och den återstående livslängden.

Exmpel: Fältobservationer från 184 km väg i Troms län, Norge

I Norge mäts spårdjup varje år i båda körriktningarna på alla belagda nationella vägar och på länsvägar. Vägarna delas in homogena delsträckor där förhållandena är snarlika. Dessa sträckor används i det Norska PM-Systemet. För varje sträcka kalkyleras den statistiska fördelningen av spårbildningen och spårvärdet definieras som den nivå där 90 % av delsträckan har mindre spår. Detta spårvärde används

sedan som en skadeutlösningsfaktor och när denna överskrider 25 mm rekommenderar riktlinjerna att vägytan bör förbättras.

I Roadex II dräneringsanalys beräknades relationen mellan spår djup på bergssidans (odränerade) körfält och på dalsidans (dränerade) körfält. Samma relation räknades också ut för ojämnhetsindexet. Figur 4.2 visar den kumulativa fördelningen för förhållandet mellan spår djupen (odränerat/dränerat körfält) för 184 km av vägen. Som figuren visar hade bara 12 % av det utvärderade nätverket ett större spår djup på den dränerade sidan av vägen (beräknat förhållande mindre än 1). 19,5 % av det utvärderade nätverket hade ett spår djupsförhållande större än 1,5, vilket innebär att spår djupet för det odränerade körfältet var mer än 50 % större än för det dränerade. För resterande (68,5 %) var förhållandet mellan 1,0 och 1,5. Förhållandet mellan IRI-värdena för de två körfälten var inte av samma storlek som för spår djupen men det var tydligt att utvecklingen av IRI var större för det odränerade körfältet.



Figur 4.2. Kumulativ fördelning av förhållandet mellan spår djupen för det odränerade och det dränerade körfältet

Skillnaden i livslängd mellan de två körfälten kan till största delen anses vara orsakad av skillnader i dräneringstillstånd. Grundvattenytan är närmare trafiklasten på skärningssidan av vägen (den odränerade sidan) och den högre fukthalten orsakar djupare spår bildning. Skillnaderna i livslängd kan således anses vara ett mått på effekten av att sänka grundvattenytan.

4.4 EFFEKTEN AV DÅLIG DRÄNERING - SAMMANFATTNING

Tillståndsutvecklingsmodellerna i Kapitel 3 har använts för att demonstrera att livslängden hos en överbyggnad (beräknad som ett antal standardaxlar) ökar avsevärt när dräneringen förbättras. När man jämför resultaten från den svenska designguiden med fältobservationerna, var resultaten överraskande likartade. Alla andra förutsägelsemodeller påvisade en liknande eller till och med större effekt.

Baserade på teoretiska modeller och fältobservationer kan problemområdena kategoriseras i grupper där förhållandena är snarlika och effekten av dräneringsförbättringarna är desamma. Tabell 4.1 presenterar den uppskattade ökningen i livslängd när dräneringssystemen förbättras.

Tabell 4.1. Förändringar i livslängd när dräneringssystemen förbättras.

Tillstånd hos dräneringen	Dräneringsklasser 1)	Faktor – förändring i livslängd genom förbättring av dräneringssystemet
<i>Grupp 1</i> Dräneringssystemet fungerar inte alls (eller dräneringssystemet saknas). Vattenkänsliga jordar i vägkroppen och undergrunden. Mycket hög grundvattennivå. Låglänt mark och block som hindrar grundvattnets flöde.	>3	> 2,5
<i>Grupp 2</i> Dräneringssystemet fungerar inte alls och jorden i vägkroppen och i undergrunden är mindre vattenkänsliga än i grupp 1. Dräneringssystemet fungerar dåligt på grund av bristande underhåll (diken och trummor är inte rensade) och vattenkänsliga jordar finns i vägkroppen och i undergrunden.	3	2-2,5
<i>Grupp 3</i> Dräneringssystemet fungerar dåligt på grund av bristande underhåll (diken och trummor är inte rensade). Jorden i vägkroppen och i undergrunden är mindre vattenkänsliga.	2	1,5-2
<i>Grupp 4</i> Dräneringssystemet fungerar otillfredsställande på grund av bristande underhåll eller att underhållsrutinerna är otillräckliga.	1-2	1-1,5

1) Jämförelse med dräneringsklasserna i den svenska design guiden

Ökningen i livslängd för vägkonstruktionen beror på i vilken utsträckning förbättringar utförs. Faktorerna i Tabell 4.1 visar de ökningarna som är möjliga att uppnå.

Kapitel 5. Dränering och LCC

5.1 ALLMÄNT

Det är viktigt att veta underhållskostnaderna för ett dräneringssystem för att kunna beräkna effekten av ett väl fungerade system genom livscykelkostnaderna (LCC) för en beläggning. De faktiska underhållskostnaderna varierar mellan de olika länderna i NP-området, men också inom varje län.

Normalt är kostnaden för underhåll av ett dräneringssystem mycket lägre än omaskalning och i t ex Norge kostar en omaskalning av en lågtrafikerad väg 8-10 gånger mer än att rensa diken och trummor (dikesrensning kostar 10-12 % av en omaskalningskostnad; en ny beläggning kostar 32-37 €/meter och dikesrensning 3,7-4,5 €/meter). I Finland där LC-analyser också utförs är priserna en aning lägre men förhållandet mellan dikesrensning och ny beläggning är ungefär detsamma.

Ett dike behöver emellertid inte alltid fungera även om det har utförts enligt riktlinjerna för designen. I sådana fall behöver dräneringen förbättras genom att öka djupet i diket eller genom att använda djupdränering. Dessa förbättringar är dyrare och kostnaderna beror på problemens natur. Kostnaden för att installera djupdränering sträcker sig från 30 – 50 % av omaskalningskostnaden beroende på typen av undergrundsjordart.

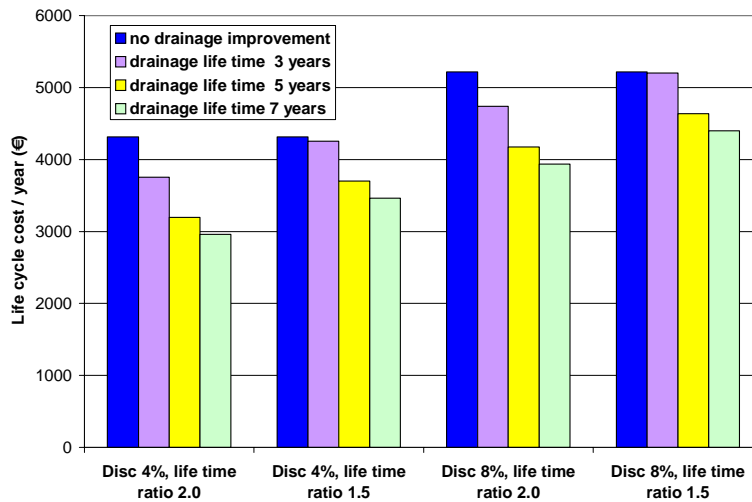
I de följande avsnitten visas en jämförelse mellan kostnaderna för omaskalning av en 5-6 meter bred väg och kostnaderna för dikesrensning. Vanligtvis är det bara korta avsnitt av långa sträckor som bryts ner på grund av otillräcklig dränering, men dessa korta avsnitt är skälet till att hela sträckor omaskaleras. På grund av detta kommer den relativa kostnaden att sänkas ytterligare vilket kommer att göra en förbättring av dränering ännu mer kostnadseffektiv.

5.2 HUR OFTA KAN DRÄNERING VARA EN LÖNSAM FÖRBÄTTRING?

En intressant fråga som ofta ställs är: hur ofta kan åtgärder för dräneringsförbättringar utföras med fortsatt lönsamma livscykelkostnader? Som ett exempel gjordes LCA-beräkningar och då användes en kostnad för dräneringsförbättring på 4 100 €/km och en kostnad för ombeläggning på 35 000 €/km (förhållandet 0,117). Resultaten av denna analys kan ses i Figur 5.1.

Figur 5.1 visar att om förbättring/underhåll av dräneringssystemet skulle fördubbla livslängden (från 10 till 20 år) skulle underhållsåtgärder på dräneringen kunna utföras vartannat år och fortfarande vara lönsamma även om diskonteringsräntan är så hög som 8 % (som används i Norge). Om ökningen av livslängden är bara 50

% (från 10 till 15 år) och diskonteringsräntan bara är 4 % (som används i Finland), så kan dräneringunderhåll fortfarande utföras vart tredje år med förtjänst. Normalt är det inte nödvändigt att göra dräneringsunderhåll oftare än så.



Figur 5.1. Exempel på resultat från analys av livscykelkostnader som visar nytta av dräneringsförbättringar. Resultaten som visas baseras på två olika livslängdsförhållanden nämligen 2,0 (10 till 20 år) och 1,5 (10 till 15 år) och användning av två olika diskonteringsräntor (4 % och 8 %).

Beräkningsexemplet tar inte hänsyn till ökade kostnader för andra underhållskostnader på grund av dåligt fungerande dränering. Faktum är att fördelarna med att hålla dräneringen vid god vigör skall beräknas på längre tid än en beläggnings livscykel eftersom tjälberoende utmattning, orsakad av hög fukthalt, påverkar långtidsprestandan hos vägkonstruktioner.

Beräkningarna visar också att det alltid är värt att fundera på att använda litet dyrare lösningar för dräneringsförbättringar än enbart dikesrensning. Till exempel om beläggnings livslängd kan fördubblas och diskonteringsräntan är 4 %, kan dräneringssystemet kosta 8 400 €/km och kan fortfarande förnyas vart femte år och livscykelkostnaderna skulle fortfarande vara lägre än utan renovering av dräneringen.

Kapitel 6. Rekommendationer

Det har visats genom teoretiska modeller och fältobservationer i denna rapport, att om en otillräcklig dränering är anledningen till låg bärighet och kort livslängd, så är det möjligt att öka livslängden med en faktor på 1,5 – 2 genom att förbättra dräneringen. Följaktligen är kanhända underhåll av dräneringssystem den mest lönsamma åtgärden för vägghållare samtidigt som den utgör en del i ett långsiktigt hållbart och ekonomiskt vägunderhållssystem. Effektivt dräneringsunderhåll bör därför prioriteras före alla andra åtgärder.

Det första steget i en vägförstärkande process bör vara att se till att dräneringssystemet fungerar ordentligt. Detta bör göras 1-2 år före beläggning därför att detta säkerställer att vägkonstruktionerna är väl-dränerade och i bättre tillstånd när rehabiliteringen startar.

En utvärdering av dräneringstillståndet rekommenderas att bli utförd i slutet av varje driftkontrakts period, eller minst vart åttonde år. Under utvärderingen ska de problematiska dräneringssektionerna identifieras och deras behov av reparation fastställas. Sedan behöver orsakerna till problemen utredas och lösningar till problemen måste utformas.

Under dräneringsanalysen rekommenderas att vägen delas in i homogena delsträckor baserat på tillståndet hos dräneringssystemen genom att använda klasser som "normal dräneringsklass" och "speciell dräneringsklass". Dräneringsproblemen kategoriserade i "normal dräneringsklass" kan förbättras genom rutinmässiga åtgärder för dräneringsförbättringar som görs periodvis. De delsträckor som kategoriseras i "Speciell dräneringsklass" kommer att behöva en speciell övervakning under driftkontraktperioden och deras förbättringar kan komma att kräva mer än rutinmässiga åtgärder och tekniker. Det här konceptet av dräneringsanalyser och särskilt "Speciell dräneringsklass" kommer att utvecklas ytterligare i ROADDEX III underprojekt "Dräneringsanvisningar".

Kapitel 7. Referenser

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

Berntsen G. and Saarenketo T. (2005). Drainage on Low Traffic Volume Roads. ROADDEX 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). Doctor thesis. Norwegian University of Science and Technology. Trondheim.

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

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

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

Appendix 1

TABELL FÖR ATT IDENTIFIERA DRÄNERINGSPROBLEM OCH FÖRSLAG TILL LÖSNINGAR

Kategori	Problembeskrivning	Hur man identifierar problemet	Vad orsakar problemet	Lösningar på dräneringsproblem Förslag
Underhållsrelaterade problem	Vattenmätning av väggroppar under tjällossningsperioden och frys-tö-cykler under milda vintrar	<p><i>Bärighetsproblem.</i></p> <p>Belagda vägar: Spårbildning, sprickbildning och deformationer.</p> <p>Grusvägar: Problem med plastiska deformationer under tjällossningsperioden. I svåra fall kan vägen bli nästan oframkomlig.</p>	<p>Tjälfarliga undergrundsjordar eller obundna vägmateriäl där islinser bildas under vinterperioden som resulterar i överskott av porvatten under tjällossningen vilket medför låg bärighet</p> <p>Smält snö och ytvatten penetrerar ner i väggroppen från diken, vägrenar och från sprickor i vägytan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ta bort is och snö från diken så att ytvattnet kommer in i dräneringssystemet. ▪ Djupdränering ▪ Byt ut tjälfarliga material mot grovt stenmaterial ▪ Frostisolering. ▪ Stabilisering av bärlagret. ▪ Förstärkning av väggroppen mot uppmjukning vid tjällossningen. ▪ Använd rätt tvärfall.
	Igensatta diken, d v s diken hålls inte öppna	<p><i>I allmänhet är detta problem relaterat till bärighetsproblemen som orsakas av dålig dikesrensning.</i></p> <p>Gyttja och finkorniga jordar fyller diket och det krävs mycket arbete för att hålla diket öppet.</p> <p>Erosion av dikets ytterslänt.</p>	<p>Alltför branta dikesväggar i förhållande till aktuell jordart.</p> <p>Bristande erosionsskydd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rensa diket oftare. ▪ "Gör ett rördike" (täckdike) ▪ Dikessidorna fylls med grovt stenmaterial inneslutet i geotextil. ▪ Gör erosionsskydd. Använd grovt stenmaterial, vegetation eller olika typer av geotextil på dikesslänten..

(fortsättning)

Kategori	Problembeskrivning	Hur man identifierar problemet	Vad orsakar problemet	Lösningar på dräneringsproblem Förslag
Underhållsrelaterade problem	Defekta trummor.	Visuell inspektion avslöjar det strukturella tillståndet hos trumman. Vägen har brutits ner (sättningar, ojämnheter) i närheten av trumman. Ofta tjälskjutning. Hål i vägytan.	Sättningar, igensatt inlopp, tjäl-rörelser, för liten trumdiameter, felaktig inbyggnad av trumman och/eller inloppet.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Byt ut trumman mot en trumma med större diameter. ▪ Rensa inlopp/utlopp. ▪ Omfodra trumman med ett PEH-rör (se avsnitt. 5.2.2.1, fig. 43)
	Blockerat inlopp på trumman.	Skräp, grenar, tuvor eller gyttja blockerar inloppet. Problem speciellt efter skyfall när en stor mängd ytvatten behöver dräneras ut.	Inloppet kan vara felkonstruerat. Trummans diameter är för liten. Ytan uppströms trumman har eroderat och materialet har lagrats vid inloppet.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rensa inloppet. ▪ Bygg om inloppet. ▪ Ersätt med en trumma med större diameter.
	Is blockerar trumman	Is blockerar trumman och vattnet flyter över vägen vid mildväder under vintern och under snösmältningsperioden på våren. Stillastående vatten på inloppssidan.	Tjälen går ner i trumman antingen från ovasidan eller genom trumändarna. Långsamt vattenflöde genom trumman. Dräneringsytan är reducerad p g a brist på rensning.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rensning av trumman från sand, grus etc kommer att reducera problemen. ▪ Ångning för att smälta isen. ▪ Ombyggnad av trumman (sänkning om möjligt) och utloppet och inloppet. ▪ Solpanel eller vindflöjel som strömförsörjning till värmekabel.
	Gräsväxt på vägrenarna.	Gräsväxt på vägrenen som hindrar ytvattnet från att rinna av vägen. Trafiksäkerhetsproblem (pölbildning) tillsammans med nedbrytning av vägen.	Vegetation som växer på vägrenen och dikets innerslänt ger en gräsvål som växer för varje år.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ta bort vegetationen.
Utformningsrelaterade problem.	Gräskanter	Beläggningen är nedbruten vid körfältskanten och i huvudsak i lågpunkterna blir vatten stående på vägytan vid regn.	Vissa vägar har gräskanter i stället för diken. Ytvattnet hindras från att lämna beläggningen och kommer att krypa ner i vägkroppen.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ta bort gräskanterna och gör diken. ▪ Djupdränering. ▪ Kantdränering. ▪ Ytvattnet måste kunna flyta iväg så snabbt som möjligt.

Kategori	Problembeskrivning	Hur man identifierar problemet	Vad orsakar problemet	Lösningar på dräneringsproblem Förslag
Utformningsrelaterade problem (fortsättning)	Dräneringsproblem på grund av att vägen går över låglänt mark (på botten av en dalgång).	Vägen blir översvämmad när snön smälter och vid kraftiga regnväder. Permanenta deformationer uppstår på dessa vägavsnitt. Problem med ojämna tjällyftningar.	Beroende på topografin är det inte möjligt att leda ut vattnet i vägens närområde. Grundvattenytan ligger för nära överbyggnaden.	<p><i>Morän</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gör infiltrationsbrunnar/-diken. ▪ Hög vägens profillinje genom att lägga på grovt grusmaterial. <p><i>Lera/silt eller torv</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hög vägens profillinje genom att lägga på grovt grusmaterial. ▪ Infiltration fungerar inte!
	Otillräcklig dränering på sluttande mark.	Spårbildning i bergssidans hjulspår i körfältet på skärningssidan relaterat till sluttande mark.	Hög grundvattennivå i körfältet på skärningssidan. Alltför svag vägkonstruktion. Diket på översidan dåligt rensat.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Förbättra dräneringssystemet genom att rensa diken. ▪ Djupdränering för att sänka grundvattenytan ▪ Förstärkning av väggroppen på skärningssidan. ▪ Förstärkning med stålarmring.
	Dräneringsproblem där berggrundens överyta ligger nära vägöverbyggnaden.	Vattnet dränerar inte ut ur vägkonstruktionen och detta leder till reducerad bärighet. Under den kalla årstiden bildas islinser på berggrundens överyta vilka blockerar vattenflödet och detta medför att ojämnheter uppstår på vägytan.	Berggrunden hindrar vattnet att flyta under vägen. Vatten når tjälfarliga material på berggrundens överyta. Tjälfronten går ner till berggrunden och börjar blockera grundvattenflödet.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spräng berget till ett djup av 1-2 m under terrassnivån. ▪ Materialutskiftning ner till bergytans nivå med grovt stenmaterial. ▪ Spräng berget under diket på bergssidans. ▪ Gör en djupdränering i bergssidans slänt för att hindra vatten från att rinna in i väggroppen. ▪ Använd flera trummor. ▪ Frostisolering. ▪ Ta bort berg/block som hindrar vattenflödet.

Kategori	Problembeskrivning	Hur man identifierar problemet	Vad orsakar problemet	Lösningar på dräneringsproblem Förslag
	Dräneringsproblem på flack mark.	Dikena eller t o m hela vägen översvämmas under snösmältningsperioden och vid kraftiga regnväder. Problem med permanenta deformationer speciellt på vägrenarna.	På grund av den plana terrängen är det svårt att dränera ut vattnet i vägens närområde. Hög grundvattenyta orsakar hög fukthalt i vägkonstruktionen.	<p><i>Morän:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Höj vägens profillinje. ▪ Ersätt befintliga vägmateriäl med materiäl som inte är känsliga för vatten eller tjäle. ▪ Stabilisera vattenkänsliga materiäl. ▪ Gör infiltrationsbrunnar eller infiltrationsdiken. ▪ Gör långa dräneringsdiken eller djupdränering. <p><i>Lera/silt eller torv</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Infiltration fungerar inte! ▪ Höj vägens profillinje - (se upp för eventuella sättningar) ▪ Gör långa dräneringsdiken (öppna diken eller täckdiken)
Andra problem	Vattenfyllda lager beroende på att asfaltlager överlagrats med obundna lager i konstruktionen (instängt vatten).	Snabb spårbildning och uppkomst av krackeleringar i den nya beläggningen. Vatten pressas ur den spruckna beläggningen under tjällossningen och efter regnväder.	Gamla och täta asfaltlager har lämnats kvar under obundna lager närmare vägytan än 40 cm. Vatten stängs in mellan beläggningsslagen och det obundna materialet vattenmättas. Dynamiska laster ger höga hydrostatiska tryck som bryter sönder beläggningen.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kontrollera om gammal beläggning finns under de obundna lagren t ex med georadar. ▪ Knäck den underliggande beläggningen om den är närmare vägytan än 40 cm. ▪ Fräs genom alla lager ner till botten av den underliggande gamla beläggningen och blanda samman beläggningssmaterialet med det obundna lagret. Tillsätt bitumen vid fräsningen för att stabilisera materialet.

Kategori	Problembeskrivning	Hur man identifierar problemet	Vad orsakar problemet	Lösningar på dräneringsproblem Förslag
	Erosion och glidytor i skärningsslänter	Material från ytan av ytterslänten eroderar och glider ner i diket som blockeras och grundvattenytan höjs.	Slänten är för brant. Hög grundvattenyta och/eller högt grundvattenflöde. Slänten har utförts med erosionskänsliga material.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ytliga dräneringar. ▪ Utförande av överdike i släntkrönet för att sänka grundvattennivån. ▪ Anlägg växtlighet i slänten. ▪ Täck släntens yta med grovkornigt grus eller makadam. Lagg en geotextil mellan undergrundsjorden och det grova stenmaterialet.
	Dräneringsproblem på grusvägar (dränering av överbyggnaden på en grusväg)	Vägytan förlorar sin styrka och blir plastisk och vägen är nästan oframkomlig vid tjällossningen.	Orsakat av tjälfarliga material i väggroppen. Detta är inget dräneringsproblem, men dränering kan reducera problemen.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rensa dikena tillräckligt ofta. ▪ Anordna djupdränering för att sänka grundvattenytan. ▪ Ersätt delar av överbyggnaden med grovkorniga material. ▪ Öka överbyggnadens tjocklek genom att lägga på nya bärlager och slitlager av grusmaterial. ▪ Se till att vägen har ordentligt tvärfall