



Saara Aho, Timo Saarenketo

UTFORMING OG REPARASJON AV VEGER SOM UTSETTES FOR TELELØSNING

Praktisk sammendrag

Utforming og reparasjon av veger som utsettes for teleløsning

PRAKTISK SAMMENDRAG

Mars 2006

Saara Aho
Roadscanners Oy

Timo Saarenketo
Roadscanners Oy

FORORD

Rapporten er et praktisk sammendrag av ROADEX II - rapporten "Managing Spring Thaw Weakening On Low Volume Roads – Problem Description, Load Restriction Policies, Monitoring And Rehabilitation" av Timo Saarenketo och Saara Aho vid Roadscanners OY, utgitt i 2005.

Den har som mål å være ei håndbok, som fokuserer på rehabiliteringsmetoder og praktiske tiltak som bør utføres på lavtrafikkveger hvor man har problemer knyttet til sesong-variasjoner, i særdeleshet teleløsningsproblemer.

Rapporten er ikke tenkt å erstatte de mange fortreffelige referansekilder og tilgjengelige fagbøker som finnes om emnet, men man håper at de foreliggende sammendrag vil gi leseren en bedre forståelse av problemene og løsningene på dette stadig tilbakevendende, sesongbundne problem.

Rapporten er skrevet av Saara Aho og Timo Saarenketo fra Roadscanners Oy, Finland. Ron Munro, prosjektleder for ROADEX III prosjektet, har kontrollert språket og Mika Pyhähuhta fra Laboratorio Uleåborg har designet rapportens layout.

Forfatterne ønsker å takke styringskomiteen for ROADEX III prosjektet for deres oppmuntring og veiledning under arbeidet.

Copyright © 2006 Roadex III prosjektet

All rights reserved.

ROADEX III's hovedpartner: Svenska Vägverket, Region Norr, Box 809, S-971 25 Luleå.
Prosjektkoordinator: Krister Palo.

INNHold

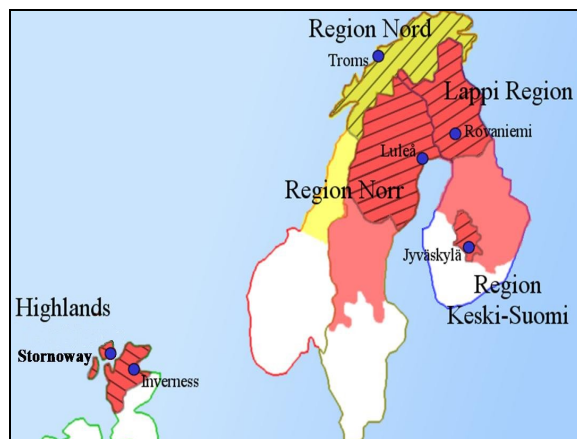
KAPITTEL 1: INNLEDNING.....	5
KAPITTEL 2: TELELØSNING – KORT BESKRIVELSE.....	8
KAPITTEL 3: REHABILITERINGSPROSESSEN.....	12
KAPITTEL 4: UNDERSØKELSE OG ANALYSE AV VEGSTREKNINGER SVEKKET AV TELELØSNING.....	14
KAPITTEL 5: REHABILITERING AV TELESKADER.....	23
KAPITTEL 6: KVALITETSSIKRING OG FUNKSJONSKONTROLL AV REHABILITERTE VEGER	37
KAPITTEL 7: REFERANSER.....	39
VEDLEGG.....	41
I. BASISTILTAK, BS.....	41
II. ARMERING MED STÅLNETT, SRL.....	42
III. HEVING AV VEGENS PROFILLINJE, RA.....	43
IV. MATERIALUTSKIFTING, SRP.....	44

Kapittel 1: INNLEDNING

1 ROADEX-PROSJEKTET

ROADEX-prosjektet er et teknisk samarbeidsprosjekt mellom vegorganisasjonene i det nordligste Europa som har som mål å spre vegrelatert informasjon og forskning mellom partene.

Prosjektet ble startet i 1998 som et 3 års pilotsamarbeid mellom vegdistriktene i Finsk Lappland, Troms fylke i Norge, Norra Regionen i Sverige og Highlands i Skottland. Dette ble senere fulgt opp av neste prosjekt, ROADEX II fra 2002-2005.



Figur 1.1. Europas Nordperiferi og Roadex II partnerne.

Partnerne i ROADEX II-prosjektet omfattet både statlige vegadministrasjoner, skogbruksorganisasjoner, skogbruksforetak og transportorganisasjoner fra regionene i Nordperiferien. Dette var The Highland Council, Forest Enterprise & The Western Isles Council fra Skottland, Region Nord i Statens Vegvesen og Norsk Vegtransportforening, Region Norr i Svenska Vägverket og Lappi og Keski-Suomi regionene i det finske vegvesenet. (De finske regionene fikk også støtte fra sine lokale skogsindustriorganisasjoner i Metsähallitus, Lapin Metsäkeskus, Metsäliitto og Stora-Enso).

Målet med prosjektet var å utvikle interaktive og nyskapende styringsmetoder for vegtilstanden på lavtrafikkveger, samtidig som behovene til den lokale industrien, samfunnet og vegorganisasjonene ble integrert. Åtte formelle rapporter ble publisert sammen med en prosjekt-DVD, og fullstendige kopier av alle rapporter er tilgjengelige for nedlasting på web-stedet til ROADEX www.roadex.org.

Denne publikasjon "Praktisk sammendrag" er ett av åtte sammendrag som har blitt klargjort under ledelse av ROADEX III-prosjektet (2006-2007). ROADEX III er et nytt prosjekt hvor de opprinnelige prosjektdeltakerne fikk følge av ytterligere partnere fra Nordperiferien: Sisimiut kommune på Grønland, Islands statlige vegadministrasjon og Det finske vegvesens Region Savo-Karjala.

1.2 UTFORMING OG REPARASJON AV VEGER MED TELELØSNINGSPROBLEMER

Sesongvariasjoner, fryse/tine-vekslinger og skadene disse forårsaker, er de viktigste faktorer som påvirker vegtilstanden på vegnettverket i det nordlige, kalde klimaet i Europa, Asia og Nord-Amerika. Fryse/tine-prosesser skaper også store problemer i høytliggende områder i land med varmere klima. I et av AASHO's forskningsprogram i USA studerte man forekomsten av skader på fortau under ulike årstider (White og Goree 1990). Resultatene viste at 60 % av skadene oppsto om våren når den relative trafikkmengden var 24 %. Om sommeren var den relative mengden av nye fortausskader bare 2 %, mens relativ trafikkmengde var 30 %.

Teleskader viser seg i veger som ujevne telehiv og langsgående og tverrgående oppsprekking, men framfor alt som oppmykning av veglegemet og permanent deformasjon under smelteperioden. I det verste scenariet kan det bli umulig å kjøre på disse vegene. Vanligvis er teleskader det største problemet på "uferdige" grusveger, men det medfører også store problemer på veger med fast dekke og særlig på svake veger med spesielt overflatebelegg.

Avhengig av hvor omfattende teleproblemene er, fins det flere metoder og teknikker for å mestre teleproblemene i denne perioden. Generelt kan disse metodene inndeles i :

1. Forskjellige vedlikeholdsteknikker for å redusere virkningen av teleløsningen
2. Lastrestriksjoner og ulike verktøy for å minimalisere problemene som skyldes disse restriksjonene
3. Forsterkning av svake vegstrekninger i en slik utstrekning at lastrestriksjoner kan fjernes eller bare benyttes under ekstremforhold
4. Samarbeid med transportorganisasjoner som bruker tunge kjøretøy.

Tradisjonelt har vegadministrasjonene anstrengt seg for å hindre teleskader ved å innføre lastrestriksjoner eller til og med å stenge vegen. Ved å innføre lastrestriksjoner om våren forlenger man vegdekkets levetid, men samtidig medfører lastrestriksjonene store ekstrakostnader for industrier som benytter tunge kjøretøyer. For eksempel er skogsindustriens ekstrakostnader i Finland beregnet til 100 M€ på grunn av teleløsningen. Av dette kommer 65 M€ fra offentlige veger (Pennanen og Mäkelä 2003).

Den beste og mest holdbare løsningen for å takle teleproblemene er derfor å forsterke og rehabilitere de svake vegstrekningene. Dette bør bare gjøres dersom vegregionen har nok ressurser til å ta hensiktsmessige forholdsregler som vil fungere over en lang periode. Større feil har blitt gjort når vegstrekninger har blitt forsterket

med en oppbygging som har vært for svak. Disse problemene blir særlig tydelige dersom vegen etterpå belegges.

Denne rapporten konsentrerer seg om å presentere prosesser og metoder for å forsterke svake vegstrekninger. Dette er basert på det forskningsarbeidet som ble gjort i ROADDEX II – med underprosjektene “Managing Spring Thaw Weakening on Low Volume Roads” (Saarenketo och Aho 2005) og “Permanent Deformation” (Dawson och Kolisoja 2005), men også i rapporten “Design and Rehabilitation of Spring Thaw Weakened Road Sections” (Aho et al 2005) utført for Finska Vägverket (Finnra).

Målet med denne rapporten er å lage ei praktisk handbok som imøteser behovene til lokale vegingeniører, konstruktører etc. og presenterer en systematisk og analytisk trinn for trinn metode for utforming og reparasjon av veger som har fått teleskader. Et klassifiseringssystem for teleskadde vegstrekninger, samt den grunnleggende teori knyttet til teleløsningen, presenteres også slik at det kan gi en bedre forståelse av prosessen bak problemene.

Rapporten gir også et kort sammendrag av forsterkningstiltak og deres anvendelighet for å reparere ulike typer skader. Endelig handler rapporten om generelle aspekter knyttet til kvalitetssikring og funksjonskontroll av de rehabiliterade vegene.

Flere framgangsmåter og -teknikker for å takle teleskader, diskuteres i ROADDEX II projektrapport “Managing Spring Thaw Weakening on Low Volume Roads” skrevet av Saarenketo og Aho (2005).

Kapittel 2: Teleløsning – Kort beskrivelse

2.1 FAKTORER SOM FORÅRSAKER TELELØSNING

Begrepet “svækkelse ved teleløsning” har ulik betydning på ulike språk. Generelt, kan svækkelse ved teleløsning defineres som en reduksjon av vegens bæreevne om våren i den perioden da frosne sjikt i vegen tiner. Launonen et al (1995) har regnet opp følgende faktorer som nødvendige for at teleløsning skal opptre:

- Veglegemet og/eller undergrunnen fryser til
- Materialet er telefarlig
- Telefronten har tilstrekkelig vann tilgjengelig
- I tineperioden blir det vannet som er frigjort av de smeltende islinsene, stående i vegoverbygningen eller i undergrunnens jordarter. Smeltevannet vil derved svekke hele konstruksjonen.
- Vegen er utsatt for belastninger i tineperioden.

Om noen av disse faktorene er fraværende er det ingen fare for teleskader. I land med varmere klima (f.eks. Skottland) er teleløsningen vanligvis koplet til svækkelse av vegen etter daglige fryse-tine sykluser. Prosessene bak teleløsningen beskrives mer utførlig i ROADEX II prosjektrapporten “Managing Spring Thaw Weakening on Low Volume Roads” (“Hvordan mestre teleløsning på lavvolumsveier”) Saarenketo og Aho 2005.

De faktorene som påvirker utviklingen av teleløsningssvækkelsen kan inndeles i belastning, miljø- og designrelaterte faktorer slik de er presentert i Tabell 2.1. Designrelaterte faktorer er de lokale faktorene som er knyttet til vegens beliggenhet og omgivelser som har innflytelse på teleaktiviteten, størrelsen på telehivet og på hvordan smeltevannet gradvis forsvinner. Alle disse faktorene som er presentert i Tabell 2.1 har en viss påvirkning hver for seg og kombinert med de andre vil deres innflytelse øke. Vedlikeholdstiltak og vegskuldrenes bæreevne kan også innvirke på størrelsen av teleskadeproblemene i tillegg til de periodiske sesongmessige effekter.

Tabell 2.1: Faktorer som påvirker svekkelse pga. teleløsning (modifisert Aho 2004)

TRAFIKKLAST	MILJØ	DESIGNRELATERT
Mengden av tung trafikk	Været og hydrologiske faktorer:	Dreneringen:
Størrelsen på akseltrykket	- Temperatur	- Vegens topografi og omgivelser
Størrelsen på dekktrykket	- Grunnvannsnivå	- Dreneringens utforming
Tid mellom trafikklastene	- Nedbør	Vegkonstruksjonen:
	- Tele (islinser)	- Tykkelse, kvalitet og blanding
		Undergrunnen:
		- Jordarter i undergrunnen og evt. telefarlighet

2.2 TELELØSNINGENS SVEKKELSESFASER

Resultatene fra teleløsningsovervåkingen i ROADEX II identifiserte fire ulike tidsfaser for den svekkelsen som finner sted ved teleløsningen. De har unike kjennetegn som krever særskilte klassifikasjoner. Disse inntreffer i kronologisk rekkefølge og behovet for lastrestriksjoner vil for eksempel være sterkt avhengig av økningen, evt. mangelen på økning, av vanninnhold og vegens stivhet i den foregående perioden. De fire fasene er:

- 1) fryse-tine fasen,
- 2) overflatens smelte- og oppmykningsfase,
- 3) vegstrukturens smelte- og oppmykningsfase og
- 4) undergrunnens smelte- og oppmykningsfase.

En vanlig faktor i alle disse fasene er kryo-suget. En potensiell femte kategori, med tilsvarende bæreevneproblemer, kunne høsten med kraftig nedbør være, men på denne årstid utgjør ikke frysning noen faktor i svekkelsesprosessen. I Skottland og i andre land med varmere klima er ikke svekkelsen pga. teleløsningen hovedproblemet, men det er de daglig tilbakevendende fryse/tine-syklusene som forekommer daglig om vinteren. I disse områdene er fryse/tine-fasen vanligvis den eneste fasen.

De fire svekkende teleløsningsfasene presenteres mer i detalj i ROADEX II prosjektrapporten "Managing Spring Thaw Weakening on Low Volume Roads". Disse kan anvendes i overvåknings- og kommunikasjonsterminologi for å beskrive tilstanden ved teleløsning. De kan også anvendes i beslutningsprosesser for å innføre eller fjerne aksellastrestriksjoner. Som en del av problemanalysen og rehabiliteringstiltakene er det vesentlig å identifisere hvilke spesielle faser som forårsaker problemene. Dette er viktig for å vurdere de best egnede reparasjonsmetoder.

2.3 KLASSIFISERING AV VEGSTREKNINGER SOM ER SVEKKET AV TELELØSNING

Prosjektrapporten ROADDEX II "Managing Spring Thaw Weakening on Low Volume Roads" (Saarenketo og Aho 2005) foreslår et system for å klassifisere vegstrekninger med teleløsningsskader og deres årsak. Dette ved hjelp av en beskrivelse av topografi og undergrunnens tilstand, samt skadebeskrivelser. De foreslåtte kriteriene er:

- undergrunnens jordarter
- vegtopografi av vegens omgivelser
- skadenes alvorlighetsgrad
- skadefrekvens.

Hver klasse deles videre i tre underklasser (I-III) avhengig av alvorlighetsgrad og frekvens av skadene. Disse underklassene er:

- I. Milde problemer, der teleløsningsproblemene ikke er alvorlige og ikke opptrer årlig.
- II. Middels problemer, der det oppstår lette til middels teleløsningsproblemer nesten hvert år.
- III. Alvorlige problemer, der middels til alvorlige strukturelle teleløsningsproblemer forekommer hvert år.

Ved å bruke dette systemet kan stedene med teleløsningsproblemer inndeles i 27 skadeklasser som presentert i tabell 2.2. Den generelle beskrivelsen av de enkelte problemområder er omtalt i ROADDEX II-rapporten "Managing Spring Thaw Weakening on Low Volume Roads" (Saarenketo og Aho 2005). Dette systemet for klassifisering anbefales brukt for å diagnostisere det grunnleggende problem og å velge den optimale metode for rehabilitering.

Tabell 2: Klassifiseringssystem for vegstreknings med teleløsningsskader.

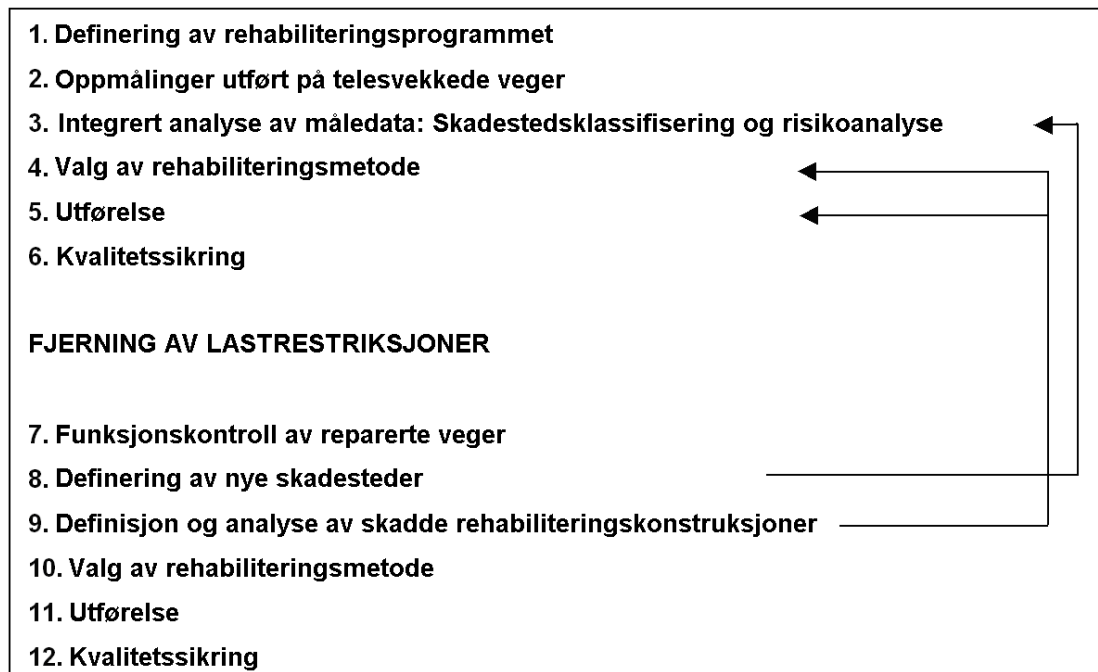
UNDERGRUNNS- JORDARTER	TOPOGRAFI	ALVORLIGHETSGRAD OG FREKVENNS AV SKADENE	SKADE- KLASSE
morene	skrånende terreng	mild	A.I
		middels	A.II
		alvorlig	A.III
	flatt og jevnt terreng	mild	B.I
		middels	B.II
		alvorlig	B.III
	kupert terreng	mild	C.I
		middels	C.II
		alvorlig	C.III
leire og silt	skrånende terreng	mild	D.I
		middels	D.II
		alvorlig	D.III
	flatt og jevnt terreng	mild	E.I
		middels	E.II
		alvorlig	E.III
	våt og lavtliggende forsenkning	mild	F.I
		middels	F.II
		alvorlig	F.III
torv	hovedsaklig på flatt og jevnt terreng, eller våt og lavtliggende forsenkning	mild	G.I
		middels	G.II
		alvorlig	G.III
fjellgrunn	hovedsaklig i skrånende terreng	mild	H.I
		middels	H.II
		alvorlig	H.III
	andre tegeløsnings- problemer som ikke er knyttet til undergrunnen	mild	I.I
		middels	I.II
		alvorlig	I.III

Kapittel 3: Rehabiliteringsprosessen

I de fleste prosjekter som involverer forsterkning av lavtrafikkveger og/eller forbedring av deres funksjonelle tilstand, har det store problemet vært at de benyttede strukturelle løsningene i hovedsak har blitt valgt ut fra prøve- og feilemetoden. Løsningene har således bare blitt basert på erfaringene hos den lokale ingeniør.

I mange tilfeller har dette ført til at man foretrekker å lage enkeltløsninger for hvert problem som oppstår i vegnettet. Dette vil i noen tilfeller fungere, andre ganger ikke. Problemet er likevel at teleskademekanismene er komplekse og således vil ulike strekninger med telesvekkelse kreve ulike rehabiliteringsløsninger. Av denne grunn bør det alltid skaffes til veie tilstrekkelige ressurser for å diagnostisere problemene som ligger til grunn for vegskadene.

Utformingen og rehabiliteringen av telesvekkede vegstrekninger bør ses som en 2-4 år lang prosess (se figur 3.1). Denne prosessen bør ikke avsluttes etter at den første rehabiliteringen er gjennomført, og heller ikke etter den påfølgende kvalitetskontrollen. Rehabiliteringsprosessen bør fortsette med systematisk kontroll og overvåking av de rehabiliterte vegene. Dette bør skje sammen med en problemdiagnose av tilkomne nye skader og utførte rehabiliteringstiltak.



Figur 3.1. Prosessen for planlegging og utførelse av rehabiliteringstiltak på vegstrekninger svekket av teleløsning.

Som en del av rehabiliteringsprosessen er det viktig å evaluere risikoen for nedbryting av hver enkelt vegstrekning. Dette bør gjøres for å kunne identifisere de strekningene der det ikke foreligger nedbryting ved undersøkelsestidspunktet, men som kan ha en høyere risiko for nedbryting etter at lastrestriksjonene oppheves – hvis og når de oppheves. I denne risikoanalysen er vegen inndelt i atskilte vegstrekninger på grunnlag av deres risikoklasse for sammenbrudd. Et godt eksempel på risikoanalyse ble gjort for B871 mellom Kinbrace og Syre i Skottland. Dette er gjengitt i ROADDEX II “Monitoring, Communication and Information Systems & Tools for Focusing Actions” (Saarenketo 2005).

Når rehabiliteringsprosessen i figur 3.1 utføres, er det viktig å ha i tanke at dataene som en gang ble innsamlet om vegnettet, skal kunne brukes i mange år, ikke bare ved planlegging og reparasjon av teleskadde vegstrekninger, men også i overvåkingen av hvordan de reparerte vegstrekningene fungerer. Pålitelige overvåkingsdata er ekstremt viktige for å identifisere svake vegstrekninger som vil bli nedbrutt kort tid etter rehabilitering så snart lastrestriksjonene fjernes – slik at de i framtida kan forsterkes allerede i den første rehabiliteringsfasen. De innsamlede overvåkingsdataene vil i tillegg gi verdifull informasjon om livslengden for de ulike rehabiliteringstiltakene og deres egnethet for de ulike skadeklassene.

Kapittel 4: Undersøkelse og analyse av vegstreknings svekket av teleløsning

4.1 UNDERSØKELSESMETODER FOR LAVTRAFIKKVEGER

Det første stadium i valg av en optimal konstruksjon for en vegstrekning er å samle tilstrekkelig og pålitelig informasjon om den aktuelle vegen, dennes tilstand og struktur, samt de geologiske og drenasjemessige forholdene i området. Til denne oppgaven kan flere metoder anvendes, slik som:

Måling av skjærstyrke med DCP (Dynamic Cone Penetrometer), måling av bærekapasitet med falloddsmålinger (FWD – Falling Weight Deflectometer), måling med georadar (GPR – Ground Penetrating Radar), profilometerteknikker for informasjon om hjulspor og ujevnheter, visuell evaluering av data med hensyn til drenasjeforhold, samt prøvetaking fra veg og undergrunn. Evalueringsdata fra visuell skadekartlegging og annen informasjon slik som videobilder av vegen, kan også være til nytte. Alle disse data bør samles inn på et slikt vis at deres nøyaktige posisjon på vegen er kjent.

Tabell 4.1 presenterer egnede undersøkelsesmetoder for lavtrafikkveger, hvilken informasjon de gir og det beste tidspunkt for å bruke den enkelte metode. Timingen av disse undersøkelsene er svært viktig for å kunne få fram pålitelige og representative data. Ytterligere detaljer om disse teknikkene gis i ROADEX II-rapportene, slik som “Dealing with Bearing Capacity Problems on Low Volume Roads Constructed on Peat” (Munro 2004), “Monitoring, Communication and Information Systems & Tools for Focusing Actions” (Saarenketo 2005) og “Managing Spring Thaw Weakening on Low Volume Roads” (Saarenketo og Aho 2005).

Det vil naturligvis ikke alltid være kostnadseffektivt å bruke alle metodene som er vist i tabell 4.1, og det vil være nødvendig å velge gunstigste metode(r) for hvert enkelt skadested. Etter undersøkelsen vil neste trinn i rehabiliteringsprosessen være en integrert analyse av denne undersøkelsen (kapittel 4.2) – ikke bare for å identifisere vegstreknings som lider av telesvekkelse, men også for å diagnostisere de underliggende problemer. I kapittel 4.3 presenteres en operativ modell for å undersøke og analysere telesvekkede veger. Modellen presenterer et eksempel på en kombinasjon av undersøkelser som kan brukes i rehabiliteringsprosessen, så vel som når konklusjoner skal trekkes.

Tabell 4.1: Undersøkellesmetoder for lavtrafikkveger

UNDERSØKELSESMETODE	INFORMASJON	TID FOR UTFØRELSE
Georadar, GPR (Ground Penetrating Radar)	Teledybde Islinser Vegoverbygning – tykkelse og sammensetning Lokalisering av fjellgrunn og torv Lokalisering av telefarlige masser / ujevne telehiv	Vinter – frossen grunn
	Tykkelse av dekke og slitelag Vegoverbygning – tykkelse og sammensetning Vurdering av undergrunn og dennes kvalitet Lokalisering av fjellgrunn og torv	Sommer – ufrossen grunn
Prøvetaking/ borekjerner	Materialeegenskaper – overbygning og undergrunn Bedømmelse av undergrunnens jordarter Tykkelse av dekke og slitelag Overbygning - tykkelse Referanser mot andre undersøkelsesmetoder	Sommer – ufrossen grunn
Digital Video	Vegens topografi og dens omgivelser Dreneringssystemets funksjon Visuell skadearter	I godt dagslys, uten snø
Besiktigelse	Lokalisering av vegstreknings som er svekket av teleløsningen Visuell vurdering av drenasjen	Vår – rikelig med smelte vann
Falloddsmålinger, FWD (Falling Weight Deflectometer)	Måling av bærekapasitet Vurdering av undergrunnsmassene Lokalisering av fjell	Sensommer og tidlig høst (august – september)
DCP-målinger (Dynamic Cone Penetrometer)	Vegoverbygning – tykkelse Teledybde Måling av skjærfasthet i vegoverbygning/undergrunnsmasser	Vår eller sommer
Akselerometer / Profilometerteknikk	Veger med fast dekke – hjulspor og ujevnheter / ruhet	Sommer
	Grusveger – ujevnt telehiv	Vinter
Databaser (om slike fins) / Historie og oppfølgingsdata - Teleskader - Data om skader på fast dekke	Lokalisering av vegstreknings som er utsatt for telesvekkelse Teleskader – skadegrad og -frekvens Rehabiliteringstiltak – tykkelse, lokalisering, materialkvalitet, holdbarhet	

Når undersøkelser og rehabiliteringstiltak på lavtrafikkveger diskuteres, må man forstå at enhver investering som gjøres, ikke bare er en engangsinvestering. De data som en gang er innsamlet om vegnettet, kan benyttes i mange år framover, ikke bare til prosjektering og reparasjon av teleskadde vegstreknings, men også til funksjonskontroll av reparerte veger. Pålitelige undersøkelles- og oppfølgingsdata kan være ekstremt viktige for å lære å identifisere de svake vegstrekningsene som med høy sannsynlighet kan skades kort tid etter vegrehabiliteringen når lastrestriksjonene fjernes. Dessuten kan innsamlede oppfølgingsdata gi verdifull informasjon om levetiden for ulike rehabiliteringstiltak / forsterkningstiltak. Derved blir de innsamlede data verdifulle også for senere bruk.

4.2 INTEGRERTE ANALYSER AV UNDERSØKELSESDATA

De innsamlede data fra undersøkelsene kan nå benyttes til å lage en risikoanalyse for de aktuelle vegstrekningene. I risikoanalysen bør vegen oppdeles i enkeltstrekninger basert på en integrert analyse av dataene fra undersøkelsen og følgende nøkkelfaktorer som påvirker vegens ytelse og levetid (se Saarenketo 2001):

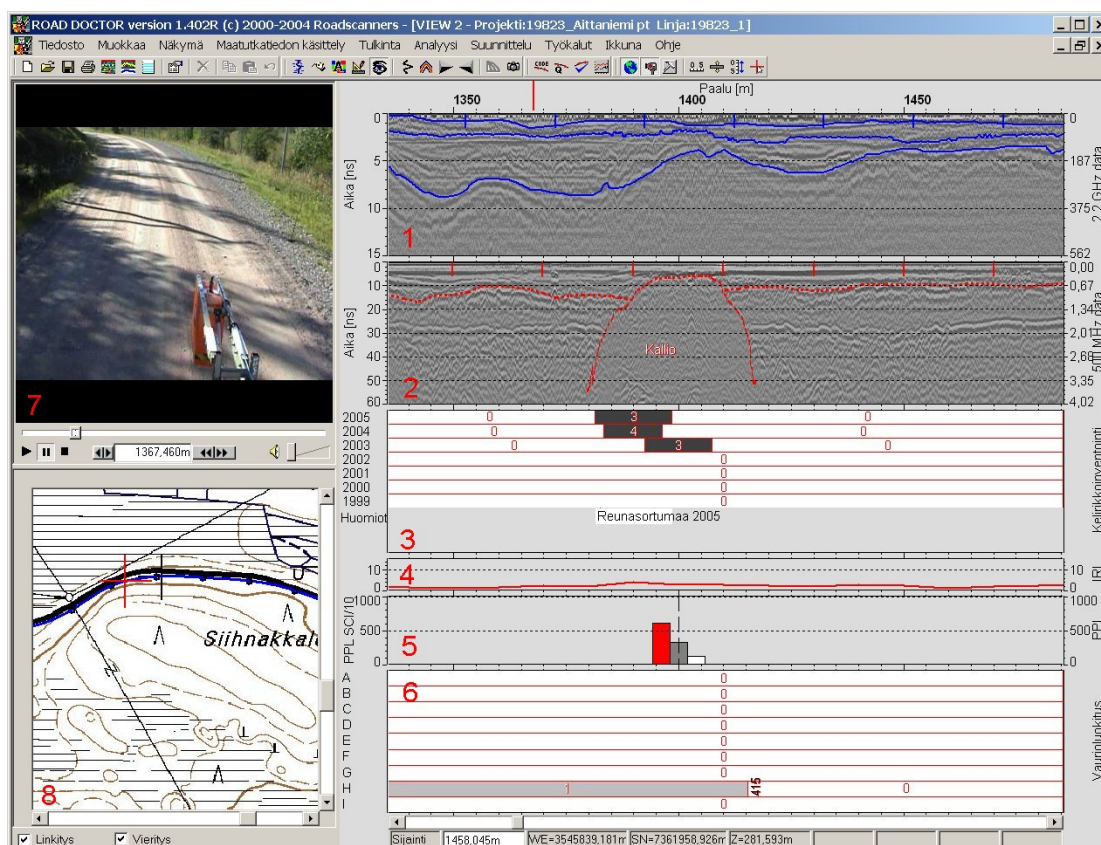
- dreneringstilstanden,
- tilstanden til slitelag, vegdekke og andre lag i overbygningen,
- vurdering av tilstanden til ikke avgrensede lag i vegoverbygningen,
- utmattelse på grunn av teleaktivitet i undergrunnen,
- skade på undergrunnen på grunn av meget svak undergrunn (silt, torv) og
- lokal skade på den undersøkte vegen, som setninger, kulverter etc.

Ved å benytte disse kjennetegnene sammen med risikoanalyse kan man identifisere problemområdene, og likens de strekningene som har potensiale til å bli et problem i nær framtid. Disse vegstrekningene kan deretter underkastes en detaljert problemanalyse for å klassifisere typen av strukturdefekter og deres årsaker. Til dette anbefales klassifikasjonssystemet i kapittel 2.3.

Figur 4.1 viser et eksempel på en integrert analyse av undersøkelsesdata hvor man har anvendt programvaren Road Doctor fra Roadscanners. I dette tilfelle inneholdt undersøkelsen følgende data:

- georadardata, GPR (data 1 and 2)
- teleskader – historiske data (data 3)
- informasjon om ujevnhet målt med akselerometer (data 4)
- måling av bærekapasitet med fallodd – FWD (data 5)
- digital video og GPS (data 7)
- basis kart (data 8).

Ved å benytte integrert analyse kan man klassifisere skadestedene (data 6 i figur 4.1) ved hjelp av klassifiseringssystemet i kapittel 2.3. Denne klassifiseringen kan også anses som et grunnleggende diagnoseverktøy for den type strukturelle defekter og deres årsaker. Så snart diagnosen er utført, kan data fra undersøkelsen av vegen og annen informasjon benyttes til å velge de(t) best egnede rehabiliteringstiltak for hver spesiell type av vegskade innen hver vegstrekning (Saarenketo 2001).



Figur 4.1: Et eksempel på den integrerte analysemetoden som produseres med data-programmet Road Doctor.

Når man kjenner til den nøyaktige posisjon av vegskaden og samtidig setter inn rehabiliteringstiltak basert på årsakene, kan unødvendig anleggsarbeid og feil rehabiliteringstiltak unngås (Saarenketo 2001). En detaljert risikoanalyse kan dessuten identifisere hvilke vegstrekningslinjer som har en forsvarlig levetid og ikke trenger nærmere omtanke. Derved kan ressursene rettes inn mot effektive tiltak på de vegstrekningslinjer som virkelig trenger reparasjoner. Forsterkningsmetoder for teleskadede vegstrekningslinjer er omtalt i kapittel 5.

4.3 OPERATIV MODELL FOR FORSKNING/UNDERSØKELSE OG ANALYSE AV TELESVEKKEDE VEGER

Nedenfor er presentert et eksempel på en typisk trinn-for-trinn prosedyre for å undersøke og analysere en veg for rehabiliteringstiltak. Trinnene er satt opp for å samle tilstrekkelig pålitelig og representativ informasjon om hvilke karakteristika som påvirker svekkelsen i teleløsningen. Prosedyren kan benyttes både for grusveger og veger med fast dekke. Ekstra trinn med undersøkelser kan tilføyes om nødvendig.

A. GPR Målinger – Vinter

Om vinteren anbefales undersøkelser med Georadar (GPR) for grusveger, ettersom GPR ikke alltid er effektiv om sommeren der det blir brukt støvbindende midler. Det

benyttes et system som bruker en 400 – 500 MHz bakkeantenne til å måle vegkonstruksjonens lagtykkelser og eventuelle sammenblandinger av lag. GPR-data som er innsamlet på frossen mark kan også gi god informasjon om teledybde og islinser. I tillegg kan man få nøyaktig lokalisert både berggrunn og torv. Vanligvis vil ett lengdeprofil med GPR gi tilstrekkelig informasjon for lavtrafikkveger, men om det trengs mer nøyaktige data, kan flere kjørefelt innmåles.

Feltmålinger av telehiv kan hurtig identifisere skader som skyldes svekkelse pga. teleløsningen, men målingene kan være ganske kostbare å gjennomføre. Digitale videoopptak og GPS-data innsamlet samtidig med GPR-målingene er billigere og et effektivt substitutt til målinger av telehiv (figur 4.2). Stedene med ujevnt telehiv kan tilnærmelsesvis lokaliseres ved å gjøre digitale videoopptak om vinteren. Man kan også benytte akselerometer- og profilometerteknikk dersom man trenger nøyaktigere data.



Figur 4.2: Digitalt videokamera og GPS-utstyr montert på taket av GPR-målebilen.

B. Lokalisering og historikk for problemområder

Denne seksjonen handler om identifisering av vegstrekningsområder som lider av svekkelse pga. teleløsning. Dette inkluderer både nye skadesteder så vel som reparerte steder som fortsatt lider av telesvekkelse. Man bør også foreta risikoanalyse av andre vegstrekningsområder som ikke viser tegn til nedbrytning, men som har en stor risiko for skader etter at lastrestriksjonene er fjernet.

Denne identifisering kan utføres ved å benytte historiske data, og/eller oppfølgingsdata innsamlet fra problemveger. Hvis slike databaser ikke er tilgjengelige, anbefales det å overvåke de problemfylte vegstrekningene visuelt i 1-2 år for å oppnå gode data. De GPR-dataene som ble samlet inn i trinn A ovenfor, er også verdifulle for denne risikoanalysen. De mest verdifulle data for grusveger er observasjoner av teleskader, og for veger med fast dekke er det ruhets- og

hjulspordata målt med profilometer. Hvis mangel på tid umuliggjør denne type overvåkning kan skader på vegdekket kartlegges ved dataanalyse fra digitale videoopptak og intervjuer med vedlikeholdspersonell og vegbrukere. Dette kan benyttes til å vurdere og lokalisere skadeutviklingen.

C. Integrert analyse av undersøkelsesdata

Etter å ha kartlagt problemstrekningene kan man utføre en innledende problemdiagnose (kapittel 2.3) og lage det første forslag til forsterkningsmetoder. Beskrivelse av den benyttede, integrerte analyseteknikken finnes i kapittel 4.2. I denne fasen er det viktig at den første diagnosen av de bakenforliggende årsaker til skaden blir gjort, slik at resultatene kan verifiseres in situ senere.

D. In situ besøk – Vår

Besøket om våren utføres for å bekrefte lokaliseringen av de problematiske vegstrekningene og eventuelle nye avsnitt som er identifisert med teleskader. Man kan også få den innledende problemdiagnosen bekreftet og få kontrollert det første forslag til forsterkningsmetoder. Dette besøket in situ er best å gjennomføre om våren når de fleste grøftene er fulle av smeltevann og vegen er på sitt aller svakeste. Dette er også den beste tiden for å utføre en analyse av dreneringens tilstand, såvel som å få identifisert strekninger med dårlig bæreevne på vegskuldrene.

Vegdreneringens tilstand bør på dette tidspunkt kontrolleres visuelt på alle problemstrekningene og dessuten langsetter hele vegen. Dette bør gjøres ettersom forbedringer av dreneringen kan komme til å forhindre, eller forsinke, utviklingen av andre defekter på vegen. GPR-data kan gi nyttig informasjon om dreneringens tilstand i tillegg til den samtidige visuelle vurderingen. Det er ofte verdifullt å gjøre digitale videoopptak under dette besøket på plassen slik at visuelle data kan vurderes i ettertid om det blir behov. Et to-kamera system med digital video kan benyttes: Det ene kameraet kartlegger vegen mens det andre er rettet mot grøfta.

E. GPR-målinger – Sommer

Disse GPR-målingene utføres om sommeren når vegens overbygning og undergrunnen er fullstendig ufrosne. En 1,0–2,2 GHz antenne benyttes til å bestemme tykkelsen av slitelag/vegdekke og bærelag (figur 4.3). 'Hjulspordata' (se Dawson og Kolisoja 2005) kan også klassifiseres på dette tidspunkt med GPR som benytter en 400 MHz antenne tvers over vegen til å ta tverrprofiler. Borkjerner kan tas ut for å kalibrere GPR-resultatene. Hvis man tror at problemene er knyttet til de ikke avgrensede materialene, bør man utføre adekvate laboratorieanalyser av materialkvalitet og vannfølsomhet. Andre laboratorieanalyser kan også brukes, blant annet for å antyde om overflatesvekkelsen har tilknytning til kvaliteten på slitelaget. En parameter som har vist seg å være effektiv ved kvalitetsvurdering av de

uavgrensede lagene, er dielektrisitetsverdiene. Anvendelsen og egenskapene til dielektrisitetskonstantene er beskrevet i ROADDEX II prosjektrapporten “Material Treatment” (Kolisoja og Vuorimies 2005).



Figur 4.3. GPR-målebilen med en 1 GHz hornantenne i fronten.

En analyse av slitelaget på grusveger kan også utføres med GPR-målinger.

F. Måling av bæreevne – Sensommer eller tidlig høst

Måling av bæreevnen på grusveger blir for det meste brukt til å bekrefte GPR-tolkningen, til bedømmelse av jordartene i undergrunnen og til vurdering av kvaliteten på de uavgrensede lagene. Falloddsmålinger (FWD, figur 4.4) som gir bæreevne-data, er den beste teknikken å bruke dersom vegproblemene er knyttet til svakheter i undergrunnen. DCP-målinger som gir skjærfastheten kan også brukes dersom max kornstørrelse i tilslagsmaterialene ikke er for stor.

FWD målinger kan, sammen med graden av hjulspor, gi god informasjon om kilden til eventuelle problemer med bæreevnen. Hjulsportilstanden bør klassifiseres i denne fasen hvis det ikke er gjort tidligere.



Figur 4.4: KUAB falloddsmålinger for å måle bæreevnen (Aho 2004).

FWD-data kan, sammen med vegstrukturens tykkelsesdata, importert fra resultatene av GPR-målingen, kan også benyttes til å beregne overflatens bæreevne på vegger med fast dekke. Materialenes E-modul bestemmes først gjennom en regresjonsanalyse. Deretter kan tradisjonell Odemark-dimensjonering benyttes for å gi en første bedømmelse av bæreevnen til vegkonstruksjonen. Dette kan benyttes ved bedømmelse av omfanget på forsterkningstiltakene. Spesielle indekser som Surface Curvature Index (SCI) og Base Curvature Index (BCI) kan også benyttes ved analyse av bæreevne.

Når man vurderer risikoen for permanent deformasjon, må man huske på at FWD-data som er innsamlet i tørre sommermåneder ofte kan gi altfor optimistiske verdier på bæreevnen avhengig av sugeevnen. Generelt kan man si at hvis bæreevneverdiene er rimelige, kan vegen fortsatt ha problemer med tele og permanent deformasjon – men om disse målte parametrene er dårlige, er vegen alltid i dårlig forfatning. Bæreevneverdiene er gunstigst å gjenta og sammenlikne dersom datainnsamlingen er utført sent på sommeren eller tidlig på høsten når fuktigheten er mer "normal",

G. Detaljert problemdiagnose og design for rehabilitering

I dette siste trinnet blir den første problemdiagnosen, som ble utført i stadium C, oppdatert ved hjelp av data som er innsamlet i stadium D-F. Måledataene og annen informasjon som er innsamlet om vegen, kan nå anvendes til å designe de gunstigste rehabiliteringstiltak for hver skadetype og for hver vegstrekning. På dette stadium anbefales det å benytte den designstrategien som ble presentert i

ROADDEX II rapporten “Permanent Deformation” (Dawson och Kolisoja 2005) for å unngå permanente deformasjoner. Lagtykkelser kan også bestemmes ved tradisjonell dimensjonering med Odemarks formler.

I alt det foregående er det viktig at alle undersøkelses- og designdata, og likens etter anleggsperioden alle kvalitetssikringsdata (QA), blir innsamlet og systematisk tatt vare på. Derved kan de senere brukes til kontroll av bestandigheten av de reparerte vegene. De lagrede data kan også benyttes til å analysere effekten av de utførte rehabiliteringstiltakene og kan være nyttige som inngangsdata ved framtidige rehabiliteringsutforminger. Det anbefales at alle data tas vare på for framtidig bruk og blir koplet slik at det muliggjør en simultan bedømmelse.

Kapittel 5: Rehabilitering av teleskader

5.1 GENERELT

Problemet med teleskadeforsterkning er, som beskrevet i kapittel 3, at nye skader ofte oppstår på nye steder etter at de opprinnelig telesvekkede områdene har blitt reparert og tungtrafikken starter på ny etter at lastrestriksjonene er opphevet. Om dette ikke blir forstått og behandlet, kan brukerne av vegen få en dårlig oppfatning av det hele. Det er derfor viktig å informere brukerne om at det pågående reparasjonsprosjektet er en 2-4 års rehabiliteringsprosess som har som mål å rehabilitere hele vegen. Det betyr at alle tiltak, både forbedring av dreneringen og andre vedlikeholdstiltak, må utføres samtidig på hele vegstrekningen samtidig med rehabiliteringstiltakene. Ytterligere overvåkning av teleskader bør ikke avsluttes etter den første reparasjonsfasen.

Med en god planlegging og tilpasning kan risikoen for skader på grunn av tungtrafikk under forsterkningsarbeidet reduseres. Det ideelle vil være å utføre forsterkningsarbeidene for teleskadene om sommeren. Da er veglegemet tørt og sterkt nok til å tåle belastningen fra anleggsarbeidene. Mens rehabiliteringen pågår, kan vegbelastningen reduseres ved å benytte kjøretøyer med redusert last. Samtidig må man gi vegen tilstrekkelig tid til å hente seg inn igjen mellom hver enkelt lastebilpassering. Teorien bak denne "restitusjonstiden" er mer detaljert omtalt i ROADEX II prosjektrapporten "Managing Spring Thaw Weakening on Low Volume Roads" (Saarenketo og Aho 2005).

5.2 LEVETIDSKOSTNADER FOR REHABILITERINGSTILTAK

Forsterkning av teleskadde partier bør bare utføres dersom vegregionen har nok ressurser til å gjennomføre tiltak som vil fungere over lang tid. Store mistak har blitt gjort når vegstrekninger har blitt forsterket med utilstrekkelig overbygning so m har vært for svake. Aho (2004) gjorde noen beregninger av levetidskostnadene for standard forsterkningstiltak ved reparasjon av grusveger. Resultatene bekreftet at det fins ikke én økonomisk standardløsning for å reparere alle teleskader. Avhengig av de rådende forhold der teleskaden fins, kan levetiden for en standardkonstruksjon bli kortere og derved føre til høyere levetidskostnader.

I samsvar med analyseresultatene, er valg av de tynneste strukturer også de som gir størst utslag i levetid. Om den nye konstruksjonen ikke er sterk nok for de opptredende teleskadene, vil konstruksjonens levetid bli kortere og kostnadene pr år vil stige raskt. Denne levetidsforkortelsen er ikke så vanlig med tykkere

konstruksjoner. Derfor bør man favorisere tykkere konstruksjoner (400-500 mm) ved reparasjon av alvorlige teleskader.

Dersom man ikke har tilstrekkelige ressurser tilgjengelig for å forsterke vegkonstruksjonen, er den mest effektive metoden å bekjempe teleløsningsproblemene på, å forbedre dreneringssystemet og til enhver tid holde det i god stand. Forskjellige dreneringsteknikker, så vel som en levetidsanalyse av dem, er gitt en detaljert framstilling i ROADEX II prosjektrapporten "Drainage on Low Volume Roads" (Berntsen og Saarenketo 2005) og ytterligere i ROADEX III prosjektets rapporter om drenering.

5.3 REHABILITERINGSTILTAK FOR GRUSVEGER

Rehabilitering av grusveger og utforming av forsterkningstiltak er relativt ukomplisert når skadeårsaken er klart definert. Valg av forsterkningsutforming for grusveger blir vanligvis basert på kjennetegnene som er beskrevet i kapittel 2.3, og de mest benyttede rehabiliteringsmetodene for grusveger er presentert i tabell 5.1. Skisser og reparasjonsmetoder for hver enkelt rehabiliteringskonstruksjon er utformet på egne tiltakskort som finnes i vedlegg 1, side 40-45. Når disse konstruksjonene studeres, må man huske at dette er basisløsninger. De spesielle særtrekk på det enkelte skadested må derfor vurderes når rehabiliteringen utføres. Det er også viktig å ikke glemme betydningen av et effektivt dreneringssystem for at den rehabiliterte konstruksjonen skal fungere bra. Forbedring av dreneringen bør alltid utføres samtidig, eller helst før, forsterkningsarbeidene.

Tabell 5.1. Arbeidsprosessen ved rehabilitering av overbygningen på grusveger

I BASISILTAK
1. Fjerning av gammelt slitelag
2. Homogenisering av underbygning 300 mm (om nødvendig)
3. Geotekstil, fiberduk
4. Bærelag 200 – 300 mm
5. Slitelag 100 mm
II ARMERING MED STÅLNETT
1. Fjerning av gammelt slitelag
2. Fjerning av gammelt materiale 100 – 150 mm (om nødv.)
3. Geotekstil, fiberduk
4. Bærelag 100 mm
5. Armeringsnett i stål
6. Bærelag 200 mm
7. Slitelag 100 mm
III HEVING AV LINJEPÅLEGGET
1. Fjerning av gammelt slitelag
2. Homogenisering av underbygning 300 mm (om nødv.)
3. Geotekstil, fiberduk
4. Forsterkningslag ≥ 200 mm
5. Bærelag 200 mm
6. Slitelag 100 mm

IV MASSEUTSKIFTING
1. Fjerning av gammelt slitelag
2. Fjerning av gammelt materiale ≥ 600 mm
3. Geotekstil, fiberduk
4. Filterlag ≥ 300 mm
5. Bærelag 200 – 300 mm
6. Slitelag 100 mm
V FORSTERKNING AV VEGSKULDRENE
Flere ulike metoder f.eks.
- materialutskiftning på vegskuldrene
- utvidelse av innerskråningene
VI ANDRE METODER
Flere ulike metoder f.eks.
- stabilisering
- frostisolering etc.

Det best egnede rehabiliteringstiltak bør velges etter at problemet er diagnostisert. Tykkelsen for de ulike tiltakene bestemmes senere basert på alvorlighetsgraden av skaden. Hvor egnet de enkelte forsterkningsmetodene er for de ulike skadeklassene, er kort beskrevet i teksten som følger:

TILTAK I: “BASISTILTAK” OG III: “HEVING AV LINJEPÅLEGGET”

Basistiltak kan betraktes som en minimumsforsterkning for telesvekkede vegstrekkninger på grusveger. Denne reparasjonsformen er egnet til å reparere teleskader i enhver skadeklasse A-H i tabell 2.2. I noen tilfeller trengs det tyngre konstruksjoner for å sikre funksjonaliteten av vegen. Eksempler på dette er:

- når de opptredende teleløsningsproblemene på stedet er middels eller alvorlige (skadeklasse II og III) og forbedringen av bæreevnen sannsynligvis er utilstrekkelig med de ovennevnte Basistiltakene
- når et antall middels og/eller alvorlige teleskader inntreffer på en vegstrekkning som passerer gjennom en lavtliggende dal, eller når skaden er relatert til en lav linjeføring på vegen:
 - undergrunn av morene, flatt og jevnt område (tabell 2.2, klasse B)
 - undergrunn av leire og/eller silt, flatt og jevnt område (tabell 2.2, klasse E)
 - undergrunn av leire og/eller silt, fuktig og lavtliggende dal (tabell 2.2, klasse F)
 - undergrunn av torv, flatt og jevnt område, eller fuktig og lavtliggende dal (tabell 2.2, klasse G)

Tykkelsen på rehabiliteringsoppbyggingen kan gjøres ved å benytte en dimensjoneringsstrategi lik den som ble presentert i ROADEX II prosjektrapporten "Permanent Deformation" (Dawson og Kolisoja 2005). Når skadene er knyttet til vegens linjepålegg, utføres forsterkningen best ved å heve vertikallinjen. Da benyttes en ny konstruksjon som er 500 – 600 mm tykk. Denne er vist ovenfor i forsterknings-tiltak III. Denne tykkere konstruksjonen kan imidlertid bare benyttes der det er mulig å øke vegprofilet og bredden.

TILTAK II: "ARMERING MED STÅLNETT"

I tilfelle man har svak og/eller kompressibel undergrunn (tabell 2.2, klasse E, F og G) bør risikoen for differensialsetninger nøye vurderes dersom tykke forsterkningslag skal benyttes. Ujevne setninger kan reduseres ved å bruke forsterkningstiltak II (se tabell 5.1) hvor en del av materialtykkelsen reduseres ved å legge inn armeringsnett i stål (figur 5.1). Armeringen virker også bra mot permanent deformasjon og den motvirker også breddeutvidelse ved at vegkanten presses ut under teleløsningen.



Figur 5.1. Utlegging av armeringsnett (K. Niva).

Forsterkningsoppbygging med armeringsnett anbefales ikke på skadesteder i skrått terreng (tabell 2.2, klasse A, D og H). På disse stedene kan ujevnt telehiv presse armeringsnettet helt opp til vegens overflate. Forsterkning med armeringsnett bør også unngås på steder der kulverter, rør og kabler krysser vegen. Dette på grunn av framtidig vedlikehold. På disse stedene kan armeringsnett hindre framtidige reparasjoner.

TILTAK IV: "MASSEUTSKIFTING"

Når teleskaden er alvorlig, med kraftige, ujevne telehiv, er i mange tilfelle masseutskifting den eneste løsningen (tabell 5.1, forsterkningstiltak IV). Men en

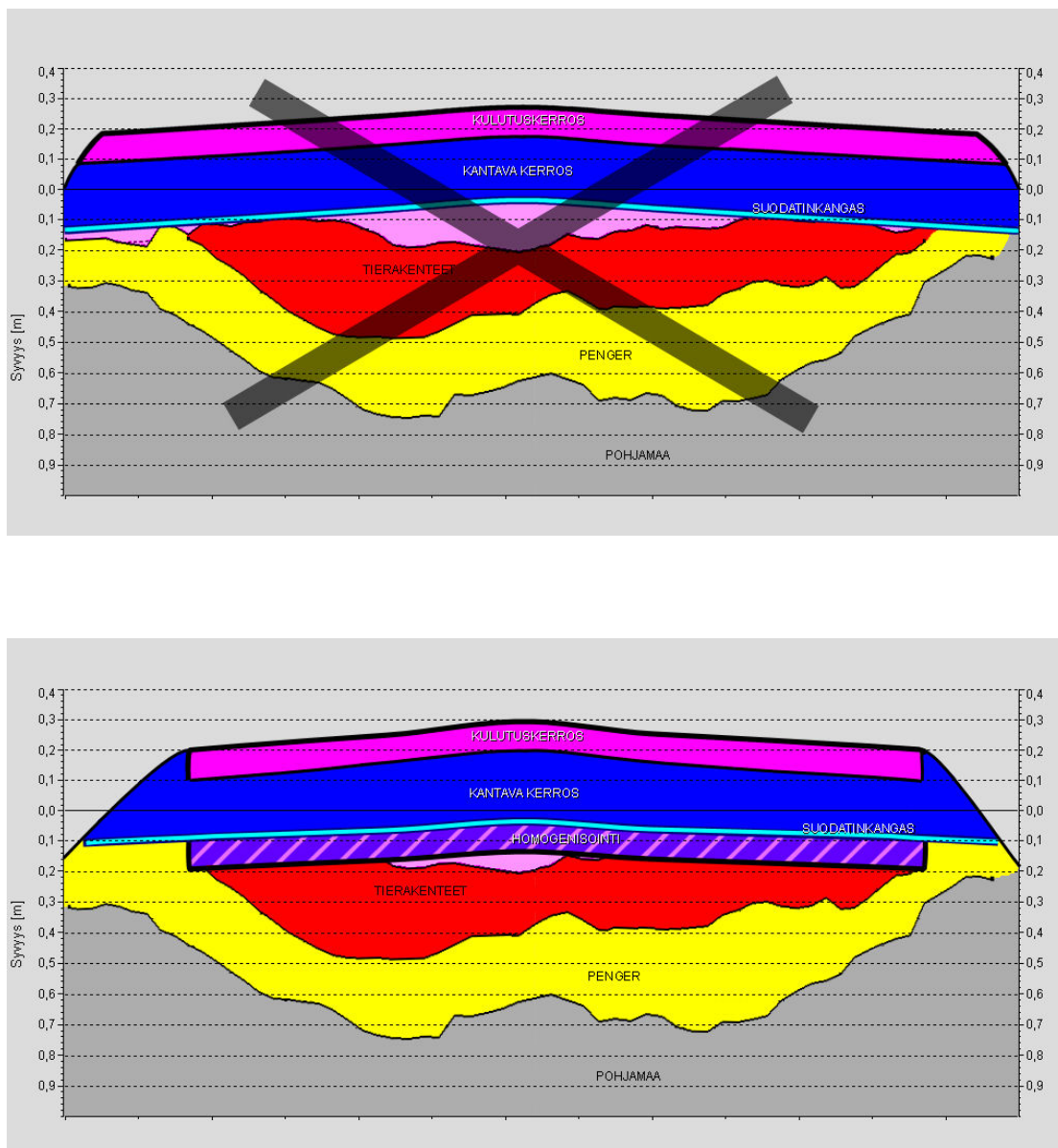
omfattende, tykk utskifting av massene er sjelden en økonomisk løsning for lavtrafikkveger selv om det kan være effektivt å bytte ut jordmasser med ikke telefarlig og permeabelt materiale i de tilfelle der fjellgrunnen befinner seg nær vegens overflate (tabell 2.2, klasse H.III). Masseutskifting er likevel ikke den gunstigste rehabiliteringsmetode på de steder hvor vannet blir innesperret av fjellgrunnen. Her bør man vurdere å sprengne unna fjellet, eller man benytter en utførelse med isolering mot telen (tabell 5.1, forsterkningstiltak VI).

TILTAK V: "FORSTERKNING AV VEGSKULDRENE"

Ved analysen av vegstrekningsproblemer som har blitt reparert og deretter sviktet, er det en faktor som gjentatte ganger har blitt observert som årsak til problemene. Dette gjelder veger som har blitt forsterket over hele veggverrsnittet. De utvidede vegskuldrene har ingen skikkelig oppbygging, og det fører til ujevne telehiv og at tunge kjøretøy som kjører på den tilsynelatende faste vegskulderen, forårsaker skader. Egentlig kan man inkludere alle vegstrekningsproblemer med dårlig bæreevne på vegskuldrene i alle skadeklassene som er presentert i tabell 2.2.

For å unngå slike situasjoner bør man innsnevre bredden på tverrsnittet mens forsterkningen utføres. Figur 5.2 viser et typisk, mislykket tverrprofil sammen med et tverrprofil som illustrerer hvordan forsterkningen skulle vært gjort. Om det ikke er mulig å gjøre vegen smalere, bør en tykkere vegoverbygning utføres på vegskuldrene. Et annet alternativ er å gjennomføre masseutskifting på vegskuldrene slik at de tynne overbygningene og undergrunnen fjernes og erstattes av tykkere overbygninger. I Sverige er masseutskifting for vegskuldrene trolig den vanligste metoden for å forsterke disse.

Mange forskjellige konstruksjoner har blitt utprøvd for å finne effektive løsninger til forsterkning av vegskuldrene. Interessante nye prøver har blitt utført med armeringsnett til å forsterke vegskuldrene. Ved disse prøvene har man under utleggingen latt stålnettene følge vegskuldrene i lengderetningen for å forhindre deformasjon av vegskuldrene.



Figur 5.2. Typisk tverrprofil som vil brytes ned (øverst) og et tverrprofil som viser hvorledes forsterkningen bør utføres.

TILTAK VI: "ANDRE METODER"

Denne gruppen inkluderer de forsterkningsmetodene som ennå ikke er i vanlig bruk ved reparasjon av teleskader på grusveger. Derfor omfatter metode VI forsterkningsteknikker som bare anvendes i spesialtilfeller, eller som ennå er under utvikling. Denne gruppen omfatter både et grovere slitelag og andre tiltak som frostisolering, forsterkning med filterduk eller biprodukter fra industrien.

Et grovere slitelag kan betraktes som et første rehabiliteringstiltak der den opp tredende overflatesvekkelsen er knyttet til et tykt slitelag med et høyt innhold av

finstoff. Her må nytt og grovere materiale blandes med det gamle slitelagsmaterialet i et på forhånd bestemt forhold. Denne metoden med å gjøre slitelaget grovere kan bara anvendes for å reparere skader som skyldes telesvekkelse av overflaten

Ved å isolere mot tele har man fått et effektivt forsterkningstiltak mot teleskader på våte og sidehellende vegstrekninger. Ved å bruke frostisolering kan grunnvannet fritt strømme under vegen. Ettersom telen nå ikke vil blokkere vannet, dannes det heller ikke islinser i veglegemet. I slike tilfelle kan frostisolering også motvirke at telehiv dannes (Saarenketo et al 2002). Selv om frostisolering er kostbart, kan frostisolering betraktes som en konkurransedyktig rehabiliteringsmetode i de tilfelle hvor fjellsprenget er alternativet.

5.4 REHABILITERINGSTILTAK FOR VEGER MED FAST DEKKE

5.4.1 Generelt

Forsterkningsstrategien for veger med fast dekke og teleløsningsproblemer er en like enkel prosess som for grusveger. Alle løsninger for veger med fast dekke er normalt dyrere enn de tilsvarende for grusveger, og dekketykkelsen har stor effekt på de forsterkningstiltak som kan benyttes. Av denne grunn har man i denne rapport inndelt veger med fast dekke i to kategorier: veger hvor samlet tykkelse på dekket og det bitumenbundne laget er 20 – 100 mm og veger der den tilsvarende tykkelsen overstiger 100 mm. Gamle grusveger med et meget tynt overflatedekke vurderes som spesialtilfelle der rehabiliteringsstrategien bør velges fra tilfelle til tilfelle ut fra tiltaksalternativene for grusveger eller veger med fast dekke.

5.4.2 Veger med tynne overflatedekker – dekketykkelse 20 – 100 mm

I tabell 5.2 presenteres generelle løsninger og utførelsesprosesser for forsterkning av veger med tynne overflatedekker som lider av telesvekkelse. Det er viktig å huske på at alle lagene som er nevnt i tabellen, må komprimeres.

Den totale tykkelsen av forsterkningstiltakene på veger med fast dekke bør bestemmes i hvert enkelt tilfelle ved å bruke den strategien som ble presentert i ROADDEX II prosjektrapporten “Permanent Deformation” (Dawson og Kolisoja 2005) eller ved å benytte Odemarks tradisjonelle dimensjoneringsmetode for eksempel. I denne rapporten blir det ikke presentert noen tiltakskort med forsterkningsmetoder for veger med fast dekke, men reparasjonsmetodene for hver konstruksjon. I den påfølgende tekst er deres egnethet for reparasjon av ulike teleskader beskrevet.

Tabell 5.2. Byggeprosessen for rehabilitering av veger med fast dekke. (Prosessbeskrivelsen omfatter ikke komprimering. Den må alltid utføres ordentlig!)

TILTAK I: NYTT DEKKE	
1.	Justering eller fresning av gammelt vegdekke
2.	Nytt vegdekke eller remix av vegdekke
TILTAK II: FORSTERKNING MED STÅL ELLER GEOTEKSTILER	
1.	Fjerning av gammelt vegdekke/ oppbrekking av gammelt vegdekke/ innfresning av gammelt vegdekke i bærelaget
2.	Fjerning av gammelt og dårlig bærelag 100 – 150 mm (om nødv.)
3.	Avretting
4.	Bærelag 50 - 100 mm (grovt steinmateriale for å forsikre samvirke med armeringen)
5.	Armering med stål/geotekstil
6.	Bærelag 200 mm (kan være delvis avgrenset)
7.	Nytt vegdekke
TILTAK III: HEVING AV LINJEPÅLEGGET	
1.	Fjerning av gammelt vegdekke/ oppbrekking av gammelt vegdekke/ innfresning av gammelt vegdekke i bærelaget
2.	Homogenisering 300 mm (om nødv.)
3.	Avretting
4.	Forsterkningslag ≥ 200 mm
5.	Bærelag 200 mm (kan være delvis avgrenset)
6.	Nytt vegdekke
TILTAK IV: MASSEUTSKIFTING	
1.	Fjerning av gammel overbygning ≥ 600 mm (ned til planum)
2.	Geotekstil, fiberduk
3.	Filterlag eller underbygning ≥ 300 mm
4.	Bærelag 200 – 300 mm (kan være delvis avgrenset)
5.	Nytt vegdekke
TILTAK V: STABILISERING OG ANDRE BEHANDLINGSTEKNIKKER	
1.	Stabilisering av de øverste 80 – 200 mm av overbygningen
2.	Nytt vegdekke
TILTAK VI: HOMOGENISERING	
1.	Innfresning av gammelt vegdekke i bærelaget 50 – 200 mm
2.	Avretting av vegoverflaten (høvling, tilsetning av nytt bærelagsmateriale)
3.	Nytt vegdekke
TILTAK VII: TILBAKEFØRING AV VEG MED FAST DEKKE TIL GRUSVEG	
1.	Fjerning av gammelt vegdekke/ Innfresning av gammelt vegdekke i bærelaget
2.	Avretting av vegoverflaten (høvling, tilsetning av nytt bærelagsmateriale)
3.	Nytt slitelag
TILTAK VIII: ANDRE FORSTERKNINGSMETODER	
Flere andre metoder, f.eks.:	
-	frostisolering
-	utgraving/tilføring av steinmaterialer etc.

TILTAK I: "NYTT DEKKE"

Et nytt vegdekke er vanligvis et adekvat tiltak for vegforsterkning på strekninger hvor det ikke er større teleproblemer, eller det er liten risiko for ytterligere skade (ingen risiko eller lav risikoklasse, se ROADDEX II rapporten “Monitoring, Communication and Information Systems & Tools for Focusing Actions” av Saarenketo 2005), og/eller vegen har høy lastklasse. Nytt vegdekke kan normalt benyttes i alle vegskadeklasser (A-H i tabell 2.2) såfremt det ikke oppstår noen problemer med ujevnt telehiv. I slike tilfelle blir det gamle vegdekket planert eller oppfrest til riktig tverrfall før nytt dekke legges.

TILTAK II: “ARMERINGSNETT”

Stålnett har i mange år blitt brukt til å forhindre refleksjonssprekker på veger med fast dekke, men nyere erfaringer har i praksis vist at armeringsnett av stål også kan benyttes til å forhindre permanente deformasjoner på plasser med teleskader. Fordelene med stålnettarmering synes å være bedre på svakere undergrunn, og de anbefales derfor benyttet på skadesteder av klasse E-G i tabell 2.2. Når armeringsnett benyttes på grusveger eller veger med fast dekke, er det viktig å montere armeringsnettene dypt nok (optimalt dyp er 250 mm fra overflaten). Samtidig må ikke overbygningen inneholde store steiner slik at nettene kan presses opp til overflaten. Når armeringsnettene monteres for tidlig på våren før telen har gått skikkelig ut av undergrunnen, har slike feil opptrådt.

Når armeringsnett brukes for å forsterke en veg med et relativt tynt dekke, er første trinn å fjerne, brette eller frese inn det gamle dekket eller overflatebehandlingen og slik homogenisere øverste del av overbygningen. Hvis vegdekkets overflate ikke kan heves, kan det øverste lag av vegdekket fjernes i denne fasen. Før armeringsnettet legges ut, bør vegen gis riktig tverrfall. Til dette nyttes en veghøvel, og et 50-100 mm tykt lag med grovkornet steinmateriale (0-35 mm, 0-55 mm) legges ut for å sikre et godt samvirke med nettet (figur 5.3). Deretter kan armeringsnettet legges ut og bærelagsmateriale legges over. Til slutt kompakteres konstruksjonen. Bærelagets tykkelse er normalt prosjektert til 200-400 mm, avhengig av hvor alvorlig teleskaden er.



Figur 5.3. Grovkornet steinmateriale bør benyttes under stålnett for å sikre samvirke mellom steinmaterialer og nett (T. Ruohomäki)

TILTAK III: “HEVING AV LINJEPÅLEGGET”

I de tilfelle hvor teleskaden er knyttet til en for lav vertikal linjeføring, vil det beste forsterkningstiltak være å øke stigningen på vegen. Å øke stigningen kan også vurderes dersom man ikke kan forbedre dreneringen av vegen. Dette tiltaket forbedrer også veggeometrien og reduserer kraftig vintervedlikeholdet. Men det forutsetter at stigningen ikke blir så stor at det blir behov for autovern.

Dette tiltaket fungerer best der problemene kan klassifiseres innenfor skadeklassene B og E-G (se tabell 2.2). Den kan også benyttes på andre klasser, selv om det kan bli behov for tykkere konstruksjoner dersom de opptredende teleskadene er alvorlige. Den totale tykkelsen av de nye konstruksjonene bør planlegges for hvert enkelt tilfelle ved dimensjoneringen av overbygningen. Når veglinjen heves, er utformingen av veggverrsnittet viktig for å sikre at de nye konstruksjonene kan gjøres i det aktuelle vegområdet og/eller at vegens innerskråninger ikke blir for bratte.

TILTAK IV: “MASSEUTSKIFTING”

Når alvorlige teleskader og brysomme telehiv opptrer på samme vegstrekning, er eneste løsning på problemet å fjerne den telefarlige jordarten og overbygningen. Deretter må ny overbygning bygges opp. Masseutskifting er dyrt på grunn av den store mengde nye vegmaterialer som trengs, og anvendelse på lavtrafikkveger bør derfor nøye overveies. Men i mange tilfelle er det den eneste løsningen for å ordne humper og ujevnheter.

Masseutskifting med grovkornete materialer kan fungere bra der det er fjell under (klasse H.III), men ikke dersom fjellgrunnen viser seg å blokkere grunnvannet. I slike tilfelle bør det også vurderes å sprengte grøfter i fjellgrunnen.

I tillegg kan en konstruksjon som inneholder et frostisolerende lag, være et effektivt alternativ (konstruksjon VII i tabell 5.2).

TILTAK V: "STABILISERING OG ANDRE BEHANDLINGSTEKNIKKER"

Stabilisering og behandlingsteknikker kan være effektive tiltak for å foresterke en veg mot telesvekkelse, spesielt dersom en betydelig del av den permanente deformasjonen skjer i den øverste delen (0 – 250 mm) av overbygningen. Denne metoden er et godt valg dersom bærelaget har et høyt finstoffinnhold og det ikke er mulig å heve vegens linjeføring. Når man bruker dette forsterkningstiltaket, er det alltid nødvendig med noe prøvetaking og laboratorietesting av bærelaget for å verifisere problemet og for å definere riktig type og proporsjonering av tiltaket. Når man planlegger stabiliseringstiltak er det viktigste at man sørger for at det stabiliserte materialet ikke adsorberer vann hvis slikt forekommer. Under fuktige forhold, som i skadeklassene B og E-G i tabell 2.2, bør det benyttes behandlingsmetoder med hydrofobe egenskaper.

Et riktig utført stabiliseringstiltak vil redusere hovedspenningsnivået i de ikke avgrensede lagene til et nivå hvor det ikke kan utvikle seg permanente deformasjoner. Likevel kan ujevne telehiv forårsake praktiske utførelsesproblemer, slik som langsgående sprekke dannelse på stabiliserte veger. På grunn av dette bør stabilisering nøye overvåkes om skadestedene ligger i skrånende terreng eller på steder med fjellgrunn (klasse A, D og H i tabell 2.2).

Mer informasjon om stabilisering og behandlingsteknikker finnes i ROADEX II prosjektrapporten "Material Treatment" (Kolisoja og Vuorimies 2005) og i ROADEX III prosjektrapporten om stabilisering.

TILTAK VI: "HOMOGENISERING"

Om det fins begrensede midler tilgjengelig, kan homogenisering av den øverste delen av overbygningen og ny overflatebehandling eller nytt, kaldblandet vegdekke være en av de billigste teknikkene for å rehabilitere veger med fast dekke som har fått teleskader. I grunnen kan homogenisering benyttes for alle skadeklassene A-H som ble presentert i tabell 2.2 når vegdekket ikke er tykkere enn 100 mm.

Ved homogenisering freser man først det eksisterende vegdekket ned i bærelaget, figur 5.4. Fresedybden er vanligvis 50 – 200 mm, eller dypere. Men det bør ikke freses så dypt at store stein og blokk bringes nærmere overflaten. Etter homogeniseringen blir vegoverflaten gitt en optimal form med veghøvel, det homogeniserte materialet kompakteres og et nytt bituminøst slitelag legges ut. Denne teknikken er særdeles bra på veger som har problemer med dype hjulspor som ellers er vanskelig å takle. En ekstra bonus oppnås ved at vegens tverrprofil også kan forbedres slik at vannet ikke lenger blir liggende igjen på vegdekket.



Figur 5.4. Eksisterende vegdekke freses først sammen med bærelaget (T. Ruohomäki)

Ved å tilsette nytt bærelagsmateriale bidrar det til å gjøre det homogeniserte bærelaget tykkere og gir samtidig bærelaget en bedre kornfordeling. Denne praksis har også blitt brukt på veger med større deformasjonsproblemer under teleløsningen (underklassene II og III i tabell 2.2). Ved denne metoden freses først det eksisterende vegdekket sammen med det gamle bærelaget, og det nye bærelaget plasseres oppå dette. Deretter freser ytterligere en gang før høvling, kompaktering og legging av nytt slitelag. – Andre varianter av teknikken legger det nye bærelaget ut på vegdekket før homogeniseringsprosessen starter.

Homogenisering har blitt testet i Finland på noen grusvegstreknings med teleproblemer. I noen tilfelle har man tilsatt små mengder slaggsand under homogeniseringsprosessen for å forbedre materialkvaliteten.

TILTAK VII: "TILBAKEFØRING AV VEG MED FAST DEKKE TIL GRUSDEKKE"

Hvis det bituminøse dekket på en vegstreknings sammenhengende har hatt alvorlige problemer med hull i vegen, sammenbrudd av vegen og dype hjulspor, og det ikke hjelper med lastrestriksjoner (eller de ikke kan anvendes), er den billigste metoden for å redusere høye driftskostnader, å føre vegen tilbake til grusvegstandard.

De siste årene har dette tiltaket blitt utført på flere veger i Finland og Sverige, der man har manglet ressurser for å gjøre forbedringer av konstruksjonen. De første årene fikk disse tiltakene mange negative tilbakemeldinger fra lokalbefolkningen. Men førerne på tunge kjøretøy har vist en bedre forståelse for begrunnelsen for tiltakene. Vegen ved Ängesby Percostation i Sverige i ROADDEX prosjektet er et godt eksempel på en veg der problemene har avtatt pga tilbakeføringen til grusveg.

5.4.3 Veger med tykke vegdekker – dekketykkelse > 100 mm

Normalt har ikke lavtrafikkvegene i Nordperiferiområdet tykke vegdekker, bortsett fra Skottland. Der kan tykkelsen av den bitumenbundne konstruksjonen ofte være større enn 100 mm. På disse vegene følger vanligvis vegmyndighetene de samme prinsipper som er vist i avsnitt 5.4.2 ovenfor. Dette skjer selv om, som tidligere nevnt, vinterproblemene som skal overvinnes i Skottland er de daglige fryse/tine-syklusene sammen med et økende fuktighetsinnhold i undergrunnen. Under slike omstendigheter vil det alltid være nødvendig å utføre generelle forbedringer av vegdreneringen som en del av forsterkningsprosjektene.

Ved valg av forsterkningsmetode for en veg med et tykt bituminøst dekke, må først problemets natur utredes ved å klassifisere typen av vegskade.

Om vegen lider av skadetype 1, hjulspordannelse, på grunn av dårlig kvalitet av bærelaget (se Dawson og Kolisoja 2005), og vegdekket er 100-140 mm tykt, kunne den optimale rehabiliteringsløsningen være å legge et tykkere dekke oppå det eksisterende vegdekket. Resultater fra ROADDEX II prosjektet (Dawson og Kolisoja 2005) har vist at et 200 mm tykt vegdekke kan redusere hovedspenningene til et nivå der det ikke burde oppstå deformasjoner. Om vegdekket er i meget dårlig forfatning, kunne det være et bedre valg å homogenisere ved nedfresning av det eksisterende vegdekket i det uavgrensede bærelaget.

Der vegdekkets tykkelse er 100 mm og dype hjulspor og/eller hurtig spordannelse kan antas å være knyttet til en meget svak undergrunn (dette kan verifiseres fra FWD-data eller tverrprofil oppmålt med GPR), er den mest økonomiske løsning å frese bort de bitumenbundne lagene for gjenvinning, og legge ut et tykkere uavgrenset bærelag og et nytt vegdekke hvis mulig. I slike tilfelle kan et stålnett være et bra valg, spesielt hvis det finnes risiko for ujevne setninger pga. altfor myk undergrunn. Man har oppnådd gode erfaringer med geonett installert i de bituminøse lagene i Skottland, og dette er ett anbefalt valg dersom de bituminøse lagene er tykkere enn 200 mm.

Iblant kan skader på vegdekket i tykkere dekker være relatert til alvorlig oppsmuldring av bitumenlagene på grunn av dårlig drenering under lagene (stripping). Dette kan forårsake økt hydraulisk trykk i lagene under påvirkning av stor og tung trafikk i smelteperioder. Når det er tilfelle, er den eneste løsningen å forbedre dreneringen, frese bort asfaltskiktene, plassere et permeabelt materiale på den preparerte overflaten (pukk eller åpengradert bærelag) og avslutte med et nytt vegdekke.

Dersom vegdekkets skadetype hovedsakelig er en langsgående oppsprekking med krakelering nær vegskuldrene, kan disse problemene tilskrives ujevne telehiv eller setninger forårsaket av teleløsning i veggverrsnittet. Hvis dette er tilfelle, kan årsaken være dårlig drenering på skrånende mark eller feil utførelse ved breddeutvidelse av

vegen. I slike tilfelle må man primært sørge for å forbedre dreneringen kraftig. Om oppsprekkingen ligger nær hjulsporet, bør vegdekket freses bort og de uavgrensede lagene forsterkes med stålnett, før alt avsluttes med nye asfaltlag som før.

Kapittel 6: Kvalitetssikring og funksjonskontroll av rehabiliterte veger

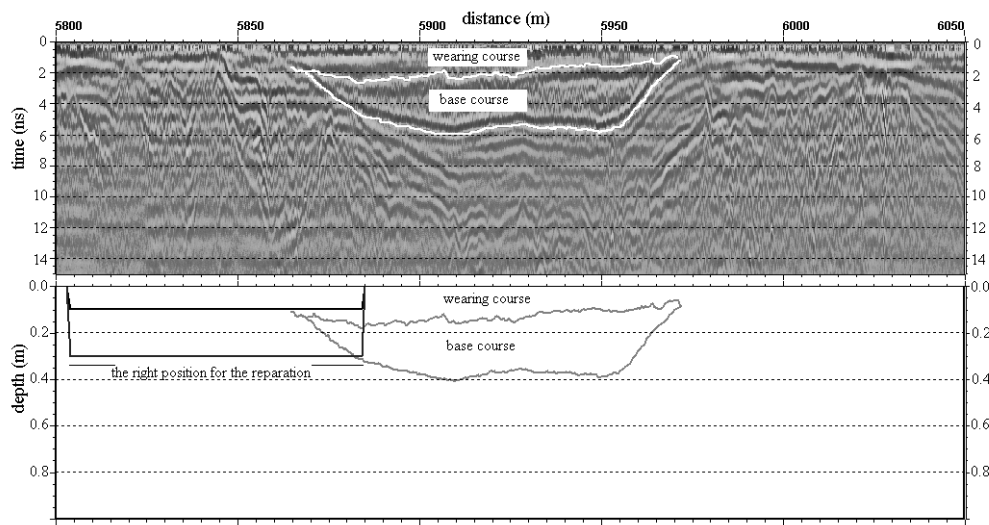
Forskning vedrørende funksjonen og levetidskostnadene for reparerte grusveger (Aho 2004) antydnet at den største årsaken til sammenbrudd i de forsterkede vegkonstruksjonene var at de rehabiliterte konstruksjonene ikke hadde blitt bygd så tykke som planene hadde foreskrevet. På bakgrunn av dette anbefales det å ha større fokus på kvalitetssikring under utførelsen av arbeidene. Særlig anbefales det at entreprenøren skal være forpliktet til å bevise kvaliteten på rehabiliteringsarbeidet. Dette skal ikke bare omfatte kvalitetssikring av de anvendte materialer, men også kvalitetssikring av tykkelsen på de utlagte lagene, kompakteringen og en korrekt plassering av rehabiliteringsstrukturene.

Som et resultat av krympende budsjetter, blir forsterkningstiltak på telesvekkede veger vanligvis bare utført på de deler av vegen hvor det har oppstått teleskader. Dette betyr at det trengs en presis lokalisering av de defekte stedene. Derved kan man utelate de vegseksjonene hvor man fortsatt kan forvente en rimelig levetid, og bare gjennomføre investeringer på de strekningene som trenger reparasjon. For denne type av "eksakt rehabilitering" er det nødvendig med vanlige innmålinger av de undersøkelsene som foregår før rehabiliteringen og deretter på de utførte forsterkningstiltakene. Hvis ikke kan det i verste fall bli utført forsterkningsarbeider på feil seksjoner hvor det ikke har forekommet defekter.

I tillegg til en korrekt lokalisering av forsterkningstiltakene må man forsikre seg om at de utførte konstruksjonene har nødvendig tykkelse. Dette kan enkelt gjøres ved å grave en prøvegropp og måle tykkelsen der. Lagtykkelsen kan også verifiseres ved å måle med GPR (Ground Penetrating Radar). Denne Georadar har vist seg å være et utmerket redskap til å måle de utførte lagenes tykkelse ved å gi et kontinuerlig profil av veglegemet og samtidig ivareta en korrekt plassering av forsterkningstiltakene.

Det er vanskelig å utføre kompakteringskontroll på grusvegstreknings som har teleløsningsproblemer, ettersom både den aktuelle konstruksjonen og jordartene i undergrunnen normalt er så svake. Men for veger med fast dekke bør alltid kompakteringskontroll gjennomføres for å unngå dannelse av hjulspor. Densiteten bør verifiseres ved å anvende de aksepterte metoder i de enkelte land. En kombinasjon av GPR og FWD kan også anbefales.

Figur 6.1 gir et utmerket eksempel på resultater oppnådd med GPR som kvalitetssikringsmetode på finske grusveger. Man ser lett fra de tolkede GPR-dataene at slitelag og bærelag er lagt i tilstrekkelig tykkelse, men at plasseringen av rehabiliteringen har blitt feil.



Figur 6.1. Feil sted for utførte forsterkningstiltak, verifisert med GPR (Pälli et al. 2005)

Om nye skader opptrer kort etter rehabilitering på reparasjonsstedene, kan disse skyldes dårlig kvalitet på de anvendte materialene og man bør spesielt være oppmerksom på dette ved kvalitetskontrollen. Nasjonale spesifikasjoner for materialene, deres telefarlighet og gradering, bør følges opp når forsterkningstiltak utføres. Det er også god praksis å be entreprenøren om en verifikasjon av kvaliteten på de anvendte materialer.

Alle avvik i beliggenhet, lagenes tykkelse og i materialkvalitet er viktige å identifisere, slik at årsaken til eventuelle nye skader lett kan konstateres. Man bør alltid kreve at entreprenøren reparerer strekninger med mangler og svakheter i utførelsen. En nøyaktig dokumentasjon av de utførte rehabiliteringsarbeidene, deres beliggenhet og utforming, er også en forutsetning for funksjonskontroll av de rehabiliterte vegene.

Som nevnt i kapittel 3 bør kvalitetssikringen av rehabiliteringsprosessen følges opp med en systematisk funksjonskontroll av de rehabiliterte vegene. Denne prosessen bør inkludere analyse og rehabilitering av enhver ny skade. Etter hvert som datamengden vokser fra undersøkelser og oppfølginger, vil det da bli mulig å forbedre forutsigbarheten av teleløsningsskader som kan komme når lastrestriksjonene fjernes. Funksjonskontroll gir også verdifull informasjon vedrørende funksjonstiden for rehabiliteringstiltakene og hvor velegnet de er for de ulike skadeklassene.

Kapittel 7: Referanser

Aho S. (2004). Sorateiden kelirikkokorjausten toimivuus ja elinkaarikustannukset. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto. Tampere. – Utdrag på engelsk.

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

Aho S., Saarenketo T. og Kolisoja P. (2005). Kelirikkokorjausten suunnittelu ja rakentaminen. Vähäliikenteisten teiden taloudellinen ylläpito –tutkimusohjelma. Tiehallinnon selvityksiä 64/2005, Tiehallinto. Helsinki. – Utdrag på engelsk.

Berntsen G. og Saarenketo T. (2005). Drainage on Low Traffic Volume Roads. ROADDEX II rapport. www.roadex.org

Dawson, A. og Kolisoja, P. (2005). Permanent deformation. ROADDEX II rapport. www.roadex.org

Kolisoja P. og Vuorimies N. (2005). Material Treatment. ROADDEX II rapport. www.roadex.org

Launonen P. og Turunen P. (1995). Sään ja hydrologisten tekijöiden vaikutus kevätkelirikkoon. Tielaitoksen selvityksiä 20/1995. Kuopio. – På finsk.

Niva, K. (2004). Finnish Road Administration, Lappi District. Foto.

Pälli A., Aho S. og Pesonen E. (2005). Ground Penetrating Radar as a Quality Assurance Method for Paven and Gravel Roads in Finland. 3rd International Workshop on Advanced Ground Penetrating Radar. May 2-3, 2005. Delft, The Netherlands.

Pennanen O. og Mäkelä O. (2003). Raakapuukuljetusten kelirikkohaittojen vähentäminen. Metsätehon Raportti 153, 19.8.2003. – På finsk.

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

Ruohomäki, T. (2004). Skanska. Foto.

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

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

Saarenketo T. og Aho S. (2003). Kelirikkoteiden painorajoitusten yhtenäistäminen, Tiemestarikysely-tutkimuksen raportti. Roadscanners Oy. Rovaniemi, Tampere. – På finsk.

Saarenketo T., Lähde A., Peltoniemi H. og Rantanen T. (2002). Vaasan sorateiden korjaussuunnittelun kehittäminen. Tutkimusraportti. Roadscanners Oy. Rovaniemi. – På finsk.

Saarenketo, T. (2001). GPR Based Road Analysis – A Cost Effective Tool for Road Rehabilitation Case History from Highway 21, Finland. In Proceeding of 20th ARRB Conference, Melbourne, Australia 19-21 March, 19 p.

Tielaitoksen selvityksiä 2/1993 (1993). Massanvaihto. Geotekniikan informaatiojulkaisuja. Tielaitos, Helsinki. – På finsk.

White T.D. og Coree B.J. (1990). Threshold Pavement Thickness to Survive Spring Thaw. Third International Conference on Bearing Capacity of Roads and Airfields Proceedings. Volume 1. Trondheim, Norway. 3-5 July 1990.

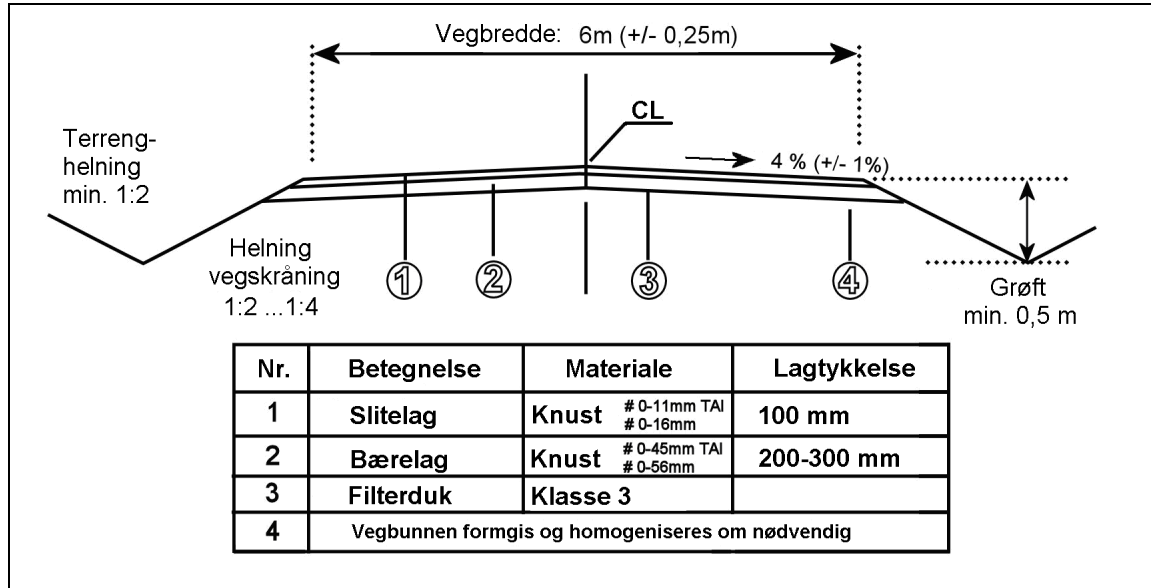
Vedlegg

TILTAKSKORT FOR FORSTERKNING PÅ GRUSVEGER

- I. **BS – Basic Structure** (Basistiltak)
- II. **SRI – Steel Reinforcement** (Armering med stålnett)
- III. **RA – Raising Road Alignment** (Heving av linjepålegget)
- IV. **SRP – Soil Replacement** (Masseutskifting)

TILTAKSKORT**FORSTERKNING AV GRUSVEG**

METODE: Forsterkningstiltak I
BS – Basistiltak (Basic Structure)

**ARBEIDSMETODE:****Fjerning av gammelt slitelag, Homogenisering av underbygningen**

Rehabiliteringen starter med å fjerne eksisterende slitelag til en dybde av 50–150 mm fra vegoverflaten. All gammel slitelagsmasse bør også fjernes fra overgangskilene. Slitelag med høyt finstoffinnhold må ikke etterlates under den nye konstruksjonen, men det kan benyttes senere som ny slitelagsmasse eller brukes på vegskuldrene. Etter at det gamle slitelaget er fjernet, bør de øverste 300 mm av overbygningen homogeniseres om nødvendig. Homogeniseringen utføres for å fjerne steiner og steinblokker og for å lage en homogen plattform for den nye overbygningen. Før man legger geotekstiler (fiberduk) bør vegen planeres til et tverrfall på 4 % og komprimeres.

Fiberduk, bærelag og slitelag

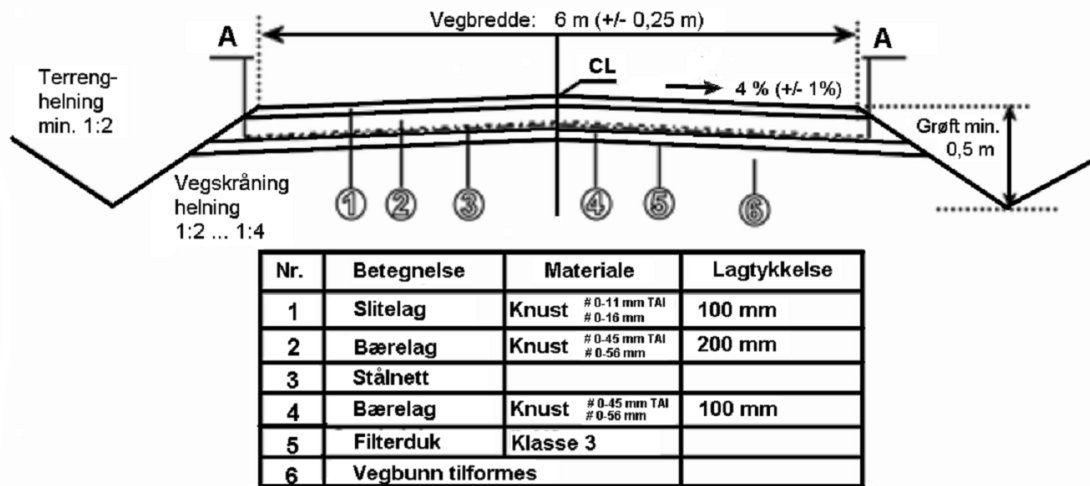
Geotekstilene skal legges på tvers av vegens lengderetning med minst 500 mm overlapping. Bærelaget legges over geotekstilene og komprimeres. Bærelagets tykkelse er vanligvis 200 eller 300 mm. Bærelaget høvles til et tverrfall på 4 %, deretter legges 100 mm slitelagsmasse på og blir på ny gitt et tverrfall på 4 %. Dersom massen fra det gamle slitelaget skal gjenvinnes, skal det utføres en ny proporsjonering. Det nye slitelaget får maksimalt inneholde 50 % gammel masse. Overgangskilene rekonstrueres ved å tilforme bærelagsmassene i helling 1:40. Slitelaget legges i full tykkelse på 100 mm. Geotekstiler (fiberduk) skal ikke benyttes i overgangskilene.

En analyse av dreneringsens tilstand og forbedring bør utføres før man gjennomfører arbeidsoppgavene som er nevnt ovenfor. Det anbefales at man benytter Roadex III prosjektrapporten "Managing Drainage on Low Volume Roads" (Aho og Saarenketo 2006) når dreneringsens tilstand skal evalueres.

TILTAKSKORT

FORSTERKNING AV GRUSVEG

METODE: Forsterkningstiltak II
SRI – Armering med stålnett (Steel Reinforcement)



ARBEIDSMETODE:

Fjerning av gamle masser

Rehabiliteringen starter med å fjerne eksisterende slitelag til en dybde av 50-150 mm fra vegoverflaten. Gammel slitelagsmasse bør også fjernes fra overgangskilene. Slitelag med høyt finstoffinnhold må ikke bli igjen under den nye konstruksjonen, men det kan senere benyttes i det nye slitelaget eller brukes på vegskuldrene. Etter at det gamle slitelaget er fjernet, bør de gjenværende 100-150 mm av den gamle overbygningen tas bort dersom grunnen ser ut til å variere. Senere kan disse gamle massene benyttes på vegskuldrene om nødvendig. Utgravningen bør gjøres minst 300 mm bredere enn den nye vegskulderen. Før geotekstilene (filterduken) plasseres, må vegen høvles til 4 % tverrfall og komprimeres.

Nye lag – Stålarmering

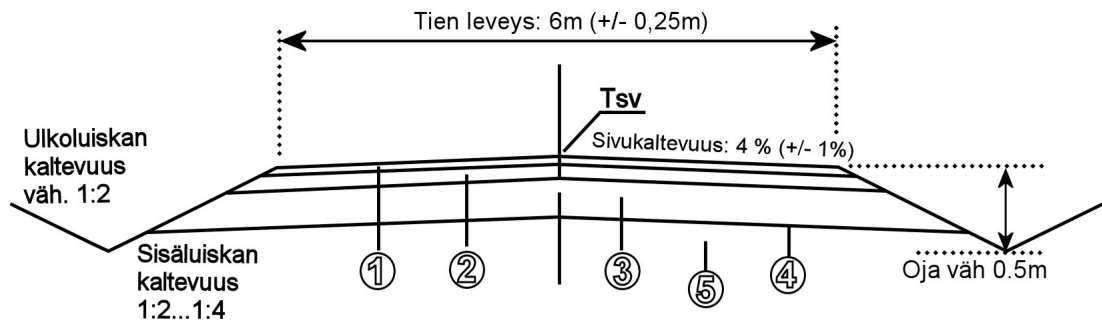
Geotekstilene plasseres på bunnen av utgravningen. Over dette legges det ut 100 mm bærelagsmasse som komprimeres. Bærelaget høvles og komprimeres til 4 % tverrfall og deretter legges stålnett på. Stålnettene bør strekke seg ut i innerskråningene med en lengde "A" i den aktuelle dybden, jfr. figur. Stålnettene bør installeres med de tversgående stålstengene underst. Vanligvis legges det 200 mm med bærelagsmasse over stålnett. Bærelaget høvles og komprimeres til 4 % tverrfall, hvorefter et 100 mm slitelag legges ut på toppen. Deretter høvles dette og komprimeres til samme tverrfall, 4 %. Dersom gammel slitelagsmasse skal gjenvinnes, må en proporsjonering gjennomføres. Det nye slitelaget skal max inneholde 50 % gammelt materiale. Overgangskilene rekonstrueres ved å tilforme bærelagsmassene i helning 1:40, mens slitelaget konstrueres med full tykkelse på 100 mm. Geotekstiler (fiberduk) benyttes ikke i overgangskilene.

En analyse av drenerings tilstand og forbedring bør utføres før man gjennomfører arbeidsoppgavene som er beskrevet ovenfor. Det anbefales at man benytter Roadex III prosjektrapporten "Managing Drainage on Low Volume Roads" (Aho og Saarenketo 2006) når drenerings tilstand skal evalueres.

TILTAKSKORT

FORSTERKNING AV GRUSVEG

METODE: Forsterkningstiltak III
RA – Heving av linjepålegget (Raising Road Alignment)



N:o	Nimitys	Materiaali	Paksuus
1	Kulutuskerros	Murske # 0-11mm TAI # 0-16mm	100 mm
2	Kantava kerros	Murske # 0-45mm TAI # 0-56mm	200 mm
3	Jakava kerros	Murske # 0-56mm TAI # 0-63mm	200-300 TAI >300mm
4	Suodatinkangas	Ik N3	
5	Tiepohjan muotoilu ja tarvittaessa homogenisointi		

ARBEIDSMETODE:

Fjerning av gammelt slitelag

Rehabiliteringen starter med å fjerne eksisterende slitelag til en dybde av 100-150 mm fra overflaten. Gammel slitelagsmasse bør også fjernes fra overgangskilene. Slitelag med høyt finstoffinnhold må ikke bli igjen under den nye konstruksjonen, men det kan senere benyttes i det nye slitelaget eller brukes på vegskuldrene. Etter at det gamle slitelaget er fjernet, bør de øverste 300 mm av overbygningen homogeniseres om nødvendig. Homogeniseringen utføres for å fjerne steiner og steinblokker og skape en homogen plattform for den nye overbygningen. Før geotekstilene (fiberduken) plasseres bør vegen høvles til 4 % tverrfall og komprimeres.

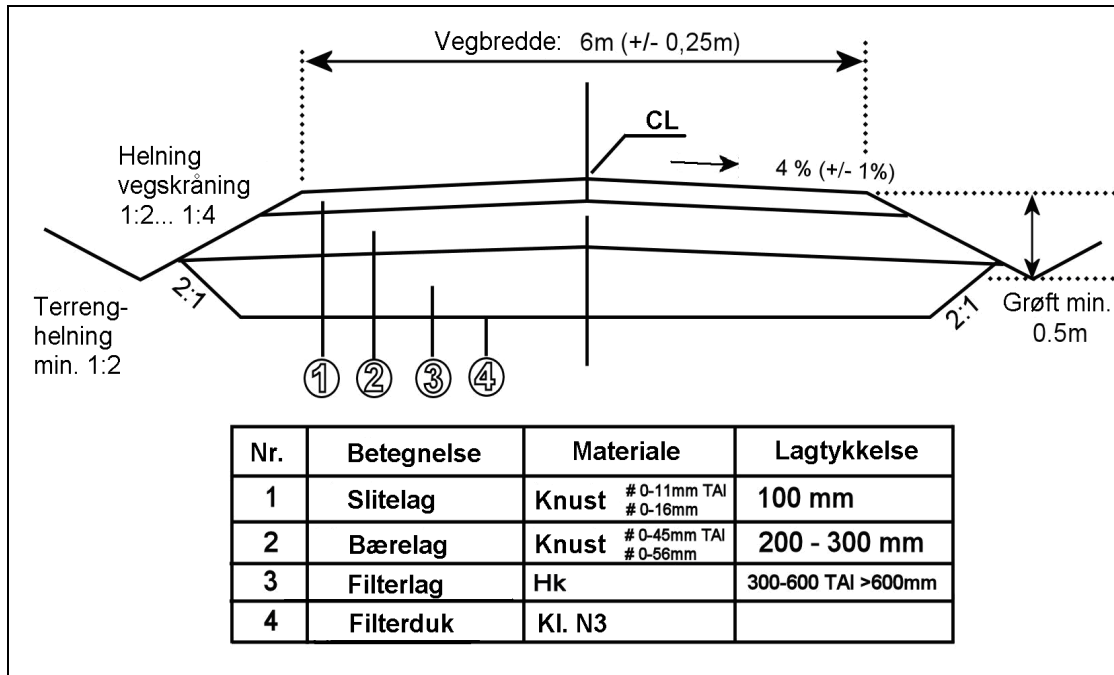
Nye lag

Geotekstilene plasseres med minst 500 mm overlapping i vegens lengderetning. Over disse legges det ut et 200-300 mm forsterkningslag (skadeklasse A.III) eller > 300 mm (skadeklasse B.III) og på toppen 200 mm bærelagsmasse som komprimeres på geotekstilene. De utlagte lagene gis 4 % tverrfall og komprimeres. Over dette legges 100 mm slitelagsmasse. Også slitelaget høvles til 4 % og komprimeres. Dersom gammel slitelagsmasse skal gjenvinnes, må en proporsjonering gjennomføres. Det nye slitelaget skal max inneholde 50 % gammelt materiale. Overgangskilene rekonstrueres ved å tilforme bærelagsmassene i helning 1:40, mens slitelaget konstrueres med full tykkelse på 100 mm. Geotekstiler (fiberduk) benyttes ikke i overgangskilene.

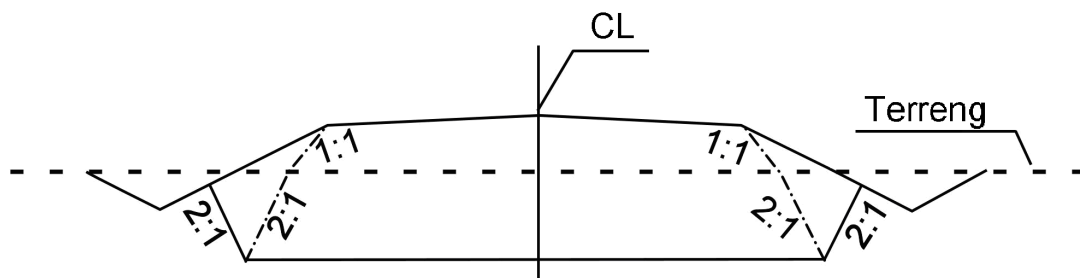
En analyse av dreneringsens tilstand og forbedring bør utføres før man gjennomfører arbeidsoppgavene som er nevnt ovenfor. Det anbefales at man benytter Roadex III prosjektrapporten "Managing Drainage on Low Volume Roads" (Aho og Saarenketo 2006) når dreneringsens tilstand skal evalueres.

TILTAKSKORT**FORSTERKNING AV GRUSVEG**

METODE: Forsterkningsmetode IV
SRP – Materialutskiftning (Soil Replacement)

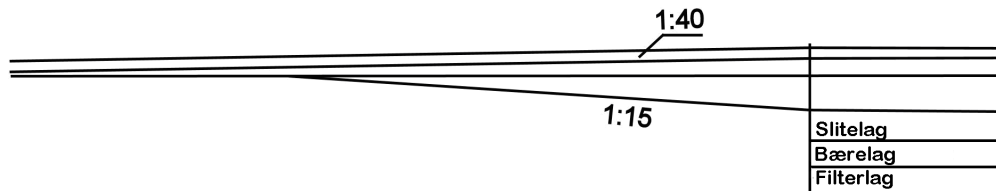
**ARBEIDSMETODE:****Fjerning av gamle masser, montasje av filterduk og overgangskiler 1:15**

Rehabiliteringen starter med å fjerne det eksisterende slitelaget til en dybde av 100-150 mm fra vegoverflaten. Gammel slitelagsmasse bør også fjernes fra overgangskilene. Slitelag med høyt finstoffinnhold må ikke bli igjen under den nye konstruksjonen, men det kan senere benyttes i det nye slitelaget eller brukes på vegskuldrene. Etter at det gamle slitelaget er fjernet, fjernes de gamle massene ned til en dybde av 600-900 mm fra vegoverflaten (skadeklasse A.IV) eller >900 mm (skadeklasse B.IV). Geotekstilene (fiberduken) plasseres i bunnen av utgravningen. Bredden på utgravningen kan bestemmes ved hjelp av Figur 1 (Tielaitoksen selvityksiä 2/1993). En del av de gamle massene kan brukes på nytt på vegskuldrene om nødvendig.



Figur 1. Bestemmelse av utgravningsbredde.

Overgangskilene som vises i figur 2, bør utføres helt til enden av området hvor masseutskiftingen skal skje. Isolasjonslaget bør legges ut med helning 1:15 og bærelaget med helning 1:40. Slitelaget utføres med full tykkelse 100 mm. Geotekstiler (fiberduk) skal ikke brukes i overgangskilene.



Figur 2. Langsgående seksjon av overgangskile

Nye lag

Først legges geotekstilene ut med minst 500 mm overlapping i vegens lengderetning. Deretter påføres et isolasjonslag i tykkelse 300-600 mm (skadeklasse A.III) eller > 600 mm (skadeklasse B.III) og et 200-300 mm bærelag som kompakteres. Bærelaget planeres og kompakteres med 4 % tverrfall. Over dette legges 100 mm slitelagsmasse. Også slitelaget høvles til 4 % tverrfall og kompakteres. Dersom gammel slitelagsmasse skal gjenvinnes, må en proporsjonering finne sted, og det nye slitelaget får ikke inneholde over 50 % av gammel masse.

En analyse av dreneringens tilstand og forbedring bør utføres før man gjennomfører arbeidsoppgavene som er beskrevet ovenfor. Det anbefales at man benytter Roadex III prosjektrapporten "Managing Drainage on Low Volume Roads" (Aho og Saarenketo 2006) når dreneringens tilstand skal evalueres.