



Statens vegvesen

Telehiv på nye norske veger

- hvorfor, og hva kan gjøres for å unngå dette?

Statens vegvesens rapporter

Nr. 79



Vegdirektoratet
Veg- og transportavdelingen
Byggherreseksjonen
Februar 2012

Tittel

Telehiv på nye norske vegger

Title

Frost heave on new Norwegian roads

Undertittel

- hvorfor, og hva kan gjøres for å unngå dette?

Subtitle

-why, and what can be done to avoid this?

Forfatter

Utarbeidet av "ekspertgruppe telehiv"
Vegdirektoratet

Author**Avdeling**

Veg- og transportavdelingen

Department

Roads and Transport Division

Seksjon

Contracting Management Section

Section**Prosjektnummer****Project number****Rapportnummer**

Nr. 79

Report number

No. 79

Prosjektleder**Project manager****Godkjent av****Approved by****Emneord****Key words****Sammendrag**

Ekspertgruppen har spesielt undersøkt, og forsøkt å finne årsakene til at det har oppstått frostskaider og telehiv på følgende nye vegstrekninger:

E18 Krosby - Knapstad

E16 Wøyen - Bjørum

Rv2 Kløfta – Nybakk

Summary

Ekspertgruppens undersøkelser har vist at det er ulike forhold som har ført til at det har oppstått telehiv. Det er registrert både prosjekteringsfeil, mangler ved utførelsen av vegoverbygningen og mangler/underdimensjonert drenering.

Forord

Bakgrunn og nedsetting av en ekspertgruppe

I løpet av de siste to vintrene er det registrert frostskafer og telehiv på flere nye vegstrekninger. Med dette som bakgrunn igangsatte Vegdirektoratet ved Vegdirektøren et arbeid med mandat å finne årsaken. Det ble nedsatt en ekspertgruppe for å gjennomføre undersøkelser av utvalgte vegstrekninger. Ekspertgruppen vil også foreslå mulige forbedringstiltak som kan ha betydning for å unngå slike hendelser i fremtiden.

Ekspertgruppen har bestått av

Eirik Øvstedal, Vegdirektoratet (leder)
Jan Eirik Henning, Vegdirektoratet (sekretær)
Jostein Aksnes, Vegdirektoratet
Inge Hoff, NTNU
Geir Jensen, Statens vegvesen, Region Øst
Geir Refsdal, Statens vegvesen, Region Øst

I tillegg ble det etablert en bransjesammensatt ressursgruppe representert ved Rådgivende ingeniørers forening (RIF), Maskinentreprenørenes forening (MEF) og Entreprenørforeningen bygg og anlegg (EBA).

Hensikten med dette har vært å involvere hele bransjen i disse problemstillingene, med tanke på å oppnå en felles bransjeforståelse for de tiltak som foreslås.

Ressursgruppen har bestått av

Kjell Arne Aurstad, MEF (K.A. Aurstad AS)
Guro Brendbekken, RIF (Eget firma)
Tore Jan Hansen, EBA
Yngvar Hanson, RIF (Multiconsult)
Magne Nærum, MEF (Magne Nærum AS) – Reserve
Øystein Syltern, MEF (Johs Syltern AS).

Ekspertgruppens mandat

Ekspertgruppen skal gjennomgå og analysere resultater fra de undersøkelsene som nå gjøres på utvalgte vegstrekninger med tanke på å finne årsaker til telehiv. Ekspertgruppen skal også foreslå tiltak både knyttet til tekniske spesifikasjoner, prosjektering, styring av entreprisdriften og vurdere behov for kompetanseheving, både hos entreprenørene og hos byggherren.

Undersøkte vegstrekninger

Følgende nye vegstrekninger med telehiv og teleskafer er undersøkt og rapportert spesielt:

E18 Krosby - Knapstad
E16 Wøyen - Bjørum
Rv2 Kløfta - Nybakk
E 6 Hovinmoen - Dal

For de tre første prosjektene er det registrert telehiv. På E6 Hovinmoen - Dal er det kun registrert tre mindre setninger som blir rettet opp når siste asfaltlag legges (slitelaget), og denne strekningen er derfor ikke fulgt opp nærmere i denne undersøkelsen.

Ekspertgruppen har ikke i særlig grad undersøkt innspillet fra Bioforsk om at økt saltbruk på vegene kan være en medvirkende årsak til telehiv. Dette betyr ikke at ekspertgruppen avviser at økt saltbruk kan være en medvirkende årsak, men gruppen finner det mindre sannsynlig at økt saltbruk skal være årsak til telehivene. Generelt er det viktig at asfaltdekkene lappes og holdes mest mulig sprekkefrie slik at vann ikke trenger ned i overbygningskonstruksjonen. Innspillet er imidlertid forelagt NTNU til uttalelse, og svar derfra, fremgår av vedlegg 1.

Innhold

	<u>Side</u>
Sammendrag	5
1 Teleskader på nybygde vegger 2009 – 2011.	8
1.1 Generelt	8
1.2 Rv2 Kløfta – Nybakk	8
1.3 E16 Wøyen – Bjørum	9
1.4 E18 Krosby – Knapstad	9
2 Betydning av drenering – generelt.	11
3 Frostdimensjonering etter Håndbok 018	12
3.1 Gjeldende bestemmelser	12
3.2 Er dagens bestemmelser gode nok?	12
3.3 Forslag til endringer i dimensjonering og praksis	13
4 Hva koster det å frostsikre vegger?	15
4.1 Generelt	15
4.2 Beregning av frostsikringskostnad på rv2	15
5 Kontraktsforhold og utførelse i byggefasen	17
5.1 Gjeldende krav	17
5.2 Er kravene entydige og gode nok?	17
5.3 Kontroll og kvalitetssikring i gjennomføringsfasen	17
5.4 Forslag til interne endringer og tiltak	18
5.5 Forslag til endringer og tiltak mot entreprenørbransjen	18
6 Krav til grunnundersøkelser	19
7 Kompetanse og opplæring	20
7.1 Krav til kompetanse	20
7.2 Opplæring	20
8 Konklusjon og forslag til tiltak på kort og lang sikt	21
8.1 Årsaksforhold	21
8.2 Tiltak på kort sikt (2 - 4 måneder)	21
8.3 Tiltak på mellomlang sikt (6 - 16 måneder)	21
8.4 Tiltak på lang sikt (2 - 3 år)	22

VEDLEGG:

Vedlegg 1: Vegsaltets betydning for telehiv.

Vedlegg 2: Frostsikring - en lønnsom investering?

Vedlegg 3: Kostnadssammenligning av ulike vegoverbygninger, RV2.

Vedlegg 4: Spenningsberegninger

Vedlegg 5: Krav om utførelse av grunnundersøkelser

Vedlegg 6: Kompetanse og opplæring.

Vedlegg 7: Detaljert beskrivelse av strekninger med teleskader

Vedlegg 8: Detaljer om dreneringsforholdene på strekninger med teleskader

Vedlegg 9: - **E16 ved Isi**

Oppgraving i forbindelse med teleskader

Vurdering av registrerte data og analyseresultater

- E18 Krosby - Knapstad

Utgraving i forbindelse med teleskader

Vurdering av registrerte data og analyseresultater

Sammendrag

Strekninger med telehiv og årsaksforhold

Ekspertgruppen har spesielt undersøkt, og forsøkt å finne årsakene til at det har oppstått frostskafer og telehiv på følgende nye vegstrekninger:

- E18 Krosby - Knapstad
- E16 Wøyen - Bjørum
- Rv2 Kløfta – Nybakk

Ekspertgruppens undersøkelser har vist at det er ulike forhold som har ført til at det har oppstått telehiv. Det er registrert både prosjekteringsfeil, mangler ved utførelsen av vegoverbygningen og mangler/underdimensjonert drenering.

For Rv2 Kløfta – Nybakk er det benyttet for tynn vegoverbygning ut fra stedlige grunnforhold, kombinert med for lav dimensjonerende frostmengde sammenlignet med de faktiske frostmengder en har hatt i disse områdene de to siste vintrene.

For E16 Wøyen – Bjørum synes den valgte overbygningstykkelsen (1m) å ha vært for tynn i forhold til at det er ujevne grunnforhold på deler av strekningen. Prøvetaking viser i tillegg usortert materialer i forsterkningslaget og for høyt finstoffinnhold (litt telefarlig materiale, T2) i forsterkningslaget og avrettingslaget

For E18 Krosby – Knapstad er det ikke holdepunkter for at den frosttekniske dimensjoneringen har vært for dårlig. Prøvetaking viser imidlertid usortert materialer i forsterkningslaget og for høyt finstoffinnhold (litt telefarlig materiale, T2) i forsterkningslaget og avrettingslaget. Mangelfull drenering på enkelte partier kan også være en medvirkende årsak.

Forslag til tiltak

Tiltak knyttet til eksisterende problemstrekninger.

Ekspertgruppen har ikke vurdert og anbefalt konkrete utbedringstiltak på de vegstrekningene som er undersøkt. Ekspertgruppen mener imidlertid at en fullgod løsning som eliminerer telehivene på de undersøkte strekningene, bare kan oppnås med utskifting av eksisterende vegoverbygning. Ekspertgruppen er av den oppfatning at omfattende tiltak som oppgraving og utskifting av vegoverbygningen på aktuelle strekninger, vil medføre store ulemper for trafikkavviklingen. En fullgod løsning med utskifting av eksisterende vegoverbygning, vil eventuelt kreve detaljerte utredninger i det enkelte tilfelle.

For de enkelte problemstrekningene som er undersøkt, er det utført og det vil bli utført noen enkle og lite kostnadskrevenne tiltak i første omgang for å finne ut om disse har noen effekt. Av slike enkle tiltak kan nevnes:

For Rv2 Kløfta – Nybakk utførte imidlertid Region øst, høsten 2010, tiltak på strekningen mellom Flindrum og Nedre Lund bru, med tanke på å rette opp skadene og forbedre kjørekomforten. Her kontrollerte en dypdreneringen, freste ned toppene på det ujevne

vegdekket og reasfalterte. Selv om ikke alle problemer ble løst med dette, har mange av ujevnhetene blitt borte. Det er derfor planlagt å utføre tilsvarende tiltak på strekningen ved Borgen i løpet av 2011.

For E16 er det foreløpig ikke tatt stilling til aktuelle tiltak for å bedre på forholdene.

For E18 Krosby – Knapstad er det planlagt å forbedre drenssystemet i løpet av 2011. Ut fra dette vil en avvente en vinter for å se om utført tilleggsdrenering gir forventet effekt og redusert omfang av telehiv, før ytterligere tiltak blir vurdert.

Tiltak knyttet til retningslinjer, prosedyrer og rutiner for planlegging, prosjektering og bygging.

Ekspertgruppen har foreslått ulike tiltak på kort (2 - 4 måneder), mellomlang (6 - 16 måneder) og lang (2 - 3 år) sikt.

Tiltak på kort sikt:

- innskjerping, tydeliggjøring og forenkling av kravene til frostsikring i retningslinjene, Håndbok 018 Vegbygging.
- økt prioritering av vegteknologi i etatens løpende byggherrekurs/-opplæring.
- gjennomføre temamøte for byggherre, rådgivere og entreprenører.
- innskjerping av prosedyrene for entreprenørens produksjonskontroll og byggherrens stikkprøvekontroll.

Tiltak på mellomlang sikt:

- gjennomføre analyse av lønnsomheten ved økt frostsikring av nye veger, levetidsanalyse.
- skjerpe kravene til vegteknisk kompetanse hos rådgivere, entreprenør og byggherre
- bedre redigering av innholdet i Håndbok 018 Vegbygging
- forbedre kravspesifikasjonen til utlegging og komprimering i entreprisekontrakter, herunder samordne kontraktstekst og tekst i retningslinjen, håndbok 018.
- Vurdere økt bruk av knuste masser i stedet for sprengstein i forsterkningslaget.
- vurdere forbedringstiltak gjennom etatsprogrammet "Varige veger"
- utarbeide "brakkeplakat", Brakkeplakaten fremstiller utførelse og geometriske krav med utdrag fra Håndbok 018 Vegbygging på en enkel og brukervennlig måte.

Tiltak på lang sikt

- oppdatering av den frosttekniske grunnkunnskapen
- utarbeide lærebok i vegteknologi

Ekspertgruppen anbefaler dessuten at det blir utredet ny frostteknisk dimensjoneringspraksis ved at alle veger på middels eller meget telefarlig undergrunn skal frostsikres etter grunnforhold (variasjonsklasse) 3, jfr vedlegg 2 og 3.

I tillegg anbefales det at en ser på dagens forutsetninger for valg av dimensjonerende frostmengde. Ekspertgruppen mener at det ved frostsikring generelt bør benyttes en dimensjonering etter minimum F10, og at det bør utredes/vurdere F100 for viktige vegstrekninger med mye trafikk (motorveger). I tillegg til økt frostsikring vil dette også være et bidrag til både økt bæreevne og økt levetid.

(F 10 eller F100 betyr at frostmengden, statistisk sett, kan overskrides henholdsvis en gang hvert 10. eller 100. år)

1 Teleskader på nybygde veger 2009-2011

1.1 Generelt

Ingen norske veger - uansett trafikkmengde - dimensjoneres slik at de er fullstendig frostsikre. Når en veg skal bygges "frostsikker", så gjøres det slik at vegen statistisk sett skal være sikret mot telehiv i 9 av 10 vintre. Den tiende vinteren, når frosten går ned i telefarlig undergrunn, vil vi få telehiv, men dette skal likevel ikke være til vesentlig ulempe for trafikantene. Og selv om telehivet er der i denne tiende vinteren, så er det ofte så jevnt at det ikke merkes.

De motorveger som ble bygget på 60-, 70- og 80-tallet har de siste to vintrene blitt utsatt for de samme frostpåkjenningene som alle andre veger. Disse vegene har tålt vinterpåkjenningene godt.

Når en rekke nybygde høytrafikkveger nå ikke har tålt de siste vintrene er det derfor vanskelig å knytte det til de regler vi har for hvordan veger skal frostsikres, da disse reglene gradvis har blitt skjerpet. Årsakene kan derfor skyldes den *måten* vegnormalene brukes på

- i plan- og prosjekteringsfasen
- i gjennomføringsfasen, eller
- i entreprenørens og byggherrens kontroll og kvalitetsoppfølging

Nedenfor er en det gitt en kort beskrivelse av de vegstrekningene som ble berørt av teleskader mens en mer utfyllende beskrivelse av strekningene er gitt i vedlegg 7. I vedlegg 8 er det i tillegg beskrevet detaljer om drenerforholdene på strekningene.

1.2 Rv 2 Kløfta - Nybakk

Parsellen er 9,5 km lang og ble åpnet for trafikk i 2007. Vinteren 2009/10 var det telehiv / setninger over en strekning på ca. 400 m mellom Flindrum bru og Nedre Lund bru. Vinteren 2010/11 har det oppstått et nytt område ved Borgen. Størrelsen av telehiv varierer fra 0 til 50 mm på strekningene mellom overnevnte bruer, og enda noe mer ved Borgen (metoden for måling av telehiv var bruk av snor hvor pilhøyden ble målt med tommestokk).

Grunnforholdene langs parsellen var en blanding av silt og leire med veldig store lokale variasjoner. I skjæringene var det mange vannførende lag. I forbindelse med prosjekteringen av vegen i 2004 ble det valgt en vegoverbygning med en total tykkelse på 1,20 m. På mindre lokale strekninger, der det var veldig dårlige grunnforhold (lav bæreevne), som ble avdekket i gjennomføringsfasen, et det lagt inn et ekstra gruslag på 0,40m slik at tykkelsen på vegoverbygningen ble økt til 1,6m.

Tosidig dyp drenering i samsvar med Håndbok 018 Vegbygging ble valgt, hvor bunn av drenerledning skal ligge 30 cm under traubunn.

For aktuelle strekninger på dette prosjektet anses ikke dreneringsystemet mangelfullt og dreneringsystemet antas ut fra dette ikke å ha bidratt til telehivproblemer som er oppstått. Dreneringsystemer er i samsvar med retningslinjene (normalene) og vanlig praksis.

Region øst har vurdert flere alternativer for å rette opp skadene og forbedre kjørekomforten. Høsten 2010 ble det utført tiltak på strekningen mellom Flindrum og Nedre Lund bru. Her kontrollerte en dypdreneringen, freste ned toppene på det ujevne vegdekket og reasfalterte. Selv om ikke alle problemer ble løst med dette, har mange av ujevnhetene blitt borte. Det foreslås derfor å bruke samme metode på strekningen ved Borgen i løpet av 2011.

1.3 E16 Wøyen – Bjørum.

Denne vegstrekningen ble åpnet for trafikk i mai 2009. Parsellen har en lengde på 5 km, hvorav 2,5 km i tunnel. Det har vært to entrepriser og det er skader på begge strekninger. Skadene er fordelt på tre strekninger - alle i dagsonen - samlet lengde er ca 250 m

Undergrunnen består av leire, men i den nordre delen er det både leire og fyllinger av stein. Overbygningen er dimensjonert etter 1999-utgaven av Håndbok 018. Selv om det er dårlige grunnforhold på strekningen, ble grunnforholdene antatt til å være jevne til noe varierende (klasse 1-2). Tykkelsen på overbygningen er derfor på kun 1 m med forsterkningslag av sprengstein. Etter 2005-utgaven av Håndbok 018, ville vegoverbygningen blitt 1,2 -1,5 m ut fra samme forutsetninger.

Det synes klart at overbygningen er for tynn, men det alene er neppe skyld i skadene. Det er derfor utført oppgraving i vegoverbygningen for visuell bedømmelse, og det er tatt prøver for å bestemme finstoffinnholdet, da dette også kan være av betydning. Skadeårsakene er som regel komplekse. Vi har god erfaring med tynne overbygninger på dårlig grunn så lenge grunnforholdene er helt jevne.

Drenssystemer er i samsvar med retningslinjene (normalene) og vanlig praksis. 50 mm XPS regnes vanligvis å gi samme isolasjonsevne som 50 cm jord. Dvs at der grøftene er 1,2m, blir reell dybde 1,7m. For aktuelle delstrekninger på dette prosjektet har ikke mangelfullt drens-system bidratt til telehivproblemer som er oppstått.

Konklusjoner etter oppgravinger og analyser av prøvematerialet, vedlegg 9.

- * Grunnforholdene, som bestod av meget telefarlig leire, var ikke så jevne som forutsatt, og en total overbygningstykkelse på 1,0 m ble dermed frostteknisk for liten.
- * Forsterkningslag skal være åpne slik at det er selvdrenerende. Dette forsterkningslaget var derimot noe telefarlig.
- * Største steinstørrelse i et slikt forsterkningslag skal ikke bygge mer enn halve lagtykkelsen. Dette kravet er ikke tilfredsstillt her.
- * Forsterkningslag skal avrettes med finere, ikke telefarlige materialer. Avrettingslaget besto her i hovedsak av litt telefarlig materiale.

Hovedkonklusjon: Her er det gjort mange feil. Disse feilene kan langt på vei forklare de problemer som har oppstått.

Det er foreløpig ikke tatt stilling til eventuelle tiltak for å bedre på forholdene.

1.4 E18 Krosby - Knapstad

Denne vegstrekningen ble åpnet for trafikk i mai 2010. Parsellen har en lengde på 8 km.

En strekning på ca. 50 m, og punkter på en 900 m strekning, er utsatt for telehiv. Det er korte partier med jordtrau (overgang jord/berg) mellom bergskjæringer som er utsatt for telehiv.

Tykkelsen på overbygningen er 1,6 m. Overbygningstykkelsen på 1,6 m er i overkant av hva den frosttekniske dimensjoneringen etter håndbok 018 (utgave 2005) krever, forutsatt at risikoen for varierende grunnforhold er vurdert riktig. Man er kjent med manglende drenering på enkelte punkter, samt noe høyt finstoffinnhold i forsterkningslaget. Det er derfor utført oppgraving i vegoverbygningen for visuell bedømmelse, og det er tatt prøver for å bestemme finstoffinnholdet, da dette også kan være av betydning

Lang erfaringen med 1,5 m vegoverbygning på motorveger i Østfold tilsier at det neppe kan være overbygningstykkelsen som er hovedårsaken til telehivproblemene på strekningen.

På bakgrunn av dette foreslås i første omgang tiltak som omfatter, supplerende drenering, observasjon av strekningene kommende vinter og vurdering av ytterligere tiltak basert på resultater fra utført oppgraving.

For delstrekningen Krosby – Knapstad veg II på dette prosjektet anses at mangelfullt drencsystem kan ha bidratt til telehivproblemer som er oppstått ved pel 22240- 22340 på høyre side. Dette er en strekning på 100 m som vil bli utbedret i sommer/ høst.

Det er derfor stor sannsynlighet for at drencsystemet ikke har nådd full kapasitet ennå pga kort tid mellom ferdigstillelse og vinter. Drencsystemet har trolig ikke fått nok tid til å drenere grunnen tilstrekkelig før frosten kom.

Konklusjoner etter oppgravinger og analyser av prøvematerialet, vedlegg 9.

- * Forsterkningslag skal være åpne slik at de er selvdrenerende. Dette forsterkningslaget består i hovedsak av litt telefarlige materialer og det er visuelt vurdert som konsekvent subbusmettet (dsv ikke selvdrenerende).
- * Største steinstørrelse i et slikt forsterkningslag skal ikke bygge mer enn halve lagtykkelsen. Dette kravet er ikke tilfredsstillt her.
- * Forsterkningslag skal avrettes med finere, ikke telefarlige materialer. En tredel av materialprøvene tilfredsstilte ikke dette kravet.
- * Mangelfullt drencsystem kan ha bidratt til problemene

Hovedkonklusjon: Det er gjort betydelige avvik i utførelsen i forhold til normalenes krav og disse kan i noen grad forklare de problemene som har oppstått.

2 Betydningen av drenering - generelt

Drenssystemets utforming/plassering og funksjon er viktig for at vegkonstruksjonen skal fungere som forutsatt, dvs. at vannet skal ledes vekk både i anleggsfasen og i den ferdige konstruksjonen.

Prinsipielt er det slik at ved alle vanlige vegkonstruksjoner skal drenssystem og avløpsledninger ligge under planumsnivå, dvs. at overbygningen alltid skal være drenert. Drenssystemer kan være åpne eller lukkede, eller bestå av en kombinasjon av åpen/grunngrøft for overvannet og dyp/lukket drensgroft for å ta hånd om grunnvannet før det ledes bort i felles avløpsledninger og stikkrenner mv. Drenssystem vil også omfatte de flater som vannet kan renne langs, f.eks planum (traubunn, avplanert fylling), og disse må derfor ha fall som muliggjør avrenning slik at vannlommer ikke oppstår.

Drenering i anleggsfasen er også viktig. Blant annet er det viktig å unngå sporkjørt traue med lommer av vann som kan fryse ut massivt, eller som kan bidra til store problemer med tilføring av vann til vannømfintlige/tefefarlige masser.

De registreringer av betydelige telehiv på nye veger som ble registrert våren 2011, er sannsynligvis et resultat av flere ulike feil, både mht vurdering av stedlige forhold, tykkelse på vegoverbygningen drenering, materialkvalitet, utførelse og kontroll. Når ikke vannet tas vare på i et veganlegg vil det være en invitasjon til problemer, men igjen: som oftest vil dette skje i sammenheng med andre feil i oppbygningen.

Mangelfull drenering eller feil ved drenssystemet er det imidlertid i mange tilfeller overkommelig å utbedre i ettertid, uten at det medfører altfor store kostnader.

En mer utførende beskrivelse av drensforholdene er vist i vedlegg 8.

3 Frostsikringsdimensjonering etter håndbok 018

3.1 Gjeldende bestemmelser

Håndbok 018 Vegbygging som bla omhandler frostdimensjonering og dimensjonering mot telehiv ble senest oppdatert 1. januar 2011. Den største endringen ift frostdimensjonering var at ÅDT- gruppen for obligatorisk frostsikring ble senket fra ÅDT 10 000 kjt til 5 000 kjt.

Ellers er grunnforholdene og variasjonene i disse en viktig faktor for å fastlegge dimensjoneringen av frostsikringen. Telefarlighetsklassen til materialene i undergrunnen inngår ikke i dimensjoneringen.

Når frostsikring slår inn, skal en sikre seg mot en 5-års eller en 10-års vinter (h_5 eller h_{10}).

1. Alle norske veger skal nå frostsikres ved
”sterkt varierende grunnforhold, og store ujevne telehiv er ventet”.
2. Mellom ÅDT 1500 – 5000 skal vegene frostsikres også når
”noe varierende grunnforhold, og en del ujevne telehiv er ventet”
3. For høytrafikkveger med ÅDT > 5000 skal alle veger frostsikres, selv ved
”homogene grunnforhold og bare små, ujevne telehiv er ventet”.

ÅDT	Grunnforhold *)	Frostsikring		
		Sand, grus, stein	Lettklinker og skumglass	Isolasjonsplater (XPS)
1500 - 5 000	3	h_5 (maks. 1,5 m)	h_5	h_{10}
≥ 5 000	1	h_5 (maks. 1,2 m)	h_{10}	h_{10}
	2	h_5 (maks. 1,5 m)	h_{10}	h_{10}
	3	h_{10} (maks. 1,8 m)	h_{10}	h_{10}

Det er likevel satt grenser for hvor tykk vegoverbygningen skal gjøres. Basert på lang erfaring, økonomiske hensyn og tekniske anslag, er det satt grenser ved 1,2, 1,5 eller 1,8 m.

3.2 Er dagens bestemmelser gode nok?

Det er åpenbart at telehiv som er registrert på mange høytrafikkveger de siste årene, ikke er akseptable, verken for vegbrukerne eller for Statens vegvesen som utbygger og driftsansvarlig.

Spørsmålet er om:

- vegnormalene eller bruken/tolkning av disse kan lastes for det som har skjedd, eller om
- kompetansen og utførelsen er god nok.

Svaret ligger trolig et sted mellom disse ytterpunktene eller en kombinasjon.

Vi har hatt to meget kalde vintre på rad i Sør-Norge. Begge har vært på grensen av det frostdimensjoneringen tar vare på, eller utover dette. En rask nedfrysing, tidlig på vinteren, som førte til at det kunne suges opp vann unormalt lenge til frostsonen fra undergrunnen, bidro til å forverre situasjonen. Likevel er det uventet at telehivene ble såpass omfattende.

Høytrafikkveger som ble bygget på 1960 og -70 tallet ble i store trekk frostsikret etter samme retningslinjer som vi bruker i dag. Likevel synes det som om disse vegene har klart seg bedre enn nybygde veger. Årsakene til dagens teleproblemer kan være:

- a) Moderne byggepraksis forutsetter bruk av vesentlig større og tyngre anleggsutstyr. Kan medføre deformasjoner/spor i traubunn og nedknusing av bære- og forsterkningslag.
- b) En raskere gjennomføring, noe som tilsier et større tempo i beslutninger
- c) Et større press på personellet ved at alle endringer blir gjenstand for diskusjoner om økonomiske krav og årsak til forsinkelser.
- d) Mer styring etter byggeøkonomi, som kan føre til at valg som vil gi god vedlikeholdsøkonomi blir skadelidende
- e) Press på teknologisk kompetanse.
- f) Drift av eksisterende vegnett, og dermed driftskontrollen er overlatt til entreprenører. Byggherren gjennomfører kun stikkprøvekontroll, som kanskje i for liten grad gjør det mulig å avdekke mangler. Kanskje er stikkprøvekontrollen for lite målrettet, og i for stor grad fraværende?
- g) At dreneringsforhold i overgangen over-/underbygning ikke er tatt godt nok vare på. Bruk av stadig tyngre anleggsutstyr kan ha bidratt til en slik utvikling.
- h) Økt bruk av usortert sprengstein i forsterkningslag uten tilstrekkelig kvalitetsoppfølging. Dette er et materiale som varierer mye og som derfor innebærer en risiko med hensyn til kvalitet. Både for stor stein i forhold til lagtykkelsen og finstoffanriking forekommer. Frostmotstanden i et slikt lag kan derfor være mye mindre enn for velgraderte materialer pga vanninnhold og konveksjon av luft i hulrom.

3.3 Forslag til endringer i dimensjonering og praksis

Risikonivået i dimensjonering av frostsikring

En endring bør ta sikte på å legge den frosttekniske dimensjoneringen på nivå med det risikobildet som avtegnes, ved at konstruksjonene gjøres så robuste at de i større grad skal kunne tåle avvik som ikke oppdages i stikkprøvekontrollen.

Prinsippet i en ny frostteknisk dimensjonering bør ta sikte på at det ikke skal være så lett å ta valg som er i strid med vegnormalenes intensjoner. Vegnormalene og konkurransegrunnlagene bør gjøres mer ”robuste”, dvs mer gjennomgående krav til frostsikring som ikke krever fortløpende observasjon og tilpassning i anleggstiden. I dag oppdages det ofte forhold i anleggsperioden som tilsier at det bør gjøres endringer i utførelsen for å kunne ta vare på behovene for frostsikring. Dette er forhold som entreprenører vil kunne utnytte til sin fordel, og byggherren vil tilsvarende være tilbakeholden på grunn av kostnadene.

Praksis i bruk av dimensjoneringsystemet

Endringer i risikonivået tilsier at kontraktene i stor grad bør favne de verste forholdene og slik at det blir unødvendig å gjennomføre endringer som er prisdrivende – gjerne så prisdrivende at det hadde lønnet seg å legge inn de ugunstigste forholdene i kontrakten fra starten av. Følgende praksis i dimensjoneringen foreslås:

- Alle veger med grunnforhold av telefarlighetsgrad T3 (middels telefarlig) eller T4 (meget telefarlig) skal frostsikres etter grunnforhold (variasjonsklasse) 3.

- I tunneler skal sålen alltid renskes til fast berg, og gryter i sålen skal sikres avrenning til frostsikret drensledning. Er grytene i berget for dype til at avrenningen er sikret, skal de støpes ut med magerbetong.
- Øke dimensjonerende frostmengde til minimum F10, og vurdere F100 for viktige vegstrekninger med mye trafikk.

Drøfting av endringsforslagene

1. Med utgangspunkt i at alle nye veger skal frostsikres når undergrunnen består av T3/T4-masser, kunne man tenke seg at det burde være mulig å lempe på kravene dersom det er gjennomført omfattende og nøyaktige grunnundersøkelser som dokumenterer meget homogene forhold på strekningen, dvs at det er liten fare for ujevne telehiv. I praksis vil det imidlertid være vanskelig å dokumentere grunnforholdene så godt at man kan nå en slik grad av sikkerhet. Med en slik bestemmelse vil det dessuten være fristende å prøve å bevise/overbevise om at det er homogene forhold på strekningen for å få spart penger i anleggsfasen, selv om dette ikke er tilfelle. Risikobildet vil da forverres.
2. Kostnadene for en vegoverbygning på en ny "normal veg" vil typisk ligge på ca 15 - 20 % av totalkostnadene for vegen. Tilleggs kostnaden for frostsikringen vil i gunstigste fall være ganske små når det finnes berg i linjen, og kan ellers antas å øke overbygningskostnadene med ca 30%. Total sett kan vi derfor måtte forvente en kostnadsøkning på typisk 5-6 %, jfr vedlegg 2 og 3.
3. Med tanke på at en
 - i praksis "aldri" vil kunne skifte ut, eller gå ned i vegkonstruksjonen for å utbedre feil
 - får betydelige gevinster knyttet til vintervedlikeholdet
 - får betydelige gevinster for vegbrukerne,er dette en kostnad som kan forsvares i et langsiktig perspektiv
4. Selv med et utgangspunkt for frostsikring som angitt over vil det være nødvendig å gi utfyllende bestemmelser for å sikre riktig anvendelse. Det kan også tenkes at frostmengdetabeller som normalene presenterer, og som er basert på meteorologiske data fra perioden 1930 – 1960, bør gås gjennom og vurderes på nytt.

Vedlegg 2 Frostsikring - er det en lønnsom investering, drøfter effekten av frostsikring.

4 Hva koster det å frostsikre veger?

4.1 Generelt

Våre vegnormaler (2011) beskriver at alle veger med en årsdøgntrafikk (ÅDT) over 5 000 som hovedregel skal frostsikres. Veger med mindre trafikk skal frostsikres når det er forventet store, ujevne telehiv. Det er likevel satt grenser for hvor tykk en vegoverbygning skal gjøres. Basert på erfaringer og økonomiske hensyn er det satt grenser på 1,2 til 1,8 m. De fleste av våre motorveger er bygget med overbygningstykkelser på 1,5 til 1,8 m. Grensen på ÅDT=5 000 er en innskjerping fra 2005-utgaven der grensen var satt til ÅDT=10 000.

Kostnaden for frostsikring av en veg utgjør ca 20 - 30% av vegoverbygningskostnad og den øker de totale prosjektkostnadene med 3 - 6%. Ofte vil imidlertid en fornuftig disponering av fjellmassene i linjen kunne redusere disse kostnadene betydelig.

Foran revisjonen av vegnormalen i 2005 ble det gjennomført en kostnadsanalyse som tydet på at frostsikring av nye veger kunne være lønnsomt helt ned til ÅDT=2000, forutsatt bare vegholders gevinst (vinterdrift) og kostnader (dekkefornyelse) ble tatt med i regnskapet. Senere er det (vedlegg 2) gjennomført analyser som tyder på at det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å frostsikre nye veger helt ned til ÅDT=1000. I praksis betyr det at det vil lønne seg å frostsikre nesten alle nye veger.

Ekspertgruppen har gjennomført kostnadsberegninger for ulike vegoverbygninger ut fra variasjoner i frostmengder. Disse beregningene er gjort for Rv2 i Akershus og er ikke nødvendigvis gyldige generelt for alle typer vegprosjekter og vegkonstruksjoner.

4.2 Beregning av frostsikringskostnad på rv2

Som eksempel er benyttet en vegstandard tilsvarende den som er bygget og vil bli videreført på Rv2 Kløfta – Kongsvinger (parsell Slomarka - Kongsvinger) med vegbredde 16,5 m. Beregninger er utført for frostmengde F2-19000h°C, F5-25000h°C, F10-34000h°C og F100-39000h°C. (F10 er den frostmengden som statistisk sett inntreffer hvert 10. år).

Ekspertgruppen foreslår et forenklet opplegg for fastsettelse av tykkelse på denne vegoverbygningen ved at total tykkelse alltid settes til 1,5m. Lagtykkelsene holdes da konstant, mens sammensetningen og innholdet i nedre forsterkningslag gjøres forskjellig avhengig av dimensjonerende frostmengde.

Frostsikringen ivaretas ved at deler av nedre forsterkningslag erstattes med 0,2, 0,3 eller 0,4 m med lettklinker eller skumglas.

Dette gir følgende kostnader for vegoverbygningen for dette eksempelet:

Vegoverbygning, uten isolasjon:	9100 kr/lm.
Vegoverbygning, med 0,2 m lettklinker eller skumglas (F2):	10500 kr/lm.
Vegoverbygning, med 0,2 m lettklinker eller skumglas (F5):	10500 kr/lm.
Vegoverbygning, med 0,3 m lettklinker eller skumglas (F10)	11500 kr/lm.
Vegoverbygning, med 0,4 m lettklinker eller skumglas (F100)	12200 kr/lm.

Til sammenligning er kostnaden for vegoverbygning for første utbyggingsetappe på Rv2 Kløfta - Nybakk, med forutsatt tykkelse på vegoverbygningen på 1,20m og dimensjonerende frostmengde (F2), beregnet til 7000 kr/lm.

Dette viser at det er relativt liten kostnadsforskjell om en velger å dimensjonere vegoverbygningen for F5, F10 eller F100, og fordelene må vektlegges i stor grad når type vegoverbygning skal velges, jfr også vedlegg 2.

Ved at lagtykkelsen holdes konstant gjennom hele parsellen oppnår en at det under gjennomføringen ikke vil være nødvendig å vurdere behovet for å øke overbygningstykkelsen på særlig utsatte partier. Dette vil være en positiv effekt ved det foreslåtte opplegget.

Ekspertgruppen mener at dette er noe det må arbeides videre med når en skal se på dagens krav og retningslinjer knyttet til dimensjonering og fremtidig vegoverbygning.

For detaljer i kostnadsberegninger av ulike vegoverbygninger, se vedlegg 3.

5 Kontraktsforhold og utførelse i byggefasen

5.1 Gjeldende krav

I anbudskonkurranser stilles det krav om at tilbyder skal ha nødvendig kompetanse og erfaring, både teknisk, faglig, organisasjonsmessig og administrativt.

De generelle krav til kvalitetssikring, for å sikre riktig oppfyllelse av kontraktsarbeidet, er at entreprenøren skal utarbeide en kontraktspesifikk kvalitetsplan som beskriver prosesser, prosedyrer og hvilke ressurser som skal anvendes for å oppfylle kravene i kontrakten.

Det henvises til NS 8406, pkt 11 Entreprenørens ytelse, hvor det står at kontraktsarbeidet skal oppfylle de krav som er angitt i kontrakten.

Hvis det ikke er angitt spesifikke kvalitetskrav til materialer og utførelse i kontrakten, gjelder slike kvalitetskrav som er vanlige for tilsvarende arbeider.

Når det gjelder kontroll og prøving av blant annet materialer er dette omtalt i konkurransegrunnlaget kap C2 Spesielle kontraktsbestemmelser, pkt 16 Kontroll og prøving (jfr NS 8406, pkt 14).

5.2 Er kravene entydige og gode nok?

I konkurransegrunnlagets kap A, dokumentliste er alle dokumenter listet opp som til sammen utgjør konkurransegrunnlaget. I denne sammenhengen er Håndbok 018 Vegbygging veldig sentral og det er henvist til denne.

Håndbok 018 Vegbygging er omfattende, og oppbygd på en slik måte at det kan være vanskelig å finne frem. Håndboka inneholder mange tekniske krav og bestemmelser for planlegging, prosjektering og bygging.

Når en, for eksempel skal søke opplysninger om krav til utførelse av forsterkningslag, finner en opplysningen om dette på ulike steder i håndboka. I det som følger er et eksempel på hvordan en må bla i Håndbok 018 for å finne alle opplysningene om utførelsen av forsterkningslaget.

Hovedteksten om utlegging og transport av forsterkningslag finnes under avsnitt 522.1 side 265, med henvisning til figurene 520.3 -520.5. Disse figurene er på side 247 -248.

Det henvises også til kap.23 Grunnforsterkning på side 65, samt avsnitt 512.133 Forsterkningslag side 216. I tillegg henvises det til avsnitt 525 Armering side 294.

Dette kan bli uoversiktlig, med mange muligheter for å gjøre feil.

5.3 Kontroll og kvalitetssikring i gjennomføringsfasen.

Entreprenøren skal utarbeide en kontraktsspesifikk kvalitetsplan som beskriver prosesser, prosedyrer og tilhørende ressurser for å ivareta kontroll og kvalitetssikring på en måte som skal sikre at kravene i kontrakten blir oppfylt.

Kvalitetsplanen skal vise entreprenørens systematiske ivaretagelse både av teknisk kvalitet og HMS. Kvalitetsplanen skal dekke alle arbeidsoperasjoner og minst inneholde følgende:

- Organisasjonsplan, kontrollplan (blant annet prøveomfang, krav / toleranser), arbeidsprosedyrer, avviks- og dokumentbehandling
- Krav til kompetanse

Byggherren skal utføre stikkprøvekontroll.

5.4 Forslag til interne endringer og tiltak

- Det nedsettes en arbeidsgruppe som ser på hvordan Håndbok 018 Vegbygging er bygd opp i dag og om den kan gjøres mer brukervennlig.
- Viktige forhold knyttet til utførelse og anleggstekniske forutsetninger bør omtales og vektlegges i større grad.
- Det bør utarbeides maks - krav til marktrykk som kan påføres ulike lag av vegkonstruksjonen i anleggsfasen fra anleggsmaskiner og transportutstyr, uten at vegkonstruksjonen skades eller at traubunn deformeres, jfr vedlegg 4, Spenningsberegninger
- "Vegbygging" gis mer i fokus i hele bransjen. Opplæring og bevisstgjøring på alle nivå. "Brakkeplakaten" fra 1993 oppdateres til 2011 utgave. Brakkeplakaten inneholder utførelse og geometriske krav med utdrag fra Håndbok 018 Vegbygging på en enkel og brukervennlig måte.

5.5 Forslag til endringer og tiltak mot entreprenørbransjen

- Entreprenører må dokumentere god kunnskap med hensyn til gjeldende krav og utførelse av vegbygging.
- Opplegg for kontroll og kvalitetssikring inkl roller og ansvar, etableres i samhandlingsfasen. (Samhandlingsfase er nå innført som standard i kontrakter for Statens vegvesen).
- Eksempel: NS - EN 13670. Utførelse av betongkonstruksjoner. Har spesifiserte krav til kompetanse for entreprenørens nøkkelpersonell. Slike krav bør også vurderes utarbeidet og gjort gjeldende for vegbygging.
- Det bør stilles krav om god kjennskap til innhold og bruk av de mest sentrale håndbøker knyttet til kontraktsarbeidet. Det gjelder spesielt følgende håndbøker og retningslinjer 018, 025, 026 og 066, med flere.
- Statens vegvesen bør lage et kursopplegg omkring dette temaet som entreprenørens anleggsledelse og byggherrens byggeledelse må gjennomføre før de får anledning til å være anleggsleder/byggeleder.
- Vurdere å innføre stillingsfunksjonen "kontrollleder" for de store og kompliserte prosjektene. Ansvaret til en slik funksjon er å samordne kvaliteten for alle fagområdene slik at "den totale kvaliteten" er som bestilt gjennom dokumentasjon. Et annet viktig arbeidsområde kunne være "erfaringsoverføring".
- Vurdere bonus etter at reklamasjonstiden er ute. Ingen reklamasjoner gir bonus. (Erfaringsmessig er det ofte nødvendig med gulrot for å få levert det bestilte produktet)

6 Krav til grunnundersøkelser

Det stilles ulike krav til omfang og detaljering av grunnundersøkelser alt etter hvilket stadium prosjektet er på.

Hensikten med grunnundersøkelsene er å kartlegge grunnforholdene med tanke på

- å sikre riktig planlegging, prosjektering, utførelse av ferdig veg og tilstøtende områder mht stabilitet og setninger
- å undersøke brukbarhet av skjæringsmasser
- å framskaffe tilstrekkelig grunnlag for prosjektering og dimensjonering av konstruksjoner (vegoppbygning, støttemurer, bruer etc.)

Med hensyn til frostdimensjonering stilles det krav til at det skal tas prøver i representative tverrsnitt for å få tilstrekkelig oversikt til å kunne foreta beregninger.

Samhandling mellom de som utfører grunnundersøkelser og de som prosjekterer vegen er viktig. Dette for å få en felles forståelse for grunnforholdene og hvilken betydning disse vil få for prosjekterings- og byggefasen.

Vegteknologen bør derfor komme inn i prosessen i en tidlig planfase, før reguleringsplan, slik at det evt kan bli utført nødvendige grunnundersøkelser i tillegg til det som er utført ihht Håndbok 018, når det gjelder overbygningsdimensjonering inklusiv telesikring og drenering, slik at arbeidene kan samkjøres med vanlig geoteknisk prosjektering.

Detaljert fremstilling om krav til grunnundersøkelser for vegbygging, fremgår av vedlegg 5.

7 Kompetanse og opplæring

7.1 Krav til kompetanse

Frost og tele skaper flere utfordringer for vegholder og trafikanter:

- Telehiv som skader vegkonstruksjonen, vegdekke og gir sprekker og ujevnheter
- Opptiningsfasen (teleløsningen) som gir dårlig bæreevne og nedbryting
- Frostsikringstiltak kan gi endrede varmeledningsegenskaper i konstruksjonen som har betydning for ising

Kompetanse for å håndtere disse problemstillinger kreves i alle faser av et prosjekt, både ift planlegging, prosjektering, bygging, drift og vedlikehold.

For planleggere og byggherrer stilles det normalt krav til ingeniørutdanning og relevant erfaring. Kvalifikasjonskrav til entreprenør styres gjennom Håndbok 066 Retningslinjer for utarbeidelse av konkurransegrunnlag.

Det er viktig at den kompetanse og kunnskap som i dag finnes blir videreutviklet, videreformidlet og benyttet. Likevel er det et faktum at det er lenge siden temaet "Frost i jord" var gjenstand for forskning og utvikling (1970 tallet). Selv om dette er relativt statisk kunnskap er det viktig at den blir videreutviklet, oppdatert og fornyet.

7.2 Opplæring

Dimensjonering mot teleskader inngår i dag som en del av pensum ved de tekniske skoler og universiteter som underviser i faget vegbygging.

Det undervises også om frost og teleproblematikk i de kursene som holdes internt i Statens vegvesen innen vegteknologi, samt på landsdekkende sentrale Tekna - kurs.

Videre blir temaet berørt i kurs som er rettet mot praktisk anleggsutføring for eksempel gjennom MEF.

Det kan imidlertid se ut som det er nødvendig å forsterke kunnskapen om telemekanismen og sikring mot teleskader i alle ledd av plan- og produksjonskjeden.

Statens vegvesen vil i første omgang sikre seg at byggherresiden er tilstrekkelig oppdatert i alle regioner gjennom ulike opplæringstiltak. Flere regioner har pr i dag gode opplæringstiltak innenfor temaet.

Se vedlegg 6 for flere detaljer.

8 Konklusjon og forslag til tiltak på kort og lang sikt

8.1 Årsaksforhold

Telehiv som har oppstått på nybygde høytrafikkveger i senere tid er ikke akseptable. Årsakene kan være mange, men trolig er telehivet et sammentreff av flere uheldige årsaker, og kanskje er de to viktigste

- en særlig kald vinter, som ligger i nærheten av den ”dimensjonerende vinter” og spesielle forhold i innfrysingsperioden
- manglende fagkunnskap og praktisk erfaring hos konsulenter, byggherre og entreprenører, har ført til at vi ikke har den faglige kompetansen som er nødvendig for at vi skal klare å følge de retningslinjene som gjelder.

Det er mulig å gjøre noe med dette, både på kort og lang sikt. Statens vegvesen vil ta ansvaret for at de aktiviteter som er nevnt nedenfor vil bli igangsatt og gjennomført.

8.2 Tiltak på kort sikt (2 -4 måneder)

Innskjerping av vegnormalene

Det foretas en betydelig innstramming i det regelverket som beskriver hvilke veger som skal frostsikres og nivået på frostsikringen. I hovedsak skal det gå ut på at:

- alle nye veger med middels eller meget telefarlig undergrunn, skal i utgangspunktet frostsikres. For motorveger foreslås å benytte F100 som dimensjonerende frostmengde.

Det settes ned en arbeidsgruppe, som innen 1. desember 2011 har et tekstforslag til disse endringene.

Større vektlegging av vegteknologi i etatens byggherrekurs/-opplæring.

Det bør også legges spesiell vekt på vegteknologi i de sentrale og regionale byggherrekurs som gjennomføres rutinemessig over hele landet, for eksempel Byggherreskolen.

Innen 1. desember 2011 skal det være gjennomført en vurdering av hvordan vegteknologi skal være dekket i Statens vegvesens egne byggherrekurs

8.3 Tiltak på mellomlang sikt (6 til 16 måneder)

Utbedringer på berørte strekninger

På mellomlang sikt vil det være naturlig å se på muligheten for å gjøre forbedrende tiltak på de strekninger der vi i år har opplevd problemer med telehiv. Særlig vil det være aktuelt å sjekke at effektive drencsystemer er etablert. Er det ikke det, vil det være mulig å legge inn slike drencsystemer i dag, slik at forholdene kan forbedres noe eller i moderat grad på de berørte strekningene.

Det skal rapporteres om hvilke tiltak som er gjennomført innen 1. mars 2012.

Analyse av lønnsomheten ved frostsikring av nye veger

Det gjennomføres en teknisk/økonomisk analyse av hvor langt ned i ÅDT det vil være riktig samfunnsøkonomisk å frostsikre en veg. Se vedlegg 2.

En faglig bredt sammensatt arbeidsgruppe skal innen 1. april 2012 ha gitt sin vurdering av dette.

Oppfølging av kvalitet

Det fremgår at kvalitetsoppfølgingen på utførelsen på veganleggene i mange tilfeller har vært mangelfull. Det kan skyldes mangelfulle opplegg for samhandling og kvalitetskontroll og det kan skyldes at kontrollene gjennomføres som forutsatt, men at avvik ikke får konsekvenser. *Det settes ned en arbeidsgruppe som ser på hvordan kvalitetskontrollen i dag gjennomføres. Dette skal inkludere hvordan kvalitet følges opp og rapporteres til og av ledelsen. Frist: En foreløpig rapport skal foreligge 1. april 2012.*

Kompetansekrav for entreprenør og byggherre

Entreprenørens kvalitetsplan skal dekke alle operasjoner og vise hvordan tekniske krav og HMS er ivaretatt. Mens entreprenøren utfører den daglige driftskontrollen skal byggherren gjennomføre stikkprøvekontrollen.

Entreprenøren skal ha god kunnskap til innhold og bruk av de mest sentrale håndbøker knyttet til kontraktsarbeidet.

Det nedsettes en arbeidsgruppe som skal vurdere

- *behovet for og innholdet i et kursopplegg som entreprenørens anleggsledelse og byggherrens byggeledelse må gjennomføre før de får anledning til å være anleggsleder/byggeleder*
- *innføring av stillingsfunksjonen "kontrollerer" for store og kompliserte prosjekter, slik at den "totale kvaliteten" kan samordnes*
- *innføring av bonusordninger som kan oppmuntre til kvalitetsarbeid*

Arbeidsgruppen skal levere sin innstilling innen 1. juni 2012.

Presentasjonen av innholdet i håndbok 018 Vegbygging

Håndbok 018 Vegbygging er omfattende og oppbygd slik at det kan være vanskelig å finne frem til tekniske krav fordi det kan være gitt på ulike steder i samlingen.

Det settes ned en arbeidsgruppe som skal vurdere hvordan 018 vegbygging kan gjøres mer brukervennlig. Frist 1. juni 2012.

Kontrakt vs normaltekster

Det er ikke alltid teksten i Håndbok 018 Vegbygging gjenspeiles på en god måte i Prosesskoden, som kontrakten bygges på.

Det settes ned en arbeidsgruppe som ser på de uoverensstemmelser mellom vegnormal og prosesskodetekst som kan påvirke kvaliteten på vegen. Arbeidet skal være avsluttet 1. april 2012.

Etatsprogrammet "Varige veger"

Gjennom etatsprogrammet "Varige veger" (2011 - 2014) vil det være fokus på å bygge og drifte veger som gir oss gode dekkelevetider. Prosjektinnholdet i dette programmet er nå under utarbeidelse. Det vil være naturlig at frostsikring gis en plass i programmet.

Innen 1.april 2012 skal det rapporteres om hvordan frostsikring av veger vil bli tatt vare på i dette etatsprogrammet.

Brakkeplakat

En plakat som var egnet til oppslag på brakka og som vektla utførelsen av viktige arbeidsoppgaver der det var lett å gjøre feil som kunne ha store konsekvenser, ble utgitt etter

revisjonen av Hånddbok 018 Vegbygging i 1992. Vegbygging beskrives her på en lettfattelig og brukervennlig måte. En oppdatering av denne brakkeplakaten bør gjennomføres.

Det settes ned en arbeidsgruppe bestående av fagpersoner og grafisk personell som får frem en "brakkeplakat" innen 1. juni 2012.

8.4 Tiltak på lang sikt (2 - 3 år)

Oppdatering av den frosttekniske grunnkunnskapen

* På lang sikt bør vi få gjennomgått grunnlaget vi i dag har for frostsikring av veger. Dette grunnlaget ble utarbeidet tidlig på 70-tallet i Frost i jord-prosjektet, der Statens vegvesen var den ledende aktør, og Norge var den gang på kompetansetoppen internasjonalt. Senere har det skjedd både en faglig videreutvikling, det har skjedd klimaendringer og det er utviklet nye materialer som bør inn i våre vurderinger.

For å få til dette bør det i samarbeid med andre aktører med behov for frostteknisk kompetanse (Statens vegvesen, Jernbaneverket, Avinor, bygningssektoren), settes i gang et arbeid med å oppdatere vår frosttekniske kompetanse.

Det kan være praktisk å la Frost i jord-komiteen under Norsk Geoteknisk Forening, der Meteorologisk Institutt har en sentral rolle, gjennomføre en slik oppdatering.

En oppdatering av dagens faglige frosttekniske ballast, som er samlet i Frost i jord-publikasjon nr 17 fra 1975, kan gjennomføres på ulike nivåer, men en god oppdatering vil trolig kreve minimum 2 - 4 årsverk, forutsatt at det legges mer vekt på å implementere dagens kunnskap enn å iverksette større forskningsaktiviteter.

Det tas kontakt med Frost i Jord-komiteen for å avklare hvordan arbeidet med en oppdatering av grunnlaget for den frosttekniske dimensjoneringen i Norge kan gjennomføres. Arbeidet skal resultere i en lærebok som er mer praktisk rettet enn det den opprinnelige publikasjon nr 17 var.

Lærebok i vegteknologi

* Det er nylig utarbeidet en moderne lærebok for "vedlikehold av veger og gater" beregnet til undervisning ved høgskoler og for entreprenører og ansatte i Statens vegvesen. Dette vil kunne bidra til forståelse for sammenhenger i vedlikeholdet.

På samme måte bør det utarbeides en moderne lærebok i "vegteknologi", slik at en får en felles forståelse for hvordan en god veg skal bygges. Dette vil være et nødvendig løft. En slik lærebok i vegteknologi vil også være egnet for bruk på høyskolenivå.

Det settes i gang et arbeid for å fremskaffe en moderne lærebok i vegteknologi. Boken skal være ferdig innen 1. desember 2013

Det bør også utarbeides en lærebok som er egnet for maskinførere og entreprenørens og byggherrens ansatte ute på et veganlegg. Beskrivelse av god praksis vektlegges.

VEDLEGG

- Vedlegg 1: Vegsaltets betydning for telehiv.
- Vedlegg 2: Frostsikring - en lønnsom investering?
- Vedlegg 3: Kostnadssammenligning av ulike vegoverbygninger.
- Vedlegg 4: Spenningsberegninger
- Vedlegg 5: Krav om utførelse av grunnundersøkelser
- Vedlegg 6: Kompetanse og opplæring.
- Vedlegg 7: Detaljert beskrivelse av strekninger med teleskader
- Vedlegg 8: Detaljer om dreneringsforholdene på strekninger med teleskader
- Vedlegg 9: - E16 ved Isi
 - Oppgraving i forbindelse med teleskader
 - Vurdering av registrerte data og analyseresultater
- E18 Krosby - Knapstad
 - Utgraving i forbindelse med teleskader
 - Vurdering av registrerte data og analyseresultater

Vedlegg 1

Vegsaltets betydning for telehiv

Uttalelse fra NTNU v/ Dr. Ing Alex Klein Paste og professor Inge Hoff.

Reaksjon på hypotese at salt påvirker teleskade

Vi har lest med interesse hypotesen Bioforsk har lansert at salting kan føre til mer telehiv. Hypotesen er blitt omtalt før, som Bioforsk påpeker. Etter vår kunnskap er ikke hypotesen tilstrekkelig dokumentert. Vi kan ikke avkrefte hypotesen som sådan, men vi er tvilende til den antatte mekanismen Bioforsk foreslår.

Islinser dannes ikke bare fordi vann i jord fryser. Selv om vann utvider seg ved frysing vil denne volumøkning (som er cirka 10 %) som regel ikke være nok til å føre til merkbart telehiv. Mye av volumøkningen kan fanges opp av hulrom i massen. Islinser dannes når frysefronten har nådd en jordmasse (for eksempel silt) som kapilært suger opp vann til frysefronten. Dermed er det en tilførsel av vann nedenfra og varmetransport oppover gjennom vegkroppen som gjør at islinser kan vokse betydelig og heve vegen.

Det er riktig at salt ikke blir akseptert i krystalstrukturen, men det er et forenklet bilde at saltet blir presset helt til overflaten. Den største delen av saltet blir sittende igjen som konsentrert saltlake i lommer inne i isen. Så mengden salt på isoverflaten vil være svært begrenset. I tillegg er vi usikre om salt kan både tiltrekke seg fuktighet (som krever svært høye saltkonsentrasjoner) og samtidig tynnes ut tilstrekkelig for at det salte vannet skal fryse (som krever lave saltkonsentrasjoner). Dette virker motstridende og vi tviler derfor på at dette kan føre til den foreslåtte raske veksten av islinser.

Vi mener at hvis man vil forske på denne hypotesen, bør den fysiske mekanismen for hvordan salt påvirker telehiv avklares bedre. Enten ved at salt påvirker den kjente mekanismen om kapilært sug, eller synliggjøre at en annen mekanisme kan forårsake telehiv av en størrelse som har praktisk betydning. For slike studier er det sannsynligvis bedre å utføre kontrollert laboratorieforsøk enn en storskala kartlegging i felt. NTNU har tilgjengelig laboratoriestyr som har blitt brukt til telehivforsøk gjennom mange år.

Vedlegg 2

Frostsikring - en lønnsom investering?

Geir Refsdal / Dekkeprosjektet, Byggherreseksjonen, Region øst

Vegnormalene 018 Vegbygging (2011)

Vegnormalene 018 Vegbygging (2011) sier at nye veger med en ÅDT over 5 000 skal frostsikres. Dette er en innskjerping i forhold til 2005-utgaven da, ÅDT-grensen var satt til 10 000. Samtidig er det satt vesentlig strengere krav til å dokumentere grunnforholdene i linja - og det er de ujevne grunnforholdene som er avgjørende.

A. Hvordan vil frostsikring slå ut i billigere drift?

Frostsikring av en veg vil slå ut i billigere drift i form av mindre lapping, enklere vinterdrift mv.

Den måten det innhentes priser på i driftskontraktene (rundsum per vegtype) gir ikke noe grunnlag for å ta ut denne gevinsten på en enkel måte.

Det er imidlertid mulig å sette opp en del områder der en frostsikret veg vil bety en forbedret driftssituasjon, og for de som kjenner kontraktsituasjonen er det mulig å anslå hvor mye det er mulig å spare årlig per km veg for en normal frostsikret veg i forhold til en normal ikke frostsikret veg.

Innsparelsene kan ligge i:

- færre dekkeskader / rep. av sprekker mv
- Færre problemer med stikkrenner som glir ut mv
- Bedre stabilitet på alle installasjoner(rekkverk, skilt, lysmaster mv)
- Enklere vinterdrift pga plan veg
- Redusert skilting for ujevn veg

Sprekktetting og oppretting av dekker mv er tilleggsarbeider som dekkes utenom den ordinære driftskontrakten.

Som et eksempel kan vi ta utgangspunkt i driftskontrakten for Nord-Østerdal

- Kostnad: 117 mill kr over 5 år
- Lengde: 770 km
- ÅDT: 200 – 3000, med hovedvekt på ca 1000

Som et fornuftig anslag på hvor mye som kan spares i vinterdriften på en jevn vs ujevn veg kan vi sette dette til 10 %. I hovedsak er dette noe som kan spares inn i tilleggsarbeider, fordi det ikke dekkes inn i selve driftskontrakten, og det kan forsvare at vi går så høyt som 10 %. Vinterdriftens andel av dette er anslått til ca 60 %. Over en 30-års periode kan vi anslå innsparingen til:

ÅDT	Anslått innsparing i dekkevedlikeholdet over en 30 års periode (kr)
4000	100 000
2000	80 000
1000	60 000
500	50 000

B. Hvordan vil frostsikring slå ut i billigere dekkevedlikehold?

Frostsikring av en veg vil slå ut i billigere dekkevedlikehold ved at dekkefornyelsesfrekvensen kan bli noe redusert. For de ulike ÅDT-gruppene er det regnet med følgende økninger i dekkelevetiden (forsiktige anslag):

ÅDT	Anslått økning i dekkelevetid	Anslått dekkekostnad (kr/km)	Innsparing i dekkevedlikeholdet over en 30 års periode (kr)
4000	Fra 12 til 14 år	600 000	214 290
2000	Fra 14 til 16 år	550 000	147 330
1000	Fra 15 til 17 år	500 000	117 640
500	Fra 15 til 18 år	500 000	166 680

Det vil si at innsparingen i dekkevedlikeholdet er vesentlig større enn den innsparing som kan oppnås i driftskontraktene (2 til 3 ganger større).

C. Hvordan vil frostsikring slå ut i lavere trafikantkostnader?

Med økte kostnader slik det er vist i tabell C, under "forutsetninger for beregningene", vil regnestykkene for reduserte trafikantkostnader slå ut slik for ÅDT- grupper mellom 500 og 4000:

Transportbrukergevinst	ÅDT			
	500	1000	2000	4000
Lette kjøretøyer (1000 kr)	315	551	1 182	1 261
Tunge kjøretøyer (1000 kr)	105	157	306	332
Sum (1000 kr)	420	709	1 489	1 594

PS1: Det er antatt at tunge kjøretøyer utgjør 10% for ÅDT 500 og 2000, og 15% for ÅDT 4000

PS2: Det er antatt at kostnadsøkninger kun gjelder for 10 uker i året, dvs i ca 20% av tiden.

PS3: Vi regner med en levetid på konstruksjonen på 40-50 år, men i dette regnestykket bruker vi likevel 30 år

PS4: Det regnes ikke med renter

D. Hva koster det å frostsikre disse vegene?

Vi kan ta utgangspunkt i bruk av skumglass:

Innkjøp	320 kr/ m ³
Transport	120 kr/ m ³
Utlegging	60 kr/ m ³
Sum	500 kr/ m³

I snitt kan vi regne med å bruke 30 cm skumglass, dvs 150 kr/ m².

Ved bruk av berg i linjen til frostsikring kan kostnadene både bli betydelig mindre (fyllinger) og betydelig høyere (pga innvirkning på drencsystemer mv), men dette jevner seg trolig ut.

Det regnes med vegbredder på 7,0 m / 6,5 m / 6 m / 6 m / 6 m og med frostsikring som er 1,5 m bredere enn vegbredden.

Frostsikringskostnaden for ulike ÅDT- grupper blir da:

	ÅDT				
	200	500	1000	2000	4000
Frostsikringskostnad (1000 kr/km)	1 125	1 125	1 125	1 200	1 275

E. Frostsikring - en lønnsom investering?

En samlet vurdering av innsparingen ved

- økt dekkelevetid
- reduserte driftskostnader og
- reduserte trafikantkostnader

må ses opp mot hva frostsikringen koster.

Vi får følgende regnestykke over en 30-års periode:

	ÅDT			
	500	1000	2000	4000
Gevinst ved økt dekkelevetid (1000 kr/km)	166	117	147	214
Gevinst i driftskontraktene (vinter) (1000 kr/km)	50	60	80	100
Samlet besparelse for SV (1000 kr/km)	216	177	227	314
Transportbrukergevinst (1000 kr/km)	420	709	1 489	1 594
Samlet kostnadsbesparelse (1000 kr /km)	636	886	1 716	1 908
Kostnad for frostsikring (1000 kr/km)	1 125	1 155	1 200	1 275
Samlet kostnad / gevinst (1000 kr/km)	- 762	- 269	516	633

Kommentarer

* En 30 års beregningsperiode virker fornuftig ut fra at vegen bør ligge der i 40-50 år, men så er vi litt forsiktige i innsparingsanslagene ved å begrense oss til 30 år.

* Vi regner ikke med renter - det tilsier også at 30 år bør være tilstrekkelig.

Konklusjoner

* Statens vegvesens interne regnskap for gevinsten ved frostsikring (mindre behov for dekkefornyelser + lavere vinterdriftskostnader) kan ikke alene forsvare frostsikring ved en ÅDT på 5000, slik Håndbok 018 Vegbygging legger opp til i dag.

* Trafikantgevinsten er betydelig når en veg frostsikres, og dersom denne tas med i regnestykket, vil det lønne seg å frostsikre veger ned til godt under ÅDT = 2000.

* Økte drivstoffkostnader og tidskostnader ved kjøring på ujevn veg er ikke tatt med i dette regnestykket - fordi vi ikke kjenner det. Selv små gevinster her vi raskt føre til at frostsikring vil kunne forsvares ned til ÅDT = 1000.

Forutsetninger for beregningene

Trafikantkostnader ved kjøring på ujevn veg. Kjørekostnadshåndboken (TØI, 1995) oppgir merkostnadene for lette og tunge biler som kjører på "dårlig veg" i forhold til "god veg" slik:

lette kjøretøyer: kr 018 /km

tunge kjøretøyer: kr 0,98 /km

Skal en bruke dette tallet bør en både justere for kostnadsøkning 1995 - 2011 og for hvordan innsparingen vil variere med ÅDT.

Frostsikring av veger vil slå ut på vegens jevnhet (IRI) gjennom en periode på ca 10 uker av året, dvs ca 20 % av tiden.

EFFEKT 6

Transportanalyseseksjonen i Vegdirektoratet har i EFFEKT 6 (nytte-kostnadsanalyser i forbindelse med veg- og transportprosjekter) fra 2008 gitt noen tall for hvordan kostnader for reparasjon og service er knyttet til IRI:

Tabell 3.2 sammen med figur 3.6 i rapporten gir følgende kostnader for "reparasjon og service" knyttet til vegens jevnhet:

Tabell A

Kjøretøytype	Kostnad ved kjøring ved ulik jevnhet (IRI)	
	IRI = 3,0	IRI = 7,0
lette	kr 0,58/km	kr 1,20/km (+ 30%)
tunge	kr 0,75/km	kr 1,74/km (+ 45%)

Dersom vi bruker disse kostnadene og forutsetter en jevn utvikling knyttet til IRI, vil merkostnadene ved å kjøre på en antall normal IRI på frostsikret veg mot en normal IRI på en ikke frostsikret veg være slik ved noen ulike ÅDT-verdier:

Tabell B

	ÅDT			
	500	1000	2000	4000
Antatt IRI for frostsikret veg i teleløsningen	2,0	1,75	1,5	1,0
Antatt IRI for ikke frostsikret veg i teleløsningen	6,0	5,25	4,5	3,0

Dette gir en økning i IRI-verdi som vi kan gjøre om i kostnader med utgangspunkt i tabell A. Vi får da:

Tabell C

	ÅDT			
	500	1000	2000	4000
Kostnadsøkning for lette biler (kr/km)	0,16	0,14	0,15	0,08
Kostnadsøkning for tunge biler (kr/km)	0,48	0,40	0,35	0,19

Disse kostnadene reflekterer kostnader til *reparasjon og service*, men ikke *tidskostnader* knyttet til redusert hastighet og til *økte drivstoffkostnader*. I regnestykkene er det valgt å doble disse kostnadene for å få med alle reelle trafikantkostnader. Her ligger det en usikkerhet i regnestykket.

Hvordan vil frostsikring slå ut i lavere trafikantkostnader?

Med økte kostnader slik det er vist i tabell C (og som ikke er økt for å få med økte tidskostnader og drivstoffkostnader), vil regnestykkene for transportbrukergevinsten slå ut slik for noen utvalgte ÅDT-grupper:

PS1: Det er antatt at tunge kjøretøyer utgjør 10% for ÅDT 500 og 2000, og 15% for ÅDT 4000

PS2: Det er antatt at kostnadsøkninger kun gjelder for 10 uker i året, dvs i ca 20% av tiden.

PS3: Vi regner med en levetid på konstruksjonen på 40-50 år, men i dette regnestykket bruker vi likevel 30 år

PS4: Det regnes ikke med renter

PS5:

ÅDT = 500

lette kjøretøyer: $(kr\ 0,16 \times 2) \times (500 \times 0,9) \times (365 \times 0,2) \times 30 = 315\ 360\ kr$

tunge kjøretøyer: $(kr\ 0,14 \times 2) \times (500 \times 0,1) \times (365 \times 0,2) \times 30 = 105\ 120\ kr$

sum transportbrukergevinst = 420 480 kr

ÅDT = 1000

lette kjøretøyer: $(kr\ 0,14 \times 2) \times (1000 \times 0,9) \times (365 \times 0,2) \times 30 = 551\ 880\ kr$

tunge kjøretøyer: $(kr\ 0,40 \times 2) \times (1000 \times 0,1) \times (365 \times 0,2) \times 30 = 157\ 680\ kr$

sum transportbrukergevinst = 709 560 kr

ÅDT = 2000

lette kjøretøyer: $(kr\ 0,15 \times 2) \times (2000 \times 0,9) \times (365 \times 0,2) \times 30 = 1\ 182\ 600\ kr$

tunge kjøretøyer: $(kr\ 0,35 \times 2) \times (2000 \times 0,1) \times (365 \times 0,2) \times 30 = 306\ 600\ kr$

sum transportbrukergevinst = 1 489 200 kr

ÅDT = 4000

lette kjøretøyer: $(kr\ 0,08 \times 2) \times (4000 \times 0,85) \times (365 \times 0,2) \times 30 = 1\ 261\ 440\ kr$

tunge kjøretøyer: $(kr\ 0,19 \times 2) \times (4000 \times 0,15) \times (365 \times 0,2) \times 30 = 332\ 800\ kr$

sum transportbrukergevinst = 1 594 320 kr

VEDLEGG 3

Kostnadssammenligning av ulike vegoverbygninger - Rv2.

Vedlegg 3

Kostnadssammenligning av ulike vegoverbygninger – Rv2.

Overbygning rv 2 Slomarka – Kongsvinger

Vegbredde 16,5 m, total overbygning 1,51 m

Uten isolasjon

		Tykkelse (mm)	Gj.sn.bredde (m)	Volum m ³ /m	Byggherre- kalkyle Pris pr. enhet	Pris kr/lm	
Slitelag	Ab 11 PMB	35	16,54	0,58	71 kr/m ²	1174	
Bindlag	Ab 16 PMB	45	16,64	0,75	71 kr/m ²	1181	
Øvre bærelag	Ag 16	65	16,76	1,09	495 kr/tonn	1321	
Nedre bærelag	Ag 16	65	16,88	1,10	495 kr/tonn	1331	
Øvre forsterkningslag	Kult 22/120 mm	250	17,38	4,35	180 kr/m ³	782	
Nedre forsterkningslag	Sprengstein 0 - 500 mm	1050	19,58	20,56	160 kr/m ³	3289	
						9079	

Med isolasjon

Årsmiddeltemperatur i Glåmdalen er 4°C

Frostmengde: Midlere vinter F₂ = 19 000 h°C

		Tykkelse (mm)	Gj.sn.bredde (m)	Volum m ³ /m	Pris pr. enhet	Pris kr/lm	Skumglass
Slitelag	Ab 11 PMB	35	16,54	0,58	71 kr/m ²	1174	
Bindlag	Ab 16 PMB	45	16,64	0,75	71 kr/m ²	1181	
Øvre bærelag	Ag 16	65	16,76	1,09	495 kr/tonn	1321	
Nedre bærelag	Ag 16	65	16,88	1,10	495 kr/tonn	1331	
Øvre forsterkningslag	Kult 22/120 mm	250	17,66	4,42	180 kr/m ³	795	
Nedre forsterkningslag	Sprengstein 0 - 500 mm	850	19,28	16,39	160 kr/m ³	2622	
Fiberduk	Kl. 4		21		12,20 kr/m ²	256	
Isolasjon	Lettklinker / skumglass	200	20,86	4,17	400 / 500 kr/m ³	1669	2086
						10 349	10 767

Forts.

Kostnadssammenligning av ulike vegoverbygninger – Rv2.

Frostmengde: 5-års vinter $F_5 = 25\ 000\ h^0C$

		Tykkelse (mm)	Gj.sn.bredde (m)	Volum m³/m	Pris pr. enhet	Pris kr/lm	Skumglass
Slitelag	Ab 11 PMB	35	16,54	0,58	71 kr/m ²	1174	
Bindlag	Ab 16 PMB	45	16,64	0,75	71 kr/m ²	1181	
Øvre bærelag	Ag 16	65	16,76	1,09	495 kr/tonn	1321	
Nedre bærelag	Ag 16	65	16,88	1,10	495 kr/tonn	1331	
Øvre forsterkningslag	Kult 22/120 mm	250	17,66	4,42	180 kr/m ³	795	
Nedre forsterkningslag	Sprengstein 0 - 500 mm	850	19,28	16,39	160 kr/m ³	2622	
Fiberduk	Kl. 4		21		12,20 kr/m ²	256	
Isolasjon	Lettklinker / skumglass	200	20,86	4,17	400 / 500 kr/m ³	1669	2086
						10 349	10 767

Frostmengde: 10-års vinter $F_{10} = 34\ 000\ h^0C$

		Tykkelse (mm)	Gj.sn.bredde (m)	Volum m³/m	Pris pr. enhet	Pris kr/lm	Skumglass
Slitelag	Ab 11 PMB	35	16,54	0,58	71 kr/m ²	1174	
Bindlag	Ab 16 PMB	45	16,64	0,75	71 kr/m ²	1181	
Øvre bærelag	Ag 16	65	16,76	1,09	495 kr/tonn	1321	
Nedre bærelag	Ag 16	65	16,88	1,10	495 kr/tonn	1331	
Øvre forsterkningslag	Kult 22/120 mm	250	17,66	4,42	180 kr/m ³	795	
Nedre forsterkningslag	Sprengstein 0 - 500 mm	750	19,08	14,31	160 kr/m ³	2290	
Fiberduk	Kl. 4		21		12,20 kr/m ²	256	
Isolasjon	Lettklinker / skumglass	300	20,70	6,21	400 / 500 kr/m ³	2484	3105
						10832	11 453

Forts.

Kostnadssammenligning av ulike vegoverbygninger – Rv2.

Frostmengde: 100-års vinter $F_{100} = 39\ 000\ h^{\circ}C$

		Tykkelse (mm)	Gj.sn.bredde (m)	Volum m ³ /m	Pris pr. enhet	Pris kr/lm	Skumglass
Slitelag	Ab 11 PMB	35	16,54	0,58	71 kr/m ²	1174	
Bindlag	Ab 16 PMB	45	16,64	0,75	71 kr/m ²	1181	
Øvre bærelag	Ag 16	65	16,76	1,09	495 kr/tonn	1321	
Nedre bærelag	Ag 16	65	16,88	1,10	495 kr/tonn	1331	
Øvre forsterkningslag	Kult 22/120 mm	250	17,66	4,42	180 kr/m ³	795	
Nedre forsterkningslag	Sprengstein 0 - 500 mm	650	18,98	12,34	160 kr/m ³	1974	
Fiberduk	Kl. 4		21		12,20 kr/m ²	256	
Isolasjon	Lettklinker / skumglass	400	20,56	8,22	400 / 500 kr/m ³	3290	4112
						11322	12 144

Overbygning rv 2 Kløfta - Nybakk

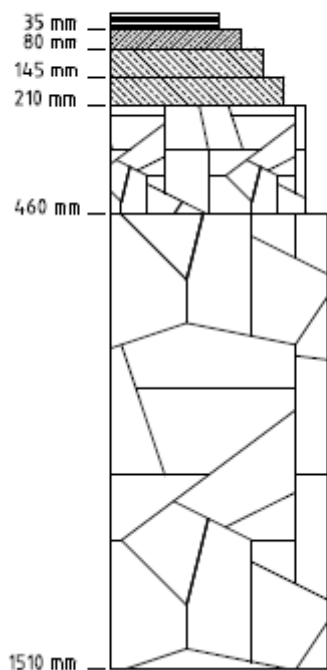
Vegbredde 16,0 m, total overbygning 1,20 m

Slitelag	Ab 11 PMB	40 mm	16,05 m	0,64 m ³	71 kr/m ²	1173
Bindlag	Ab 16 PMB	40 mm	16,20 m	0,65 m ³	71 kr/m ²	1181
Bærelag	Ag 16	120 mm	16,40 m	1,97 m ³	495 kr/tonn	1350
Forsterkningslag	Sprengstein 0 - 500 mm	1000 mm	17,90 m	17,90 m ³	160 kr/m ³	3200
						6904

Forts.

Kostnadssammenligning av ulike vegoverbygninger – Rv2.

Uten isolasjon

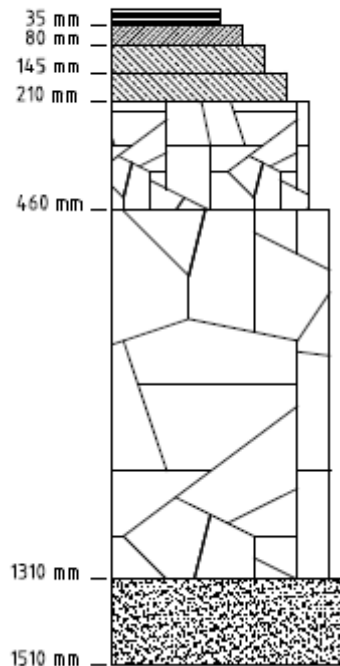


Slitelag: Ab 11 PMB, tykkelse 35 mm
Bindlag: Ab 16 PMB, tykkelse 45 mm
Bærelag 1: Ag 16, tykkelse 65 mm
Bærelag 2: Ag 16, tykkelse 65 mm

Øvre forsterkningslag: 250 mm kult 22/120 mm,
avrettet med puk 4/63 mm

Nedre Forsterkningslag: xxx mm sprengstein,
Dmaks = 0-500 mm
Avrettet med kult 22/120 mm

F2



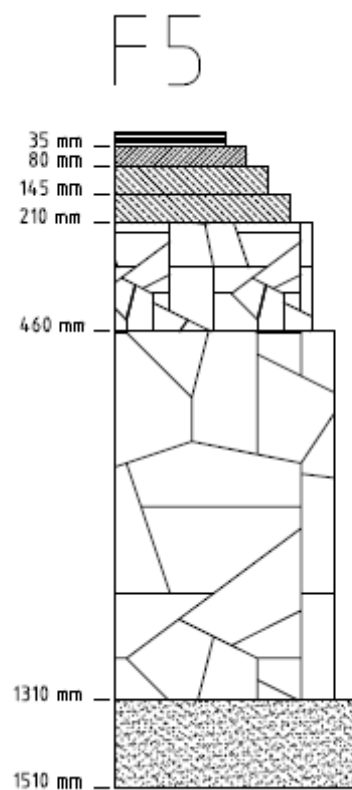
Slitelag: Ab 11 PMB, tykkelse 35 mm
Bindlag: Ab 16 PMB, tykkelse 45 mm
Bærelag 1: Ag 16, tykkelse 65 mm
Bærelag 2: Ag 16, tykkelse 65 mm

Øvre forsterkningslag: 250 mm kult 22/120 mm,
avrettet med puk 4/63 mm

Nedre Forsterkningslag: 840 mm sprengstein,
Dmaks = 0-500 mm
Avrettet med kult 22/120 mm

Lettklinker/Skumglass, tykkelse 200 mm

Forts. Kostnadssammenligning av ulike vegoverbygninger – Rv2.

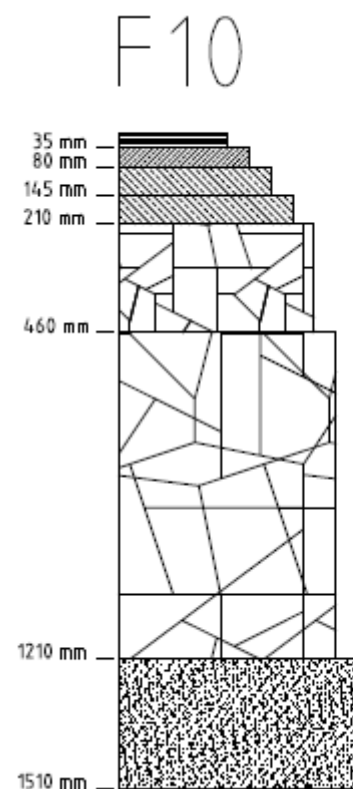


Slitelag: Ab 11 PMB, tykkelse 35 mm
Bindlag: Ab 16 PMB, tykkelse 45 mm
Bærelag 1: Ag 16, tykkelse 65 mm
Bærelag 2: Ag 16, tykkelse 65 mm

Øvre forsterkningslag: 250 mm kult 22/120 mm,
avrettet med pukk 4/63 mm

Nedre Forsterkningslag: 840 mm sprengstein,
Dmaks = 0-500 mm
Avrettet med kult 22/120 mm

Lettklinker/Skumglass, tykkelse 200 mm



Slitelag: Ab 11 PMB, tykkelse 35 mm
Bindlag: Ab 16 PMB, tykkelse 45 mm
Bærelag 1: Ag 16, tykkelse 65 mm
Bærelag 2: Ag 16, tykkelse 65 mm

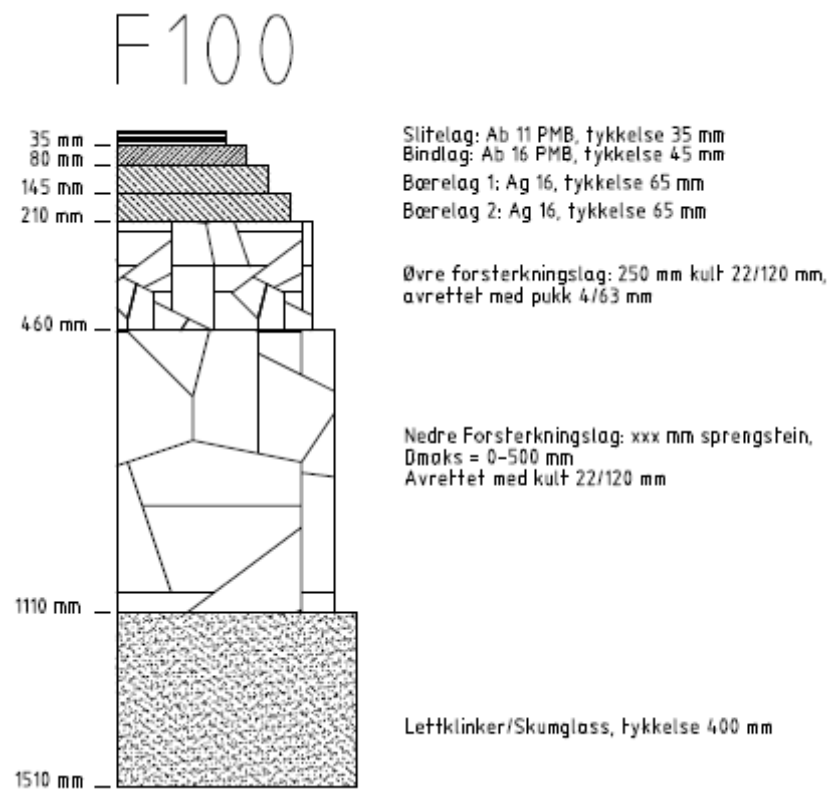
Øvre forsterkningslag: 250 mm kult 22/120 mm,
avrettet med pukk 4/63 mm

Nedre Forsterkningslag: 740 mm sprengstein,
Dmaks = 0-500 mm
Avrettet med kult 22/120 mm

Lettklinker/Skumglass, tykkelse 300 mm

Forts.

Kostnadssammenligning av ulike vegoverbygninger – Rv2.



Vedlegg 4

til kap 7 Kontraktsforhold og utførelse i byggefasen

Spenningsberegninger

1. Forutsetninger

Beregning av vertikalspenninger på toppen av undergrunnen er utført ved bruk av dataprogrammet BISAR 3.0 som ble utviklet av Shell. Programmet forutsetter at materialene er lineært elastiske og lagene har uendelig utstrekning i horisontalplanet. Inndata i programmet omfatter:

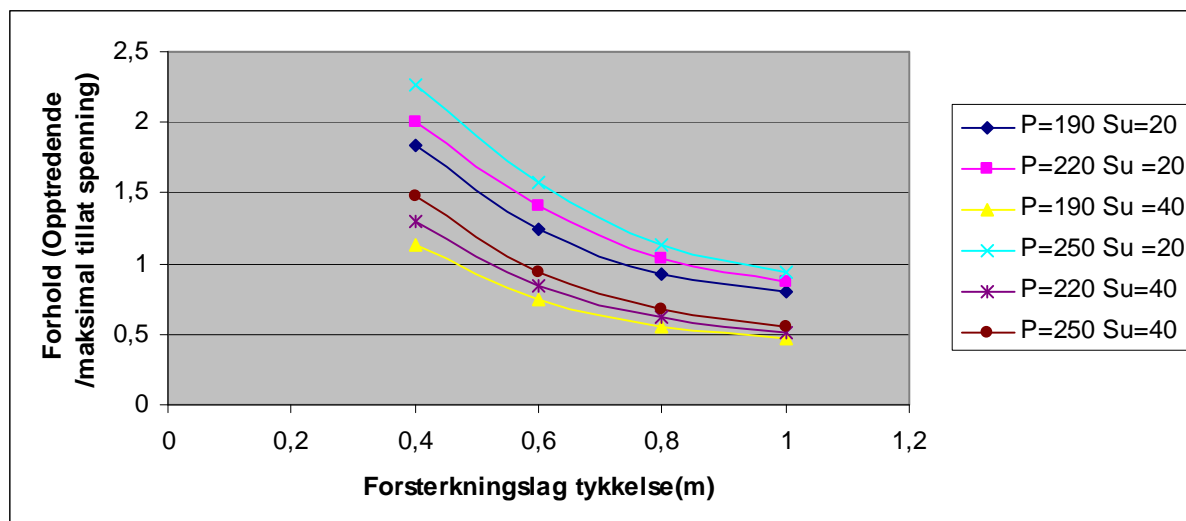
- E-moduler
- Tverrkonstruksjonstall
- Hjullast
- Ringtrykk eller radius i kontaktflate
- Lagtykkelser

Følgende er lagt til grunn i beregningen:

- Beregningen er utført med Su verdiene 20 og 40 Kpa for undergrunnmaterialet.
- E-modul for forsterkningslagsgrus er antatt å være 100Mpa
- Forsterkningslaget er delt i flere lag med 20cm tykkelse i beregningen
- E-modul for forsterkningslaget er antatt å variere lineært fra topp til bunnen av laget
- Det er forutsatt at forsterkningslaget legges i et lag
- E-modul for undergrunnmaterialet er estimert basert på Su verdiene
- Densitet på 2 g/cm³ for forsterkningslagsmaterialet er antatt for å bergene jordtrykket
- Trafikklastdata er i utgangspunktet basert på volvo anleggsdumper med maks. jordtrykk/ringtrykk på ca 190Kpa. Bergninger ble også utført med trykk på 220 og 250 Kpa
- Radius i kontaktflate er antatt som 0,3m.
- Avstand mellom tvillingshjul antatt som 0,32m
- Ved beregning av tillat vertikalspenning på toppen av undergrunnen er sikkerhetsfaktoren satt på 2,0.

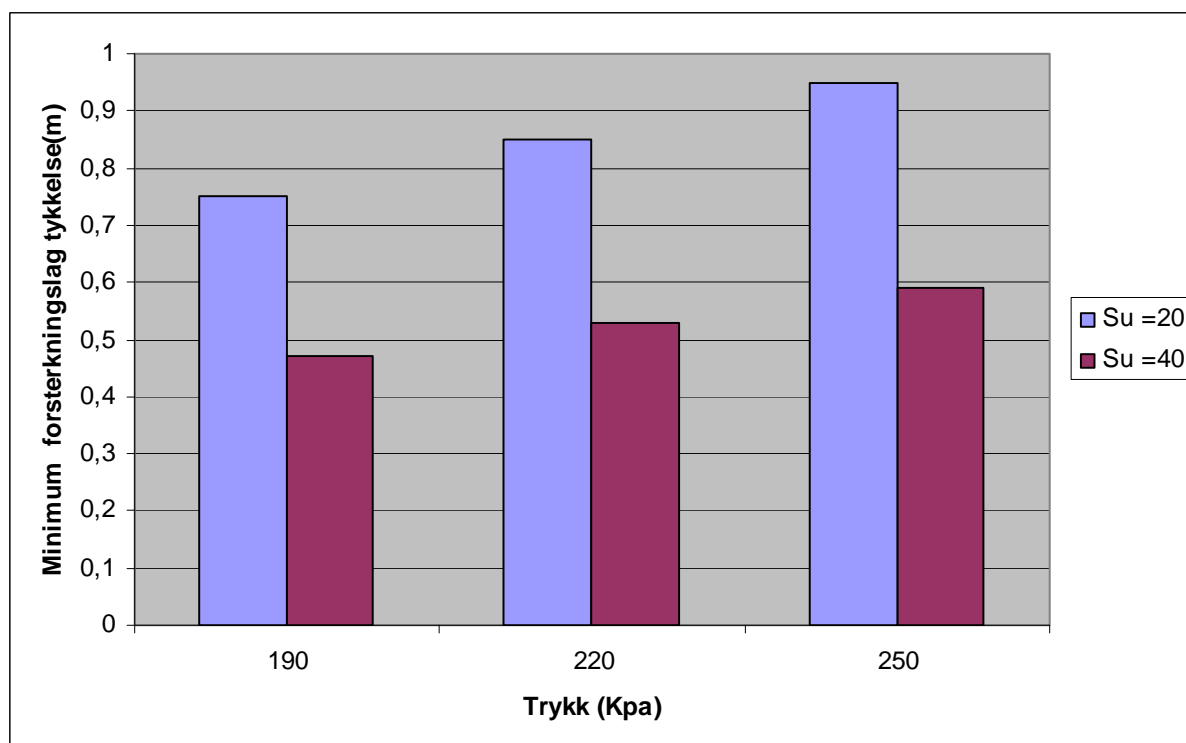
2. Resultater

Resultat fra bergningen er vist i figurene 1 og 2 nedenfor.



Figur 1. Forhold mellom opprettede og maksimal tillat spenning på toppen av undergrunn (P og Su i Kpa).

Opprettede spenning er spenning som opptrer på toppen av undergrunnen og som er beregnet ut i fra hullast og jordtrykk. Denne spenningen uttrykker effekten av hullast på undergrunnen. Maksimal tillat spenning er maksimal spenning som undergrunns materialet kan bære. Maksimal tillat spenning er bestemt ut fra undergrunns materialets styrke/bæreevne. For å unngå brudd i undergrunnen er det viktig at forholdet mellom opprettede og maksimal tillat spenning er mindre enn 1,0. P (i figur 1) representerer trykk fra hullast og Su er undergrunns materialets udrenerte skjærstyrke.



Figur 2. Minimum forsterkningslagstykkelse for å unngå mulig brudd i undergrunnen

Vedlegg 5

til kap 8, Krav om utførelse av grunnundersøkelser, generelt.

Disse er hjemlet i:

- håndbok 151(kap 3.1.10 og 3.3.10)
- håndbok 018 (kap 202, 230, 240, 250, 510, samt vedlegg 5)
- håndbok 016 (kap 1.2, 1.3)

Hensikten med grunnundersøkelsene er å kartlegge grunnforholdene med tanke på

- å sikre riktig prosjektering, anleggsfasen, ferdig veg og tilstøtende områder mht stabilitet og setninger
- å undersøke brukbarhet av skjæringsmasser
- å framskaffe tilstrekkelig grunnlag for prosjektering og dimensjonering av konstruksjoner (vegkropp, støttemurer, bruer etc.)

Borplaner for grunnundersøkelser i de ulike planfaser blir normalt satt opp av prosjekterende geotekniker, evt supplert av prosjekterende byggetekniker for konstruksjoner. Så langt vi kjenner til har det ikke tidligere vært vanlig med tilleggsundersøkelser (i hvert fall ikke i reguleringsplanfasen) bestilt fra prosjekterende vegteknolog for dimensjonering av vegoverbygningen og evt frostsikring. Vi mener at for framtiden bør vegteknologen (enten det er internt eller konsulent som er utførende) komme inn i prosessen i en tidlig fase i reguleringsplan slik at de får bestilt nødvendige grunnundersøkelser ihht Håndbok 018 når det gjelder overbygningsdimensjonering inklusiv telesikring og drenering slik at arbeidene kan samkjøres med vanlig geoteknisk prosjektering.

Normalt omfatter grunnundersøkelsene for reguleringsplan / ”byggeplan” detaljert kartlegging av områder med bløt grunn med tanke på stabilitet og setninger. Dette innebærer sonderboringer enkeltvis og i profiler med 10 – 50 m avstand avhengig av topografi og hvor homogen grunnen vurderes å være. Sonderingene suppleres med prøvetaking plassert slik at man får detaljert kunnskap om grunnforholdene på karakteristiske steder. Ved overgang til fastere grunnforhold blir normalt dybdevariasjonene detaljert kartlagt med tanke på vurdering av setningsforskjeller.

I skjæringsområder kartlegges grunnforholdene med sonderinger og prøvetaking ned til et stykke under traubunn for vurdering av stabilitet og brukbarhet av skjæringsmassene.

Poretrykksmålinger og observasjon av grunnvannstand inngår også rutinemessig som en del av grunnundersøkelsene der det er behov.

Den prøvetaking som utføres i forbindelse med grunnundersøkelsene nevnt ovenfor gir også grunnlag for vurdering av massenes telefarlighet. Omfanget av prøvetaking for de geotekniske formål er ikke styrt av et fast krav til minimum antall prøver pr. km veg, men det vil for praktiske formål gi et godt grunnlag for vurdering av løsmassenes variasjon og egenskaper når man ser det på bakgrunn av vanlig kvartærgeologisk basiskunnskap.

I håndbok 018 (2011) er det i kapittel 510.2 spesielt presisert at ”minimum 1 prøvetakingsprofil pr. homogen seksjon” og at ”kartlegging med tanke på behov for frostsikring skal inngå i undersøkelsen og omfatte en vurdering av variasjonsklasse...”.

Håndbok 018 Vegbygging (2011) pkt. 202.4 sier at grunnundersøkelser for dimensjonering av overbygningen (bæreevnessig og frostmessig) bør planlegges og gjennomføres sammen med de øvrige grunnundersøkelsene (for stabilitet og setninger m.v.).

Vi er ikke kjent med hvordan dette evt er en innarbeidet i praksis i regionene allerede, men vi vet fra før at grunnboringskapasiteten i flere av regionene er sprenget både for våre egne borerigger og tilgjengelige rigger fra de private aktørene i markedet. Årsaken til dette er til dels høyt aktivitetsnivå i bransjen, og ikke minst det økte fokus på områdestabilitet i kvikkleireområder som har ført til markert økning i omfang av grunnundersøkelser de siste årene.

Kompetansebakgrunn for grunnborere

Saksbehandlere (geoteknikerne) er de som setter opp boreplaner, bestiller undersøkelser og følger opp disse. Operatørene/grunnborene forholder seg til "bestillingen" og utfører undersøkelsene i henhold til de metoder som skal benyttes. Verktøyet er grunnborere med maskiner og utstyr som kan utføre de metoder som kreves nasjonalt.

I Norge er det ingen formell utdanning men "bransjen" selv har laget en "grunnboringskole" (kurs) som har en varighet på 5 dager. Kurset gjennomføres ca hvert 3. år og har hatt 30 til 40 deltakere pr gang.[Statens Vegvesen er hovedaktør i kurset, men med bistand fra NGF (feltkomité).] Innholdet er lagt opp slik at operatørene får en generell forståelse av geologi/geoteknikk, hvorfor en gjennomfører grunnundersøkelser, samt en gjennomgang av undersøkelsesmetodene og kravene som stilles til utførelse av disse. Oppstart for denne opplæringen var ca 2002. Pr i dag har de fleste av landets grunnborere (offentlige -/privat ansatte), gjennomført kurset og fått bevis for gjennomgått opplæring.

Det generelle kompetansenivået for grunnborene er på landsbasis nå stort sett tilfredsstillende. Da maskiner, utstyr og metoder stadig er under utvikling er det et klart behov for oppfølging og videre utdanning/oppfølging. I Norge står vi også foran et generasjonsskifte slik at det vil være behov for flere kurs i årene som kommer.

I tillegg har grunnborene hatt 2-dagers grunnboringskurs med 1 - 2 års mellomrom helt siden 1980 hvor faglige temaer som påvirker kvalitet på grunnboringen innenfor utstyr, metoder og resultater blir forelest og diskutert. Disse kursene har vært arrangert av Statens vegvesen, men har i stor grad også vært annonsert gjennom NGF og vært åpne for eksterne deltakere.

Krav til grunnundersøkelser ifm frostsikring

Håndbok 018 Vegbygging, 2005 utgaven

Kap. 203. Kvalitetssikring, underbygning, Pkt. 203.1 Generelt

Dette punkt omtaler diverse forhold ved kvalitetssikringen, bl.a. en del forhold som (skal) vurderes spesielt. Herunder (sitat)

"Telehiv/setninger

Forholdsregler som skal forebygge telehiv og setninger, skal avklares i planprosessen. Arbeidet skal utføres slik at ulemper pga. telehiv/setninger minimaliseres."

Pkt. 203.2 Konsekvensvurderinger

Avsnittet gir et eksempel på valg av tiltak, nemlig (sitat)

"Valg av skjæringsprofil i løsmasser og fjell og fyllingsprofil på løsmasser

I Håndbok 017 Veg- og gateutforming (Ref. 1) er det beskrevet en rekke avveininger som nedfelles i plandokumentene og som setter rammer for de valg av teknisk karakter som skal

gjennomføres før anleggsstart. Dette har betydning for endelig massebalanse og linjepålegg, som først framkommer ved de anleggstekniske beslutninger.”

Eksempelet, slik det er framstilt, er myntet på vegens tverrprofil, skråningshelninger etc., men kan i videste forstand – selv om det ikke er nevnt eksplisitt – også gjelde massedisponering (f.eks bruk av bergmasser som tas ut på anlegget eller behov for tilførsel utenfra), dreneringsdybder etc., m.a.o. forhold som direkte kan påvirke teletekniske forhold.

Pkt. 203.3 Kontrollomfang, krav og toleranser

Dette punktet omtaler kontrollomfang og toleranser for skjæringer og fyllinger, i byggefasen, men har ikke konkrete krav til omfang av grunnundersøkelser.

Pkt. 203.4 Dokumentasjon av utført kvalitet

Dette punktet lister opp en del forhold som skal dokumenteres, bl.a.

- *forundersøkelser av betydning for framtidige forhold*
- *hvor det er grunnforsterket og type forsterkning/utførelse*
- *Utkilinger, dybde og lengde*

Dette er nok mest myntet på stabilitets- og setningsforhold. Men dokumentasjon av forundersøkelser bør jo også gi et visst grunnlag for vurdering av variasjon i grunnforholdene og derigjennom grunnlag for frostsikringvurdering, jfr. kap. 5.

Kap. 5 Vegfundament

Pkt. 510.1 Dimensjonering

Generelt

Avsnittet omtaler generelle forhold som grunnlag for dimensjoneringen, der hovedvekten er lagt på bæreevnemessige forhold.

Bl.a. heter det at

”Vegen skal deles inn i parseller med noenlunde ensartede forhold. Det skal ikke brukes så fin inndeling at en rasjonell arbeidsdrift blir hindret. Opp til 10 % av en vegparsell kan ha dårligere undergrunn enn den som er benyttet ved dimensjoneringen. Korte partier med særlig dårlig grunn skal likevel behandles særskilt.”

Det dimensjoneres i utgangspunktet for å sikre bæreevnen i den mest kritiske perioden (teleløsningsperioden). Avhengig av forventede problemer med telehiving vil det i tillegg være aktuelt å frostsikre vegen (henvisning til egne avsnitt om dette).

Pkt. 510.2 Grunnundersøkelser og Vedlegg 5 Grunnundersøkelser for dim. overbygning.

Avsnittet inneholder en tabell med minimum omfang av grunnundersøkelser, som grunnlag for dimensjonering av overbygningen. Det er også henvisning til Vedlegg 5 som gi supplerende opplysninger om slike grunnundersøkelser. Det gjelder minimumsomfang av felt- og laboratorieundersøkelser for bestemmelse av bæreevnegrupper (til bruk ved ordinær dimensjonering).

Før det tas prøve/analyser deles vegen inn i homogene seksjoner mht. grunnforhold ut fra bl.a. topografi, geologiske forhold samt allerede utførte grunnundersøkelser til andre formål (her menes i hovedsak setnings- og stabilitetsforhold). Resultater fra felt- og laboratorieundersøkelser iht. pkt. 510.2 og Vedlegg 5 gir grunnlag for ny/endelig vurdering av inndeling i homogene seksjoner for dimensjonering av overbygning.

Pkt. 512.41 Behov for frostsikring

I tillegg til beskrivelse av hvilke vegtyper som skal/bør frostsikres inneholder avsnittet en tabell med angivelse av frostsikringsbehov avhengig av variasjon i grunnforhold. Grunnforholdene er inndelt i 3 kategorier mht. variasjon, som erfaringsmessig kan gi varierende grad av telehiv (forholdsvis homogen grunn som gir kun små/ujevne telehiv; noe varierende grunn som gir en del ujevne telehiv; og sterkt varierende grunn som kan gi store/ujevne telehiv). Disse kategoriene er ikke tallfestet.

Hb 018 Vegbygging, 2011 utgaven

Kun vesentlige endringer og nye krav i forhold til 2005-utgaven, med tanke på grunnundersøkelser, er omtalt nedenfor.

Kap. 202 Planlegging og prosjektering

Dette delkapitlet (kap. 202) er nytt i forhold til tidligere utgaver av Håndbok 018 og baserer seg på generelle regler i eurokode (NS-EN 1997-1:2004+NA Rundskriv :2008 *Geoteknisk prosjektering*) som er innarbeidet i Statens vegvesens Håndbok 016 Geoteknikk i vegbygging.

Pkt. 202.4 Grunnundersøkelser, stabilitetsforhold mv.

Her er det tatt inn et "bør"-krav om å foreta en samlet planlegging og gjennomførelse av grunnundersøkelser for vurdering av stabilitet og setninger samt for dimensjonering og frostsikring av vegoverbygningen (jfr. kap. 510.2).

Pkt. 204.1 Generelt (om kvalitetssikring, underbygning)

Uendret fra 2005-utgaven, dvs. at det er krav om at forholdsregler som skal forebygge telehiv og setninger skal avklares i planprosessen. Underforstått kan dette bety grunnundersøkelser for det spesifikke formål.

Kap. 5 Vegfundament

Pkt. 510.2 Grunnundersøkelser

Det er tatt inn følgende krav/presisering i hovedteksten (normalteksten):

"Kartlegging med tanke på behov for frostsikring skal inngå i undersøkelsen og omfatte en vurdering av variasjonsklasse, se pkt. 512.4 og 513.2. En vurdering av terrengformasjonene vil da kunne gi nyttig tilleggsinformasjon."

I tillegg er det tatt inn kommentartekst som bl.a. påpeker at det kan være aktuelt å øke antall prøver og/eller foreta spesiell kartlegging av områder med fare for stort eller ujevnt telehiv.

Pkt. 512.41 Behov for frostsikring

Inndelingen av grunnforholdene i 3 kategorier (1, 2 og 3) er nå betegnet variasjonsklasser. Dette kan bidra til å fokusere på at det er variasjonen i grunnforholdene som ofte skaper problemer.

De enkelte variasjonsklassene er noe nærmere forklart enn tidligere. For å kunne plasseres i variasjonsklasse 1 skal grunnforholdene være bekreftet gjennom grunnundersøkelser (jfr. pkt. 510.2).

For variasjonsklasse 3 (sterkt varierende) har man tatt med en nærmere beskrivelse av hvilke jordartstyper mv. dette kan omfatte. Denne variasjonsklassen brukes også der det er tvil om grunnundersøkelsene (se pkt. 510.2) har fanget opp lokale variasjoner.

Det er påpekt at behovet for frostsikring må vurderes ved planlegging av grunnundersøkelser, se pkt. 510.2 og skal inngå i grunnlaget for inndeling i parseller med ensartet dimensjonering, se pkt. 510.1.

Som kommentartekst er det tatt med en del råd/tips om grunnundersøkelser/kartlegging, og om nytten av å ha kjennskap til setningsforhold og telehiv på eksisterende veger i samme område som den nye vegen skal bygges. Det er også påpekt i at det vil kunne ligge mye informasjon i det en erfaren planlegger/geotekniker kan lese ut av terrenget.

Kommentarteksten påpeker også nytte/fordel av å velge frostsikring i overgangspartier med og uten frostsikring selv om det ikke er krav til det iht. figur 512.8. Samt vurdering av utkilinger

Pkt. 513.2 (Frostsikring av veg med betongdekke)

Her er det stort sett de samme endringer som for pkt. 512.41

Håndbok 016

I kapittel 1 i Håndbok 016 gis generelle retningslinjer for grunnundersøkelser for geotekniske formål. Det er ikke gitt spesielle retningslinjer for grunnundersøkelser relatert til frostsikring av veger, ut over generelle behov for materialkartlegging langs veglinja, da Håndbok 018 Vegbygging er retningsgivende for materialkrav og frostsikring av vegoverbygninger. Kapittel 13 i Håndbok 016 er i relasjon til frostsikring av veger et veiledende supplement til Håndbok 018. I kapittel 13 i Håndbok 016 forklares ulike mekanismene ved frostvirkninger i jord. I denne sammenheng beskrives hvilke jordarter som kan gi størst frostvirkning og metoder for å identifisere disse. Videre beskrives opplegg for å bestemme forventet frostmengde og frostdybde ulike steder i Norge avhengig av dimensjonerende gjentaksintervall. Beregningsmetoder for termisk isolering er vist avhengig av materialbruk. I denne sammenheng er også opplegg for frostsikring av veger gjengitt med de samme metoder som i Håndbok 018 med henvisning til denne normalen. Videre er metoder for frostsikring av fundamenter beskrevet.

Vedlegg 6,

til kap 9. Kompetanse og opplæring.

Planlegging og prosjektering

Vegplanleggerens og de prosjekterendes oppgaver i forhold til frostsikring av veg er i hovedsak:

- å gjøre seg kjent med og analysere lokale teleforhold og evt. spesielle problemstillinger i det enkelte prosjekt mht. frostsikring
- å beskrive hensiktsmessige drencsystemer som vil fungere godt sammen med øvrige frostsikringstiltak
- å kartlegge material- og grunnforhold, inkl. variasjoner, mht. fastlegging av behov for frostsikring, eventuell variasjon av dette langs linjen
- å dimensjonere overbygning inkl. eventuelle frostsikringstiltak, evt. alternative løsninger, velge aktuelle materialer/materialkombinasjoner og kvalitetskrav til materialene
- å beskrive utførelse/kvalitetssikring i den grad det ikke framgår av normaler og retningslinjer, når det antas å ha vesentlig betydning for arbeidet/resultatet

Ofte vil dette innebære at vegplanleggerne/de prosjekterende må innhente spesialkompetanse hos geologer, geoteknikere, vegteknologer, meteorologer, hydrologer m.fl. for å få de nødvendige grunnlagsdata og andre data/beskrivelser for frostsikring. Supplerende datainnhenting og justering av utførelsen under arbeidets gang må kunne påregnes.

Byggefase

- Byggherren, generelt: Gjennomgå konkurransegrunnlaget og kvalitetssikre dette spesielt mht. beskrevne/manglende tiltak for frostsikring.
- Entreprenører må være kjent med de aktuelle løsninger og deres virkemåte (utlagte lag, drencsystem mv.), materialdata og nødvendig utførelses- og kvalitetsnivå. Entreprenører må ha fokus på å levere riktig kvalitet og dokumentere dette. Lage prosedyrer for å unngå at anleggstrafikk knuser ned utlagte lag i vegoverbygningen og/eller forårsaker spor og deformasjoner av traubunn, og prosedyrer for retting av feil som kan oppstå.
- Byggeledere og kontrollingeniører: skal kontrollere at vegen blir bygd i henhold til planer og beskrivelser og at krav til dimensjoner, materialer og utførelse er ivaretatt. Oppfølging av entreprenørene, gjennomgang av deres dokumentasjon på utført arbeid og gjennomføre stikkprøvekontroll. Sørge for at nødvendig dokumentasjon innhentes, rapporteres og lagres. Være oppmerksom på mulige byggefeil og "fallgruber" som kan hindre at planlagt kvalitet oppnås, og være kjent med tiltak som forebygger/retter slike feil. Innhente ekspertise for å løse uventede problemstillinger som evt. kan oppstå (eksempel: uventede variasjoner i grunnforhold).

Drift og vedlikehold

Ved drift og vedlikehold er første bud å sikre et godt fungerende drencsystem gjennom hele året. Dette gjelder nybygde så vel som eldre/eksisterende veger. Regelmessig inspeksjon av drencsystemer der deres funksjon er "kritisk".

- Både byggherre og entreprenør må være kjent med eventuelle telehiv- og iskjøvingsproblemer som kan oppstå ved ekstreme værforhold (eks. langvarig kulde), og tiltak for å hindre skader på veg, trafikanter/kjøretøy og omgivelser
- Spesielt: være kjent med drencsystemers drift/vedlikehold og evt. spesielle tiltak, også for grøfter/skrånninger og sideområder (som omfattes av driftskontrakter) som påvirker eller påvirkes av vann/frost.
- Forebyggende årlige tiltak: kontroll og rensk av kummer og rør, tining, vannavledning
- Langsiktig vedlikehold: fjerning av torvkanter, grøfting, reparasjon og skifting og rør
- Utskifting og utbedring: skifting av stikkrenner, utvidelse av grøftevolum

Kompetansekrav i dag.

For planleggere og byggherrer stilles det normalt krav til ingeniørutdanning og relevant erfaring. Krav til entreprenør styres gjennom retningslinjer for utarbeidelse av konkuransesgrunnlag (håndbok 066)..

Tele og sikring mot teleskader inngår som en del av pensum alle steder hvor det undervises i vegbygging, men da kun som et deltema blant mange delemner innen faget vegbygging.

Opplæring.

Det er lenge siden Frost i jord prosjektet ble gjennomført (1970-årene). Data og kunnskap (lærebokstoff, konstruksjonsprinsipper mv) ble samlet i diverse publikasjoner, hovedsakelig ”Frost i Jord”-serien, med ”Sikring mot teleskader” (Frost i Jord nr. 17, 1976) som den viktigste og mest omfattende. Det har vært relativt lite fokus på dette emnet siden den gang, noe som gjør at det nok er et behov for å fokusere på temaet og sikre at tilstrekkelig opplæring skjer for opplæring både hos byggherre, konsulenter og entreprenører.

Imidlertid, frostsikringsprinsipper og dimensjoneringsregler samt viktige klimadata og materialdata fra Frost i Jord-prosjektet har vært oppsummert og innarbeidet i vegnormalene (Håndbok 018 Vegbygging) fra midten av 1970-tallet og i alle senere utgaver, men er relativt lite endret gjennom årene.

En del av grunnlagsstoffet om frostens virkemåte og generelle tiltak mot teleskader er også innarbeidet i Håndbok 016 Geoteknikk i vegbygging (fra begynnelsen av 1990-tallet og i senere hyppige oppdateringer). Håndbok 016 supplerer håndbok 018.

Det bør foretas en kartlegging av hvilken opplæring som gis innen dette området gjennom skoleverket, bransjekurs og etatsopplæring (noe er gjort gjennom KDV-prosjektet(Kompetanseutvikling drift og vedlikehold), men ikke spesifikt for dette temaet)

Noen eksisterende opplæringstiltak

Statens vegvesen har en del kurstilbud innen geoteknikk (inkl grunnundersøkelser) og vegteknologi. Tilbudet varierer innen de enkelte regioner (som har gjennomført kurs i egen regi), men det er også sentrale/landsdekkende kurs. Frostsikring behandles i slike kurs stort sett på linje med mange andre viktige problemstillinger og det blir derfor ikke gått vesentlig i dybden.

Gode eksempler på nylig gjennomførte lokale kurs i Statens vegvesen med mye fokus på geoteknikk og vegteknologi har vi fra Region øst og Region nord. Tilsvarende kurs er aktuelle også i de øvrige regionene.

Sannsynligvis er det behov for at grunnutdanning på høyskoler og universitet styrkes – kanskje er det behov for noe opplæring til og med på videregående skole. Universiteter og

høgskoler har i varierende grad grunnutdanning innen anleggsgfag inkl. vegbygging i dag. Maskinentreprenørenes Forbund (MEF) har diverse kursopplegg for sine medlemsbedrifter: Kurs som er til dels teknisk rettede (www.mef.no). Her er det viktig at det holdes tilstrekkelig fokus på frost og teleproblematikk.

Tekna har relevante kurstilbud – også innenfor vegteknologi – men den type kurs arrangeres trolig for sjelden (eller har begrenset deltakelsesmulighet) til å et bredt kompetanseløft mht. frostsikring etc. på kort sikt. (Tekna-kurset Vegteknologi som ble arrangert i april 2011 ble for øvrig basert i stor grad på det opplegget Statens vegvesen Region øst, hadde gjennomført i 2007/2009).

Behov for spesiell opplæring i frostsikringstiltak?

Det er mange måter å sette sammen/begrense kursopplegg for frostsikring og tilhørende aktiviteter. Dersom det konstateres at kunnskap om dimensjonering/utførelse av frostsikring er et gjennomgående svakt tema bør opplæring naturligvis konsentreres spesielt om dette.

Det vil normalt være flere forhold som må ses i sammenheng. Det kan derfor være aktuelt å se flere ”dimensjonerings- og utførelsesystema” under ett i opplæringssammenheng, for eksempel:

- grunnundersøkelser, grunnforsterkning, homogenisering mv (grunnlag for å fastlegge, øke evt. redusere) frostsikringsbehov
- dimensjonering, materialvalg og utførelse av frostsikring (inkl. generelt om utlegging og komprimering av ulike grus-/steinmaterialer og isolasjonsmaterialer)
- utforming, dimensjonering og utførelse av drensssystem spesielt i forb. med frostsikring

Målgrupper for opplæring, internt i Statens vegvesen:

- planleggere, prosjekterende
- ”innkjøpere” (de som kontrollerer/kvalitetssikrer konkurransegrunnlag og behandler innkomne tilbud)
- byggeledere, kontrollingeniører
- laboranter, m.fl.

Målgrupper for opplæring, eksternt

- rådgivende ingeniører (konsulenter)
- entreprenører
- maskin- og materialleverandører

Kortsiktig og langsiktig opplæring

- På kort sikt: Prosjektrettet opplæring/infomøter, i forhold til lokale/relevante data og problemstillinger. Evt. ”obligatorisk” for de som er involvert i prosjekt(er).
- På middels lang sikt: Regional opplæring (internt Statens vegvesen, og evt. inkludere konsulenter og entreprenører). Videreutvikling av eksisterende kurstilbud.
- På lang sikt: Styrke grunnutdanning ved skoler/høgskoler/universitet, påvirke bransjeorganisasjoner til å holde egne kurs, koordinering/samarbeid om kurs for større målgrupper

Omfang/varighet

Kursing-/opplæringsbehovet vil variere og man bør kunne vurdere tilbud om ”1-times-”, ”halvdagskurs”, ”heldagskurs”, ”fleredagerskurs” etter behov.

Opplæringsmateriell

Det er behov for å samle/gjennomgå relevante krav og beskrivelser fra alle håndbøker og veiledninger, mht. frostsikring. Se på hva som bør oppdateres/suppleres, og hvordan stoffet bør fordeles i normaler/retningslinjer, veiledninger og evt. "rene lærebøker"

Behov for forskning og utvikling

Status

Det er gjennomført mye forskning rundt frostproblematikk både i Norge og andre land med tilsvarende klima. I Norge er det imidlertid gjort lite etter 1995 da telerestriksjonene for riks- og fylkevegene ble opphevet. Etter 1995 er også oppfølgingen av frostforholdene i vegkonstruksjonen gjennom avlesing av telegrensemålere trappet ned. Vi er usikker hva som gjennomføres av oppfølging og rapportering i dag. Kunnskapene i Statens vegvesen om frostnedtrengning og tining er trolig mindre i dag enn de var fram til på midten av 90-tallet hvor dette hadde stort fokus i forbindelse med den årlige innføring av vinteraksellast og telerestriksjoner. Samtidig har det kommet mer avansert utstyr for å overvåke temperatur- og vannforhold i vegkonstruksjonen.

Det er behov for å gjennomgå og evaluere det som er kjent av relevante utførte FoU-aktiviteter i de senere år vedr. frostsikring. Noen aktuelle stikkord kan være:

- Klimadata (frostmengder, temperaturregime). Bl.a. er en del gjort av SINTEF Byggforsk.
- Krav til konstruksjonens/vegens egenskaper som ferdig og i driftsfase (krav til jevnhet, fravær av telehiv, setninger mv)
- Materialdata (byggetekniske og termiske data). Nye standarder, og nye materialtyper
- Anleggsteknikk, anleggsutstyr, arbeidsteknikker (tyngre maskiner/større belastninger, GPS-styring, etc)
- Utstyr for kartlegging/overvåking av temperatur- og vannforhold i vegkonstruksjonen.

Aktuelt

Det er ønskelig å trappe opp aktiviteten innen "Frost i jord" og øke FOU-aktiviteten innenfor dette området. Det bør vurderes på hvilke områder det er behov for å styrke kompetansen knyttet til frost i veg. Eksempler på hva som bør vurderes:

- Gjennom litteraturstudium samle relevante forskningsresultater fra Norge og andre land
- Installere avanserte telemålere på ulike steder på vegnettet for oppfølging over lenger tid og sammenfattet med værobservasjoner og observasjoner av telehiv og bæreevne
- Etablere prøvefelt med typiske vegoverbygninger på problematisk undergrunn
- Se på muligheter for felt og laboratorieforsøk hvor ulike frost- og vannforhold kan simuleres for ulike konstruksjoner/materialer under kontrollerte forhold og oppfølging

I arbeidet med å forebygge telehiv må det også være fokus på bæreevneproblemene i tinefasen(e).

Det kan være aktuelt å belyse noen av de ovennevnte temaene, eller andre tema relatert til frostsikring, i etatsprogrammet Varige veier (2011-2014) eller i egne prosjekt.

Bl.a. kan det være aktuelt å se på muligheten for å oppdatere "Sikring mot teleskader" (Frost i Jord nr. 17), men dette blir trolig et mer langsiktig arbeid. Den nye Frost i Jord-komiteén, av 2005, har gjort noen foreløpige vurderinger av nødvendig faglig oppdatering av de ulike kapitler, og stipulert. Innsats og arbeidsmengde for dette.

Vedlegg 7

Detaljert beskrivelse av strekninger med teleskader

Generelt

Nedenfor er en detaljert beskrivelse om strekningene som var berørt av telehiv.

Rv2 Kløfta - Nybakk

Vegens oppbygning

Parsellen er 9,5 km lang og ble åpnet for trafikk i 2007. Vinteren 2009/10 var det telehiv / setninger over en strekning på ca. 400 m mellom Flindrum bru og Nedre Lund bru. Vinteren 2010/11 har det oppstått et nytt område ved Borgen.

I forbindelse med prosjekteringen av vegen i 2004 ble det valgt en vegoverbygning med en total tykkelse på 1,20m. På mindre lokale strekninger, der det var veldig dårlige grunnforhold (lav bæreevne), som ble avdekket i gjennomføringsfasen, et det lagt inn et ekstra gruslag på 0,40m slik at tykkelsen på vegoverbygningen ble økt til 1,6m.

På denne parsellen har det vært et forsøksprosjekt med såkalte landkarløse bruer, til sammen 6 bruer. I overgangen mellom bru og veg er det registrert betydelige setninger på 5 av de 6 bruene som er bygde på denne måten. Brulengden varierer, men er opptil 153 m.

Grunnforhold

Grunnforholdene langs parsellen var en blanding av silt og leire med veldig store lokale variasjoner. I skjæringene var det mange vannførende lag.

Kort om drenering

Tosidig dyp drenering i samsvar med Håndbok 018 Vegbygging ble valgt, hvor bunn av drensledning skal ligge 30 cm under traubunn.

Frostteknisk dimensjonering

Det var foreslått for Rv2 at det skulle brukes "reduisert frostdimensjonering".

Dimensjonerende frostmengde for Ullensaker kommune er 15000 h° C for F 2 (reduisert frostdimensjonering.). For F2 er maks overbygningstykkelse 1,20 m.

Dimensjonering etter F 2 betyr at frostmengden, statistisk sett, kan overskrides hvert annet år. En har i ettertid beregnet frostmengden i Ullensaker kommune for vinteren 2009 / 2010, og den var på 21437 timegrader.

Etter prosjektets skjønn burde vegoverbygningen (sett i ettertid) vært dimensjonert etter F 5 (22000 timegrader) eller F 10 (28000 timegrader). Mest sannsynlig er valg, og feilvurdering av frostmengden en medvirkende årsak til telehiv på denne parsellen.

Registrerte skader

Omfang av telehiv

Omfanget varierer fra 0 – ca. 5 cm på strekningene mellom overnevnte bruer, og enda noe mer ved Borgen (metoden for måling av telehiv var bruk av snor hvor pilhøyden ble målt med tommestokk).

Mulige skadeårsaker

Problemene med telehiv og setninger ble først synlige vinteren 2009/2010. Det ble da utarbeidet en redegjørelse om årsakene til telehivproblemene. Der sies det at det er vanskelige og svært varierende grunnforhold på strekningen og at effekten av disse er undervurdert. Med så mye silt og vann i grunnen vil det være meget vanskelig å unngå telehiv så lenge en ikke har valgt en overbygning som er frostsikker.

Prosjektets stikkprøvekontroll viste at noen av prøvene av forsterkningslaget hadde finstoffinnhold som lå utenfor kravet. Det opplyses fra prosjektmedarbeidere på denne parsellen at entreprenørens driftskontroll var mangelfull, og at det i ettertid er "umulig" å finne disse igjen for de aktuelle strekninger.

Aktuelle tiltak

Region øst har vurdert flere alternativer for å rette opp skadene og forbedre kjørekomforten. Høsten 2010 ble det utført tiltak på strekningen mellom Flindrum og Nedre Lund bru. Her kontrollerte en dypdreneringen, freste ned toppene på det ujevne vegdekket og reasfalterte. Selv om ikke alle problemer ble løst med dette, har mange av ujevnhetene blitt borte. Det foreslås derfor å bruke samme metode på strekningen ved Borgen i løpet av 2011.

Når det gjelder de landkarløse bruene så er det konkludert med at de er for lange, og det er nå bestemt at maks lengde skal være 80 m for å unngå denne setningsproblematikken i framtiden. Det er vanskelig å gjøre noe med de allerede oppståtte setningsskadene.

E16 Wøyen – Bjørum.

Denne vegstrekningen ble åpnet for trafikk i mai 2009. Parsellen har en lengde på 5 km, hvorav 2,5 km i tunnel. Det har vært to entrepriser og det er skader på begge strekninger.

Vegens oppbygning

Overbygningen er dimensjonert etter 1999-utgaven av Håndbok 018. Selv om det er dårlige grunnforhold på strekningen, ble grunnforholdene antatt til å være jevne til noe varierende (klasse 1-2). Iht tabell side 141 i denne utgaven av håndbok 018, er det da tilstrekkelig å dimensjonere kun for bæreevne ved ÅDT under 15 000 kjt. Tykkelsen på overbygningen er derfor på kun 1 m med forsterkningslag av sprengstein. Etter 2005-utgaven av Håndbok 018, ville vegoverbygningen blitt 1,2 -1,5 m ut fra samme forutsetninger.

Selv om undergrunnen her i utgangspunktet ble vurdert som jevn, har bruken av kalkpeler på strekningen mellom tunnelen endret denne forutsetningen uten at dette er blitt fanget opp. Det som i utgangspunktet var en jevn undergrunn har etter kalkpelingen blitt en ujevn undergrunn.

Til forsterkningslaget på E16 er det benyttet sprengt stein i fra fjellskjæringen i veglinja ved Isi. Utførelsen skal da være iht til prosess 53.3 i kontrakten. På forhånd ble det tatt prøver av steinen for å undersøke den mekaniske styrken til steinen som var Mergel. Prøver tatt av steinen av Statens vegvesen ble analysert på eget laboratorium. I tillegg tok entreprenøren egne prøver som ble analysert hos Multiconsult. Alle prøveresultatene viser at steinen tilfredsstilte kravene til mekanisk styrke.

Ved utlegging av forstrekninglaget er det vanlig at byggherren utfører visuell kontroll med blant annet på steinstørrelsen. Det finnes ingen skriftlig dokumentasjon på at dette er utført og heller ingen dokumentasjon på at det er tatt prøver i utførelsesfasen.

Grunnforhold

Undergrunnen består av leire, men i den nordre delen er det både leire og fyllinger av stein.

Kort om drenering

Det er lukket drenering med grunne overvannsgrøfter på hele strekningen. Dybden på drengroftene varierer noe, men er på omlag 1,2 m på det minste, for å få til vannavrenningen.

Kontroll

Det er ikke registrert spesielle avvik i entreprenørens kontroll og heller ikke avvik som tilsa omfattende tiltak i våre stikkprøver. Det eneste området med resultater i grenseland gjaldt avrettingslag på nordre entrepris der finstoffinnholdet lå innenfor grenseverdi ved tørrsikt og noe over ved våtsikt. Det ble etter intern vurdering, besluttet at det ikke var nødvendig å skifte ut dette laget.

Frostteknisk dimensjonering

Frostmengden er iht. tabell i Håndbok 018: F2 11000, F5 15000, F10 18000.

Vinteren 2010/2011 er forstmengden anslått til 26000 – 27000 timegrader. Dette kan synes høyt sammenlignet med hva som er registrert andre steder. Mer sannsynlig har den ligget i området F5-F10.

Registrerte skader

Skadene er fordelt på tre strekninger, alle i dagsonen. Samlet lengde er ca 250 m

1. På Økrisletta mellom tunnelene er det langstrakte bølgedannelser over en strekning på ca 200 m i begge løp. Det er registrert noe setninger tidligere, men det antas at skaden som nå vises i hovedsak skyldes tele. Det var ikke tilsvarende skade vinteren 2009/2010. Det har vært omfattende grunnforsterkning med kalk/semmentpeler på hele strekningen.
2. I overgangen mellom entreprisene nord for Skuitunnelen er det markante telehiv over en strekning på ca 10 – 20 m i begge løp. Her var det også noe telehiv vinteren 2009/2010, men vesentlig mindre enn sist vinter og den gikk raskt tilbake. Ujevnheter i grunnen og dårlig tilpassing mellom entreprisene kan være en forklaring.
3. Rett nord for Isi bru i nordgående løp er det markante ujevnheter over en strekning på 30-40 m, som ligger i steinfyllingen inn mot brua. Her har det ikke vært skader tidligere.

Mulige skadeårsaker

Det synes klart at overbygningen er for tynn, men det alene er neppe skyld i skadene. Skadeårsakene er som regel komplekse. Vi har god erfaring med tynne overbygninger på dårlig grunn så lenge grunnforholdene er helt jevne.

Økrisletta - mellom tunnelene

Grunnforsterkning med kalk-/semmentpeler gir ikke jevne grunnforhold. På denne strekningen er det derfor mye sannsynlig at det er ujevne grunnforhold som er årsaken til at det har blitt telehiv. At grøftene er delvis svært grunne, må antas å være en medvirkende årsak. Ujevnheter skyldes mest sannsynlig en kombinasjon av setninger og teleskader.

Ujevnheter nord for Isi bru

Det ble foretatt oppgraving på E16 i uke 23 (2011). Hensikten med dette var å klarlegge årsaker til telehiv som oppsto vinteren 2010-2011. For utgraving ble det valgt en strekning i

nordgående løp ved avkjøringen til Isi. På denne strekningen var det mye telehiv sist vinter 2010-2011.

Overbygningen på nevnte strekning var oppgitt å bestå av (fra toppen og ned):

- Asfalt: 20cm
- Forsterkningslag: 80cm inkl. avrettingslag
- Fyllingsmasser av stein.

Asfalten (ca. 20 cm) ble frest av i ca. 25m lengde i hele bredden av nordgående løp. Innenfor denne delstrekningen ble det gravd ut tre tverrprofiler til traubunn (i hele bredden). Inntrykk fra oppgravingen er som følger:

- Traubunn besto av meget bløt leire og *ikke* av steinfylling
- Iht. håndbok. 018 skal største steinstørrelse ikke bygge mer enn ½ lagtykkelse ved bæreevnegruppe 4 eller dårligere, jfr.håndbok 018, figur 522.1. Ved oppgravingen ble det funnet en god del stein som var større enn dette. Enkelte steinblokker var av tilnærmet samme dimensjon eller noe mindre enn tykkelsen av forsterkningslaget.
- Forsterkningslaget var til dels mettet av finkornige materialer, dvs. at de store steinene til dels "lå og fløt" i mer finkornige materialer.
- Det ble målt tykkelser av avrettingslaget fra ca. 5 cm til i underkant av 20 cm, dvs. at tykkelsen av avrettingslaget varierte mye. Det var vanskelig å si om finstoffinnholdet i avrettingsmaterialet var innenfor tillatte grenser i håndbok. 018. Analyseresultater fra laboratoriet vil vise dette.

Avhengig av hva analyseresultatene viser, håper en å kunne få bedre kunnskap om årsaksforholdene og bedre grunnlag for å kunne gjøre tiltak for å rette på skadene.

Hovedårsaken til det oppståtte telehivet her antas foreløpig å skyldes den tynne overbygningstykkelsen (1m) over bløt leire. Frosten har forholdsvis raskt gått ned i telefarlig undergrunn den siste vinteren, og ulike drensforhold kan ha skapt ujevnheter som er observert.

Scanning med georadar

Det er utført scanning på strekningen med georadar av SINTEF i Trondheim. Slik scanning skal kunne avdekke islinser ned mot 3 m under topp vegdekke, samt avdekke andre uregelmessigheter i vegoverbygningen. Endelig rapport foreligger ikke per dato.

Aktuelle tiltak

Det er foreløpig ikke tatt stilling til eventuelle tiltak for å bedre på forholdene.

E18 Krosby - Knapstad

Denne vegstrekningen ble åpnet for trafikk i mai 2010. Parsellen har en lengde på 8 km.

Vegens oppbygning

Parsellen er 8 km lang. Tykkelsen på overbygningen er 1,6 m.

På E18 Krosby-Knapstad er det beskrevet dysprengning på 0,75 m med 10 % tverrfall. Bergskjæring er ikke lastet ut til klinken. Overbygning har en tykkelse på 1,61 m, hvor 0,21 m er asfalt).

Det er sprengt ut berg i linja som er brukt til forsterkningslag. Dette har godkjent LA-verdi, (Lavere enn 35)

Grunnforhold

Strekningsvis berg og leire med varierende siltinnhold og telefarlighet.

Kort om drenering

Noen punkter har manglende drenering.

Kontroll

Finstoffinnhold i forsterkningslag er noe høyt. Stikkprøvekontroll viser noen prøver utenfor krav (3-11 %).

Entreprenørens kontroll av utlagt forsterkningslag: Det er tatt ut 9 prøver som viser finstoffinnhold på mellom 3,8 % til 10,4 %. (Entreprenøren har ikke overlevert tilstrekkelig antall prøver.

Byggherrekontroll av utlagt forsterkningslag: Det er tatt ut prøver 21 prøver som viser finstoffinnhold på mellom 0,6 til % til 11,5 %.

Frostteknisk dimensjonering

Overbygningstykkelsen på 1,6 m er i overkant av hva den frosttekniske dimensjoneringen etter håndbok 018 (utgave 2005) krever, forutsatt at risikoen for varierende grunnforhold er vurdert riktig.

Registrerte skader

En strekning på ca. 50 m, og punkter på en 900 m strekning, er utsatt for telehiv.

Det er korte partier med jordtrau (overgang jord/fjell) mellom bergskjæringer som er utsatt for telehiv.

Områder med telehiv er innmålt med totalstasjon og GPS. Innmålinger er sammenlignet med høyder på topp bindlag fra utlagt asfalt før vegåpning. Resultatet av målinger viser at vegen har hevet seg inntil 8-10 cm.

Mulige skadeårsaker

Målinger av nedbørsmengde høsten 2010 viser nedbør mindre enn normalt. Januar og februar i 2011 viser nedbør over det normale. Kaldere periode enn normalt i november–desember (2010)

Målt teledybde i Indre Østfold på ferdig veg.

1996: 1,76 m

1997: 1,41 m

2010: 1,57 m

2011: 1,55 m

Målinger av E18 i vinter etter at telehiv ble observert, viser at høyde på asfalt er den samme som ved overlevering på de partier som ligger i berg. Partier som ligger på leire har en økning i innmålt høyde på inntil 10 cm. Prosjektet sin teori er at telen går i leirelaget under overbygningen, da overbygning ligger i ro på partier hvor det er berg.

Det kan også være andre medvirkende årsaker:

- For høyt finstoffinnhold i forsterkningslaget.

- Drenering som ikke fungerer optimalt den første tiden, men effekten øker med årene. (Leire blir drenert ut)
- Drenering av overbygning kan være mangelfull. På minst ett av stedene vil vi drenere i sommer/ høst.
- Manglende landbruksdrenering hvor vann renner inn i vegoverbygning. Manglende landbruksdrenering blir i hovedsak utført dette året.

Problemet kan være sammensatt, da det ikke er observert teleskader på tidligere parseller av E18 som er bygget i Østfold

Den lange erfaringen med 1,5 m vegoverbygning på motorveger i Østfold tilsier at det neppe kan være overbygningstykkelsen som er hovedårsaken til telehivsproblemene på strekningen.

Scanning med georadar

Det er utført scanning på strekningen med georadar av SINTEF i Trondheim. Slik scanning skal kunne avdekke islinser ned mot 3 m under topp vegdekke, samt avdekke andre uregelmessigheter i vegoverbygningen. Endelig rapport vil foreligge i juni 2011.

Aktuelle tiltak

Prosjektets forslag til tiltak

Prosjektet mener det er sannsynlig at jordmasser i laget under overbygningen har hevet seg, og ikke selve overbygningen.

På bakgrunn av dette foreslås følgende tiltak:

- Avvente laboratorieresultatene fra graveprøver og resultater fra scanning med georadar.
- Teleutsatte partier dreneres sommer/høst 2011
- Avvente en vinter for å avdekke om tilleggsdrenering gir forventet effekt med økt dreneringskapasitet, og om telehiv avtar.
- Vurdere ytterligere tiltak hvis dreneringstiltakene ikke gir tilfredsstillende effekt

Vedlegg 8

Detaljer om drensforholdene på strekninger med teleskader

E16 Wøyen - Isi

Drenssystem er iht. byggeplan/tegninger, og er plassert 1,2m til 1,7m, under planum (regnet fra planum til bunn drensledning).

Dreneringen er dobbeltsidig på Økri. På den aktuelle delstrekningen er det ca 47stk kummer Inkl overvannskummer.med inspeksjonsmulighet.

Spesielle forhold vedr. drenssystemet: Enkelte kummer og ledninger med dybde mindre enn 1,5m er frostisolert med 50mm XPS

Drenssystemet er/sjekket iht håndbok 025, og drenssystemet er tolket.. Data fra entreprenørens egenkontroll og byggherrens stikkprøvekontroll eksisterer Grøfter på Økrisletta er fylt med sortert sprengstein til 0.2m over planum. Fall og høyder er kontrollert i hver kum, samt på midten mellom kummene

I forbindelse med telehivproblemene som har oppstått på strekningen er det ikke undersøkt spesielt om drenssystemene har fungert som forutsatt bl.a. om ledningene har vært gjenfrosset eller tilslammet. Eneste indikasjon på at systemet har fungert er innlekkasjer til pumpestasjon som har vært forholdsvis stabil, sett ut fra snitt på året.

Konklusjon: For aktuelle delstrekninger på dette prosjektet har ikke mangelfullt drenssystem bidratt til telehivproblemer som er oppstått. Drenssystemer er i samsvar med retningslinjene (normalene) og vanlig praksis.50mm XPS regnes vanligvis som 50 cm jord. Dvs at der grøftene er 1,2m, blir reell dybde 1,7m.

Ut fra dette synes det åpenbart at årsak til telehiv på E-16 har sin årsak i for tynn overbygning.

E18 Krosby- Knapstad, Veg II

Drenssystem er iht. byggeplan/tegninger plassert under planum. Minimumsavstand er 0,5 m fra planum til bunn drensledning.

Dreneringen er enkeltsidig/dobbeltsidig og i midtdeler. Dette varierer ut fra fall, tverrfall og om det er jord- eller fjellskjæring.

På den aktuelle delstrekningen er det 138 sandfang, 28 infiltrasjonskummer, 111 inspeksjonskummer(overvann) og 14 spylekummer på drensledning med inspeksjonsmulighet.

Spesielle forhold vedr. drenssystemet: Det er bygget infiltrasjonsgrøft på E18 fra 22320-22850, lengde 530 m og på rampe pr 520-690, lengde 170m. Det er i tillegg satt sandfang som skal ta opp vann fra grøfter ved store nedbørmengder. I praksis fungerer disse sandfangene (infiltrasjonskummer) som overløp.

Drenssystemet er kontrollert og dokumentert av entreprenøren. Overvannsledning er tv-kjørt og overlevert byggherre.

Det foreligger data fra byggherrens stikkprøvekontroll. Drenssystemet er kontrollert visuelt og det er tatt stikkprøvekontroll ved innmålinger..

I forbindelse med telehivproblemene som har oppstått på strekningen er det ikke undersøkt om drenssystemene har fungert som forutsatt bl.a. at ledningene ikke har vært gjenfrosset eller tilslammet. Alle kummer var slamsugd rett før vegåpning i november i fjor. I tillegg er ledninger tv-kjørt.

Konklusjon: For den aktuelle delstrekninger på dette prosjektet anses at mangelfullt drenssystem kan ha bidratt til telehivproblemer som er oppstått ved pel 22240- 22340 på høyre side. Dette er en strekning på 100 m som vil bli utbedret i sommer/ høst.

Det er derfor stor sannsynlighet for at drenssystemet ikke har nådd full kapasitet ennå pga kort tid mellom ferdigstillelse og vinter. Drenssystemet har trolig ikke fått nok tid til å drenere grunnen tilstrekkelig før frosten kom.

Rv 2 Kløfta - Nybakk

Drenssystem er iht. byggeplan/tegninger plassert 0,35 meter under planum (regnet fra planum til bunn drensledning).

Dreneringen er dobbeltsidig. På den aktuelle delstrekningen er det 160 stk kummer med inspeksjonsmulighet. Inspeksjonskummer for hver 60 m i gjennomsnitt.

Spesielle forhold vedr. drenssystemet: Ingen spesielle forhold som kan være relevante.

Drenssystemet er delvis kontrollert og dokumentert av entreprenøren iht. kvalitetsplaner. Det foreligger en del data fra TV-inspeksjon av ferdig system. Data fra byggherrens stikkprøvekontroll eksisterer på det meste av strekningen.

På strekningen mellom Nedre Lund bru og Flindrum bru (ca. 400m) ble det høsten 2010 foretatt en ekstra Tv – inspeksjon av byggherren fordi denne strekningen hadde særlig mye ujevn vegbane. Resultatet var tilfredsstillende og er dokumentert med utskrift fra TV-inspeksjonen.

Konklusjon: For aktuelle strekninger på dette prosjektet anses ikke drenssystemet mangelfullt og drenssystemet antas ut fra dette ikke å ha bidratt til telehivproblemer som er oppstått. Drenssystemer er i samsvar med retningslinjene (normalene) og vanlig praksis.

VEDLEGG 9

- **E16 ved Isi**
Oppgraving i forbindelse med teleskader
Vurdering av registrerte data og analyseresultater
- **E18 Krosby - Knapstad**
Utgraving i forbindelse med teleskader
Vurdering av registrerte data og analyseresultater

Notat

Til: Per Morten Lund
Fra: Seksjon veg- og geoteknikk
Kopi:

Saksbehandler/innvalgsnr:
Fredrik Moen - 61271187
Vår dato: 04.07.2011
Vår referanse: 2011/000032-022

E16 ved Isi Oppgraving i forbindelse med teleskader Vurdering av registrerte data og analyseresultater

1. Orientering

E16 ble åpnet som ny firefelts veg mellom Vøyen og Bjørum i mai 2009, som første utbyggingsparsell mellom Kjørbo (E18) og Bjørum. Veggen har siden åpningen utviklet teleskader og det er igangsatt undersøkelser for å avdekke mulige årsaker. Sentrallaboratoriet fikk i den forbindelse i oppdrag å grave ut materialer fra overbygningen og undergrunnen i tre profiler over aktuell skadestrekning. Gravingen ble utført 23. mai 2011. Materialene er senere analysert ved Sentrallaboratoriet i Oslo og ved Regionlaboratoriet i Lillehammer. Begge laboratorier er sertifisert av Kontrollrådet.

Under prøvetakingen ble lagtykkelser, maksimale steinstørrelser samt forsterkningslagets metninggrad av subbus registrert. Materialene er analysert med hensyn på telefarlighetsgrad ved 20 µm av materiale mindre enn 20 mm (slemmeanalyse), selvdrenerende egenskaper ved 63 µm av materiale mindre enn 20 mm samt kornfordeling og vanninnhold.

2. Krav til materialkvalitet i vegoverbygningen

Statens vegvesen Håndbok 018 Vegbygging, versjon januar 2005, legges til grunn for vurderingen av funnet materialkvalitet. (Alle henvisninger)

Alle krav er vurdert ut fra følgende forutsetninger:

ÅDT > 10 000
Trafikklasse B eller høyere
E16 er stamveg

2.1 Generelle krav

Kvalitetssikring generelt, konf. Kap. 52. Materialer og utførelse, underkap. 520.11 Generelt

Tilsyn

Overbygningsarbeidene skal ha kontinuerlig tilsyn, slik at avvik/mistanke om avvik umiddelbart blir kontrollert og rettet opp. Før neste lag legges ut, skal alltid laget under være kontrollert og godkjent.

Materialkvalitet

*Alle materialer i vegfundamentet skal være **ikke-telefarlige (T-1 materialer)**, dette gjelder ikke for bitumen- og sementstabiliserte materialer.*

2.2 Avrettingslag

Krav til avrettingslaget, konf. underkap. 522.13 Avrettingslag

*Det er samme krav til avrettingsmaterialer som til materialene i øvre forsterkningslag. **For trafikkgruppe B t.o.m. F og for stamveger skal materialene tilfredsstille krav til bærelag.***

Krav til bærelag av knust grus (Gk) og knust fjell (Fk), konf. underkap. 523.111

Generelt krav om ikke-telefarlighet gjelder, dvs. < 3 % på 20 µm av materiale mindre enn 20 mm. Krav til maksimal passering ved 63 µm av materiale mindre enn 20 mm er 8 %. Det er krav til kornfordeling i hht. Fig. 523.2 og fig. 523.4

2.3 Forsterkningslag

Krav til forsterkningslaget, konf. Kap. 522 Forsterkningslag

Underkap. 522.01 Materialtyper og dimensjonering

*For å oppnå maksimal utnyttelse av materialene ved tykke forsterkningslag er det skilt mellom øvre og nedre forsterkningslag. **Tykkelsen på øvre forsterkningslag skal være minimum 15 cm.***

Underkap. 522.11 Sand, grus, pukk/kult, sprengstein og knust asfalt, krav til materialet

For forsterkningslag av sprengt stein eller kult/pukk og som har et åpent steinskjelett med kontakt stein mot stein, stilles det ingen krav til maksimum andel materiale < 63 µm. Dette gjelder både i skjæring og fylling.

*Dersom laget er **mettet med subbus** slik at steinene “flyter” skal forsterkningslaget inneholde **maksimum 8 % materiale på 63 µm av materiale mindre enn 20 mm. Det samme kravet gjelder for forsterkningslag av sand/grus.***

Krav til maksimal steinstørrelse, konf. Figur 522.1 Krav til forsterkningslag utlagt

*For sand/grus skal største steinstørrelse være 2/3 av lagtykkelsen, dog maksimalt 150 mm
For pukk/kult og sprengstein gjelder 2/3 av lagtykkelsen ved bæreevnegruppe 1, 2 og 3.
Ved undergrunn av bæreevnegruppe 4 eller dårligere (Sand $C_u \leq 15$ T-1, grus, sand, morene T-2, grus, sand, morene T-3, leire, silt, morene T-4) skal maksimal steinstørrelse være 1/2 av lagtykkelsen.*

3. Frostsikring

Statens vegvesen Håndbok 018 Vegbygging, versjon januar 2005, viser følgende dimensjoneringsforutsetninger for frostsikring, konf. underkap. 512.41 Behov for frostsikring:

Stamveger med skiltet hastighet større enn 60 km/t skal frostsikres etter bestemmelser gitt i figur 512.8 Stamveger med skiltet hastighet lik eller mindre enn 60 km/t bør frostsikres etter bestemmelsene i figur 512.8

Figur 512.8 Valg av dimensjonerende tykkelse (h) for frostsikring på veg med bituminøst dekke:

Ved $\text{ÅDT} > 10\,000$ skal det frostsikres i maksimal tykkelse 1,2 m (regnet fra topp veg) med sand, grus eller stein, hvis forholdsvis homogene, bare små ujevne telehiv er ventet

Ved $\text{ÅDT} > 10\,000$ skal det frostsikres i maksimal tykkelse 1,5 m (regnet fra topp veg) med sand, grus eller stein, hvis noe varierende, en del ujevne telehiv er ventet

Ved $\text{ÅDT} > 10\,000$ skal det frostsikres i maksimal tykkelse 1,8 m (regnet fra topp veg) med sand, grus eller stein, hvis sterkt varierende, store, ujevne telehiv er ventet

Ved andre frostsikringsmetoder gjelder spesifikke forutsetninger, konf. figur 512.8

4. Prøvings- og analyseomfang

Det er gravet totalt 18 prøvehull i 3 profiler. Det er konsekvent tatt prøver av avrettingsmasser i alle hull. Det er i tillegg tatt en prøve av forsterkningslaget samt 3 prøver av undergrunnen. To steder er undergrunnen klassifisert visuelt. Forsterkningslagets metningsgrad av subbus er klassifisert visuelt. Samtlige materialprøver er analysert med hensyn på telefarlighetsgrad ved 20 μm av materiale mindre enn 20 mm (slemmeanalyse), selvdrenerende egenskaper ved 63 μm av materiale mindre enn 20 mm samt kornfordeling og vanninnhold.

Største steinstørrelse i forsterkningslaget er registrert i 3 prøvehull.

5. Analyseresultater

Avrettingslag

Avrettingsmaterialet synes å være i området Fk0/64.

Av totalt 18 prøver viser en prøve materialkvalitet sandig grus, T-1. Resterende 17 prøver viser materialkvalitet grus T-2, litt telefarlig. Midlere passering på sikt 20 μm av materiale mindre enn 20 mm for alle prøver er 4,6 %. Høyeste registrerte passering er 6,4 %.

15 prøver av 18 viser over 8 % passering på sikt 63 μm av materiale mindre enn 20 mm. Midlere passering på sikt 63 μm for alle prøver er 8,9 %. Høyeste registrerte passering er 12,9 %.

Forsterkningslag

En prøve fra deler av forsterkningslaget viser grus T-2, litt telefarlig. Av materiale mindre enn 20 mm passerer 6,1 % sikt 20 μm .

Forsterkningslaget er konsekvent visuelt bedømt som subbusmettet. Dette utløser krav til maksimal passering på sikt 63 μm av materiale mindre enn 20 mm. På sikt 63 μm passerer 13,7 %.

Det er ikke funnet en systematisk oppbygging med nedre og øvre forsterkningslag.

Det er foretatt kontrollmåling av D_{maks} i 3 prøvehull.

Resultater:

Profil 1 + 6m: 900 mm x 700 mm ved lagtykkelse 800 mm. Bæreevnegruppe 6 (analysert)

Profil 2 + 4 m: 1000 mm x 600 mm ved ukjent lagtykkelse.

Profil 3 + 8 m: 700 mm x 700 mm ved lagtykkelse 66 mm. Bæreevnegruppe 6 (klassifisert)

Undergrunn

Det foreligger analyseresultater av undergrunnen fra 3 prøvehull. Samtlige prøver viser materialkvalitet av leire T-4. Vanninnholdet er bestemt til 22,9 %, 23,9 % og 28,6 %.

I ytterligere 2 prøvehull er undergrunnen klassifisert som leire T-4.

Avstand fra topp veg til nivå leire T-4 er registrert i området 1,0 m til 1,15 m.

6. Konklusjoner

Avrettingslag – materialkvalitet

Analysert materiale synes å tilfredsstillere krav til korngradering for bærelagsmasser av knust fjell, Fk.

17 av totalt 18 prøver tilfredsstiller ikke kravet om ikke-telefarlige materialer T-1. Analyseresultatene viser for disse materialkvalitet T-2, litt telefarlig.

15 av 18 prøver tilfredsstiller ikke kravet om maksimalt 8 % passering på 63 µm av materiale mindre enn 20 mm.

Forsterkningslag – materialkvalitet

En prøve fra deler av forsterkningslaget tilfredsstiller ikke kravet om ikke-telefarlig materiale T-1. Prøven viser T-2, litt telefarlig materiale.

Tilsvarende passering på sikt 63 µm tilfredsstiller ikke kravet til selvdrenerende egenskaper.

Forsterkningslag – maksimal steinstørrelse

Målinger av D_{maks} viser store avvik i forhold til kravene i Håndbok 018. Prøver viser undergrunn av leire T-4, bæreevnegruppe 6. Det er derfor sannsynlig at all undergrunn over aktuell parsell består av bæreevnegruppe 4 eller dårligere. Dette utløser krav om at største stein ikke skal bygge mer enn ½ lagtykkelse.

Forsterkningslag – struktur

Det er ikke funnet en systematisk oppbygging med nedre og øvre forsterkningslag.

Undergrunn – materialkvalitet

Alle analyser fra prøver i undergrunnen viser leire T-4, meget telefarlig materiale.

Avstand fra topp veg til nivå leire T-4 er registrert i området 1,0 m til 1,15 m. Det er ukjent om vegen ble vurdert frostsikret i planfasen eller under anleggsutførelsen.

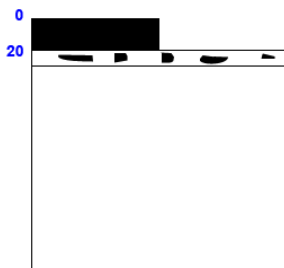
Vedlegg: Analyseresultater fra Labsys
 Snitt av alle prøvehull med registrerte data

E16 Isi, dokumentasjon lagtykkelser og materialkvalitet

Prøvegravet mai 2011, Geir Andersen med flere, Sentrallaboratoriet, Jostein Myre, Byggherre
Analysert juni 2011 Geir Andersen med flere, Sentrallaboratoriet, Nils Hagen, Regionlaboratoriet
Oppstilling/vurdering analyseresultater juli 2011 Fredrik Moen, Regionlaboratoriet

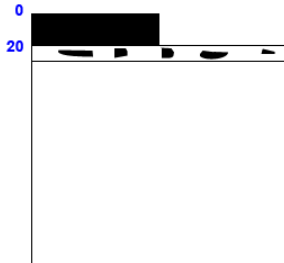
Resultater fra profil 1

PROFIL 1 hvitstripe



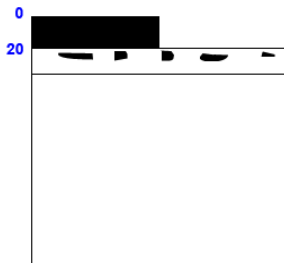
Bituminøse dekker og bærelag
Avrettingslag, grus T-2, 4,8 % (20 um) 8,7 % (63 um) tykk. 100 mm
Forsterkningslag mettet med subbus, ikke prøvetatt

PROFIL 1 +2



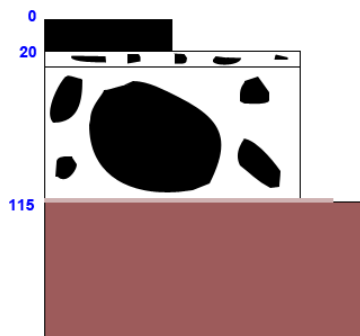
Bituminøse dekker og bærelag
Avrettingslag, grus T-2, 4,4 % (20 um) 8,8 % (63 um) tykk. 100 mm
Forsterkningslag mettet med subbus, ikke prøvetatt

PROFIL 1 +4



Bituminøse dekker og bærelag
Avrettingslag, grus T-2, 4,8 % (20 um) 9,1 % (63 um) tykk. 170 mm
Forsterkningslag mettet med subbus, ikke prøvetatt

PROFIL 1 + 6



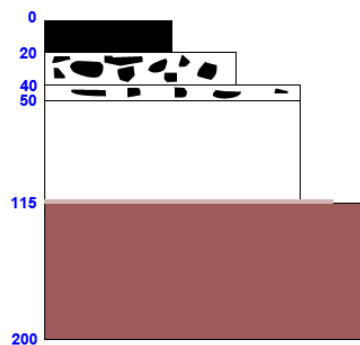
Bituminøse dekker og bærelag
Avrettingslag, grus T-2, 4,7 % (20 um) 8,4 % (63 um) tykk. 120 mm

Forsterkningslag mettet med subbus, innslag av stein 900 x 700 mm
lagtykk. 800 mm, ikke prøvetatt

Fiberduk

Undergrunn, klassifisert som T-4 leire, ikke prøvetatt

PROFIL 1 + 8 m



Bituminøse dekker og bærelag

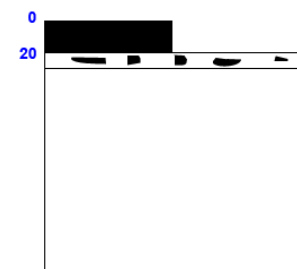
Avrettingslag, grus T-2, 4,3 % (20 um) 8,5 % (63 um) tykk. 190 mm
Forsterkningslag, grus T-2, 6,1 % (20 um) 13,7 % (63 um) tykk. 110 mm

Forsterkningslag, mettet med subbus, lagtykk. 650 mm, ikke prøvetatt

Fiberduk

Undergrunn, leire T-4, w = 28,6 %

PROFIL 1 +10



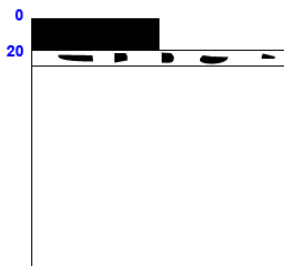
Bituminøse dekker og bærelag

Avrettingslag, grus T-2, 3,8 % (20 um) 7,3 % (36 um) tykk. 120 mm

Forsterkningslag mettet med subbus, ikke prøvetatt

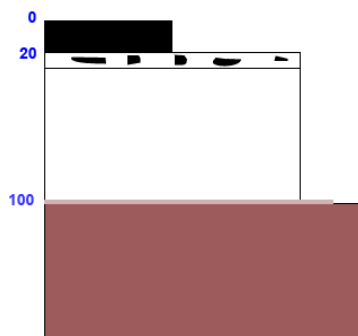
Resultater fra profil 2

PROFIL 2 hvitstripe



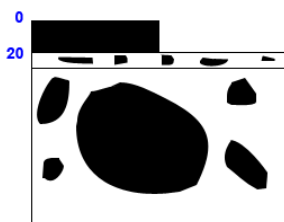
Bituminøse dekker og bærelag
Avrettingslag, sandig grus T-1, 2,9 % (20 um) 7,6 % (63 um) tykk. 90 mm
Forsterkningslag mettet med subbus, ikke prøvetatt

PROFIL 2 +2



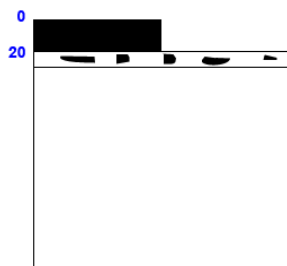
Bituminøse dekker og bærelag
Avrettingslag, grus T-2, 4,6 % (20 um) 8,7 % (63 um) tykk. 120 mm
Forsterkningslag mettet med subbus, tykk. 690 mm, ikke prøvetatt
Fiberduk
Undergrunn, leire T-4, w = 23,9 %

PROFIL 2 +4



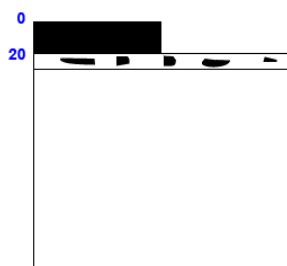
Bituminøse dekker og bærelag
Avrettingslag, grus T-2, 4,8 % (20 um) 8,4 % (63 um) tykk. 70 mm
Forsterkningslag mettet med subbus, innslag av stein 1000 x 600 mm
Ikke prøvetatt

PROFIL 2 +6



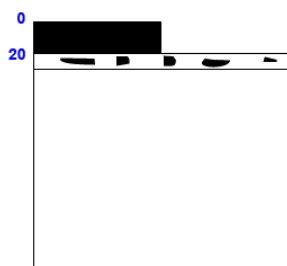
Bituminøse dekker og bærelag
Avrettingslag, grus T-2, 4,6 (20 um) 9,3 (63 um) tykk. 100 mm
Forsterkningslag mettet med subbus, ikke prøvetatt

PROFIL 2 +8



Bituminøse dekker og bærelag
Avrettingslag, grus T-2, 6,4 % (20 um) 10,1 % (63 um) tykk. 60 mm
Forsterkningslag mettet med subbus, ikke prøvetatt

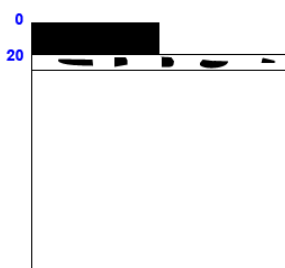
PROFIL 2 +10



Bituminøse dekker og bærelag
Avrettingslag, sandig grus T-2, 4,5 % (20 um) 9,1 % (63 um) tykk. 30 mm
Forsterkningslag mettet med subbus, ikke prøvetatt

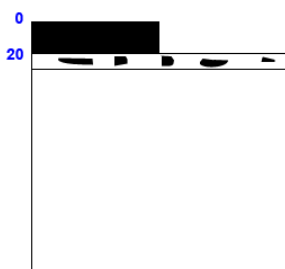
Resultater fra profil 3

PROFIL 3 hvitstripe



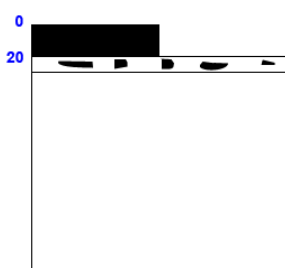
Bituminøse dekker og bærelag
Avrettingslag, grus T-2, 4,6 % (20 um) 8,1 % (63 um) tykk. 100 mm
Forsterkningslag mettet med subbus, ikke prøvetatt

PROFIL 3 +2



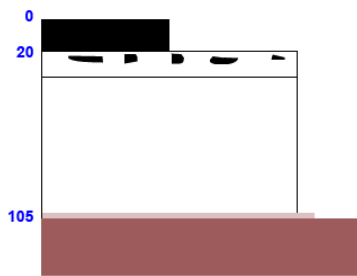
Bituminøse dekker og bærelag
Avrettingslag, grus T-2, 4,5 % (20 um) 8,7 % (63 um) tykk. 100 mm
Forsterkningslag mettet med subbus, ikke prøvetatt

PROFIL 3 +4



Bituminøse dekker og bærelag
Avrettingslag, grus T-2, 5,9 % (20 um) 10,4 % (63 um) tykk. 140 mm
Forsterkningslag mettet med subbus, ikke prøvetatt

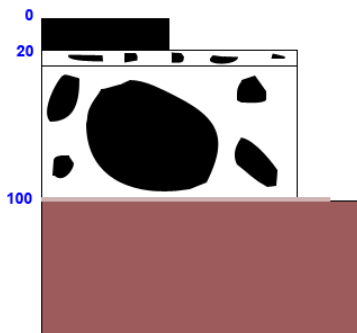
PROFIL 3 +6



Bituminøse dekker og bærelag
Avrettingslag, grus T-2, 3,1 % (20 um) 7,0 % (63 um) tykk. 170 mm
Forsterkningslag mettet med subbus, lagtykk. 680 mm, ikke prøvetatt

Fiberduk
Undergrunn, siltig leire T-4, w = 22,9 %

PROFIL 3 +8



Bituminøse dekker og bærelag
Avrettingslag, sandig grus T-2, 4,7 % (20 um) 9,1 % (63 um) tykk. 150 mm

Forsterkningslag mettet med subbus, innslag av stein 700 x 700 mm
lagtykk. 660 mm, ikke prøvetatt

Fiberduk
Undergrunn, klassifisert som T-4 leire, ikke prøvetatt

Notat

Til: Bettina Sandvin
Fra: Seksjon veg- og geoteknikk
Kopi:

Saksbehandler/innvalgsnr:
Olga Mirochnikova - 24058162
Vår dato: 05.07.2011
Vår referanse: 2011/091301-003

E18 Krosby - Knapstad Utgraving i forbindelse med teleskader Vurdering av registrerte data og analyseresultater

3. Orientering

E18 mellom Krosby og Knapstad ble åpnet som ny 8 km lang firefeltsveg med midtdeler i november 2010. Vegen har siden åpningen utviklet teleskader og det er igangsatt undersøkelser for å avdekke mulige årsaker. Sentrallaboratoriet fikk i den forbindelse i oppdrag å grave ut materialer fra overbygningen og undergrunnen i to profiler over aktuell skadestrekning. Gravingen ble utført 20. juni 2011. Materialene er senere analysert ved Sentrallaboratoriet i Oslo. Laboratoriet er sertifisert av Kontrollrådet.

Under prøvetakingen ble lagtykkelser, maksimale steinstørrelser samt forsterkningslagets metninggrad av subbus registrert. Materialene er analysert med hensyn på telefarlighetsgrad ved 20 µm av materiale mindre enn 20 mm (slemmeanalyse), selvdrenerende egenskaper ved 63 µm av materiale mindre enn 20 mm samt kornfordeling og vanninnhold.

4. Krav til materialkvalitet i vegoverbygningen

Statens vegvesen Håndbok 018 Vegbygging, versjon januar 2005, legges til grunn for vurderingen av avdekt materialkvalitet.

Alle krav er vurdert ut fra følgende forutsetninger:

ÅDT = 14 000
Trafikkklasse B eller høyere
E18 er stamveg

2.1 Generelle krav

Kvalitetssikring generelt, konf. Kap 52 Materialer og utførelse, underkap. 520.11

Tilsyn

Overbygningsarbeidene skal ha kontinuerlig tilsyn, slik at avvik/mistanke om avvik umiddelbart blir kontrollert og rettet opp. Før neste lag legges ut, skal alltid laget under være

kontrollert og godkjent.

Materialkvalitet

*Alle materialer i vegfundamentet skal være **ikke-telefarlige (T-1 materialer)**, dette gjelder ikke for bitumen- og sementstabiliserte materialer.*

2.2 Avrettingslaget

Krav til avrettingslaget, konf. underkap. 522.13 Avrettingslag

*Det er samme krav til avrettingsmaterialer som til materialene i øvre forsterkningslag. **For trafikkgruppe B t.o.m. F og for stamveger skal materialene tilfredsstille krav til bærelag.***

Krav til bærelag av knust grus (Gk) og knust fjell (Fk), konf. Kap. 523.111

Generelt krav om ikke-telefarlig gjelder, dvs. < 3% på 20 µm av materiale mindre enn 20 mm. Krav til maksimal passering ved 63 µm av materiale mindre enn 20 mm er 8 %. Det er krav til kornfordeling i hht. Fig. 523.2 og fig. 523.4

Underkap. 523.112 Produksjon og utlegging

Kravet til kornkurve gjelder for ferdig utlagt materiale. Det er derfor viktig at prosessen fra produksjon til og med utlegging blir gjort på en slik måte at separasjon i materialet unngås. Det vises i denne sammenheng til Håndbok 223 Steinmaterialer til vege-flyplasser-jernbaner.

2.3 Forsterkningslaget

Krav til forsterkningslaget, konf. Kap. 522 Forsterkningslag

Underkap. 522.01 Materialtyper og dimensjonering

*For å oppnå maksimal utnyttelse av materialene ved tykke forsterkningslag er det skilt mellom øvre og nedre forsterkningslag. **Tykkelsen på øvre forsterkningslag skal være minimum 15 cm.***

Underkap. 522.11 Sand, grus, pukk/kult, sprengstein og knust asfalt, krav til materialet

For forsterkningslag av sprengt stein eller kult/pukk og som har et åpent steinskjelett med kontakt stein mot stein, stilles det ingen krav til maksimum andel materiale < 63 µm. Dette gjelder både i skjæring og fylling.

*Dersom laget er **mettet med subbus** slik at steinene “flyter” skal forsterkningslaget inneholde **maksimum 8 % materiale på 63 µm av materiale mindre enn 20 mm. Det samme kravet gjelder for forsterkningslag av sand/grus.***

Krav til maksimal steinstørrelse, konf. Figur 522.1 Krav til forsterkningslag utlagt

*For sand/grus skal største steinstørrelse være 2/3 av lagtykkelsen, dog maksimalt 150 mm
For pukk/kult og sprengstein gjelder 2/3 av lagtykkelsen ved bæreevnegruppe 1, 2 og 3.
Ved undergrunn av bæreevnegruppe 4 eller dårligere (Sand $C_u \leq 15$ T-1, grus, sand, morene T-2, grus, sand, morene T-3, leire, silt, morene T-4) skal maksimal steinstørrelse være 1/2 av lagtykkelsen.*

3. Frostsikring

Statens vegvesen Håndbok 018 Vegbygging, versjon januar 2005, viser følgende dimensjoneringsforutsetninger for frostsikring, konf. Kap. 512.41 Behov for frostsikring:

Stamveger med skiltet hastighet større enn 60 km/t skal frostsikres etter bestemmelser gitt i figur 512.8 Stamveger med skiltet hastighet lik eller mindre enn 60 km/t bør frostsikres etter bestemmelsene i figur 512.8

Figur 512.8 Valg av dimensjonerende tykkelse (h) for frostsikring på veg med bituminøst dekke:

Ved $\dot{A}DT > 10\ 000$ skal det frostsikres i maksimal tykkelse 1,2 m (regnet fra topp veg) med sand, grus eller stein, hvis forholdsvis homogene, bare små ujevne telehiv er ventet

Ved $\dot{A}DT > 10\ 000$ skal det frostsikres i maksimal tykkelse 1,5 m (regnet fra topp veg) med sand, grus eller stein, hvis noe varierende, en del ujevne telehiv er ventet

Ved $\dot{A}DT > 10\ 000$ skal det frostsikres i maksimal tykkelse 1,8 m (regnet fra topp veg) med sand, grus eller stein, hvis sterkt varierende, store, ujevne telehiv er ventet

Ved andre frostsikringsmetoder gjelder spesifikke forutsetninger, konf. figur 512.8

4. Prøvings- og analyseomfang

Det er gravet traséer tvers gjennom vegen i 2 profiler. Prøver ble tatt ved totalt 9 punkter. Det er konsekvent tatt prøver av avrettingsmasser ved alle punkter. Det er i tillegg tatt prøver av forsterkningslaget ved 8 av 9 punkter samt 2 prøver av undergrunnen. Ellers er undergrunnen klassifisert visuelt. Forsterkningslagets mettningsgrad av subbus er klassifisert visuelt. Samtlige materialprøver er analysert med hensyn på telefarlighetsgrad ved 20 μ m av materiale mindre enn 20 mm (slemmeanalyse), selvdrenerende egenskaper ved 63 μ m av materiale mindre enn 20 mm samt kornfordeling og vanninnhold.

Største steinstørrelse i forsterkningslaget er registrert ved 2 prøvepunkter.

5. Analyseresultater

Avrettingslag

Avrettingsmaterialet virker inhomogent, og varierer fra trolig Fk 0/32 til Fk 0/64. Av totalt 9 prøver har 3 prøver kornkurven som ikke tilfredsstillter kravene til bærelag.

3 av 9 prøver viser materialkvalitet grus, T2. 2 av disse 3 prøvene har kornkurven som ikke tilfredsstillter kravene til bærelag. Resterende 6 prøver viser materialkvalitet sandig grus, T1. Midlere passering på sikt 20 μm av materiale mindre enn 20 mm for alle prøver er 2,9 %. Høyeste registrerte passering er 4,5 %.

En prøve viser passering på 11 % på sikt 63 μm av materiale mindre enn 20 mm. Kravet på 8 % er innfridd for resterende 8 prøver. Midlere passering på sikt 63 μm av materiale mindre enn 20 mm for alle prøver er 6,2 %.

Tykkelsen av avrettingslaget er svært varierende, og viser seg å være fra 14 til 25 cm.

Forsterkningslag

Forsterkningslaget er konsekvent visuelt bedømt som subbusmettet.

2 av 8 prøver fra deler av forsterkningslaget viser materialkvaliteten grus og steinig grus, T1. Resterende 6 prøver viser materialkvaliteten grusig steinig materiale/grus/steinig grus, T2. Av materiale mindre enn 20 mm passerer gjennomsnittlig 4 % sikt 20 μm . På sikt 63 μm passerer gjennomsnittlig 8,7 %.

6 av 8 prøver viser passering på over 8 % på sikt 63 μm av materiale mindre enn 20 mm. Resterende 2 prøver innfrir kravet på 8 %.

Det er ikke funnet en systematisk oppbygging med nedre og øvre forsterkningslag.

Det er foretatt kontrollmåling av D_{maks} ved 2 punkter.

Resultater:

Profil 2 -3 m: 100 cm X 80 cm ved lagtykkelse 100 cm. Bæreevnegruppe 6 (klassifisert)

Profil 2 -5 m: 85 cm X 90 cm ved lagtykkelse 100 cm. Bæreevnegruppe 6 (klassifisert)

Undergrunn

Det foreligger analyseresultater av undergrunnen ved 2 punkter.

Resultater:

Profil 1 -1 m: Siltig leire, T4. Vanninnhold, $w = 29,4 \%$

Profil 2 -7 m: Leire, T3. Vanninnhold, $w = 31,3 \%$

Ved de resterende punktene er undergrunn klassifisert som leire, T3/T4.

Avstand fra topp veg til nivå leire T3/T4 er registrert 170 cm.

6. Konklusjoner

Avrettingslag

En tredje del av analysert materiale har kornkurven som ikke tilfredsstillende kravene for bærelagsmasser. Avrettingsmaterialet virker dessuten inhomogent. Tykkelsen på avrettingslaget er svært varierende.

En tredje del av prøver tilfredsstillende ikke kravet om ikke-telefarlige materialer T1. Analyseresultatene viser for disse prøvene materialkvalitet T-2, litt telefarlig. Resterende to tredje deler av prøver viser materialkvalitet sandig grus, T1.

1 av 9 prøver tilfredsstillende ikke kravet om maksimalt 8 % passering på 63 µm av materiale mindre enn 20 mm.

Forsterkningslag – materialkvalitet

Forsterkningslaget er konsekvent visuelt bedømt som subbusmettet.

En fjerde del av analysert materiale tilfredsstillende kravet om ikke-telefarlige materialer T1. Resterende tre fjerde deler av prøver viser materialkvaliteten grusig steinig materiale/grus/steinig grus, T2, litt telefarlig materiale. De samme prøvene innfrir ikke kravet på under 8 % passering på sikt 63 µm av materiale mindre enn 20 mm.

Målinger av D_{maks} viser store avvik i forhold til kravene i Håndbok 018. Prøver viser undergrunn av leire T3/T4, bæreevnegruppe 6. Det er derfor sannsynlig at all undergrunn over aktuell parsell består av bæreevnegruppe 4 eller dårligere. Dette utløser krav om at største stein ikke skal bygge mer enn ½ lagtykkelse.

Forsterkningslag – struktur

Det er ikke funnet en systematisk oppbygging med nedre og øvre forsterkningslag.

Undergrunn

Analyser fra prøver i undergrunn viser en kombinasjon av leire T3 og siltig leire T4, meget telefarlig materiale.

E18 Krosby - Knapstad

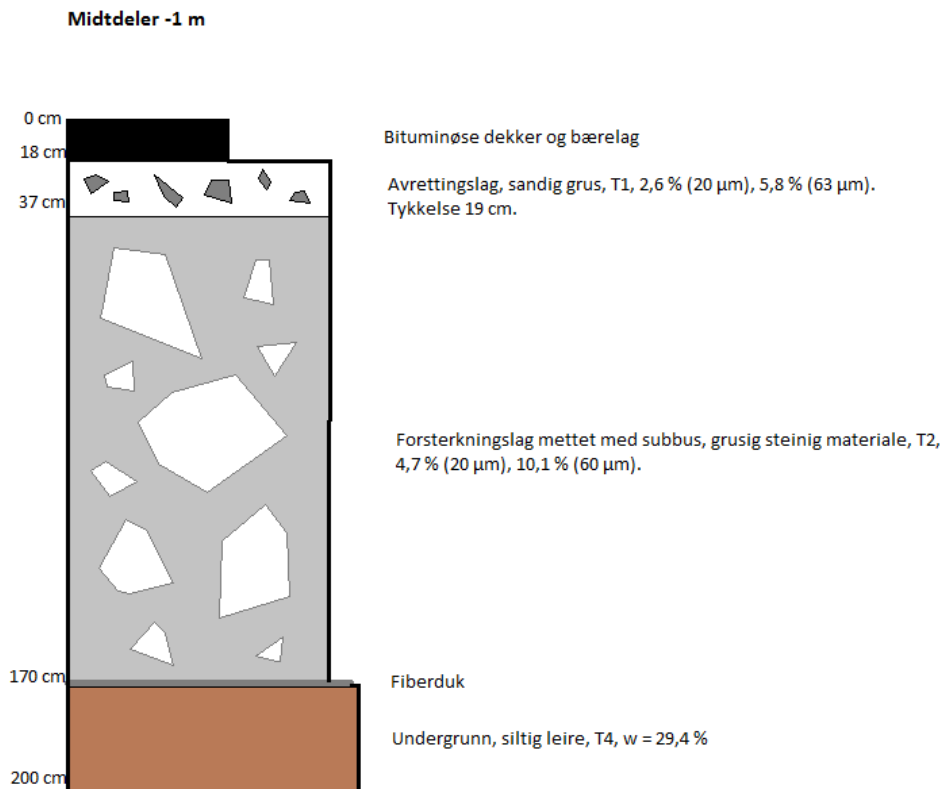
Dokumentasjon lagtykkelser og materialkvalitet

Prøvegravet juni 2011, Geir Andersen med flere, Sentrallaboratoriet, Bettina Sandvin med flere, Byggherre

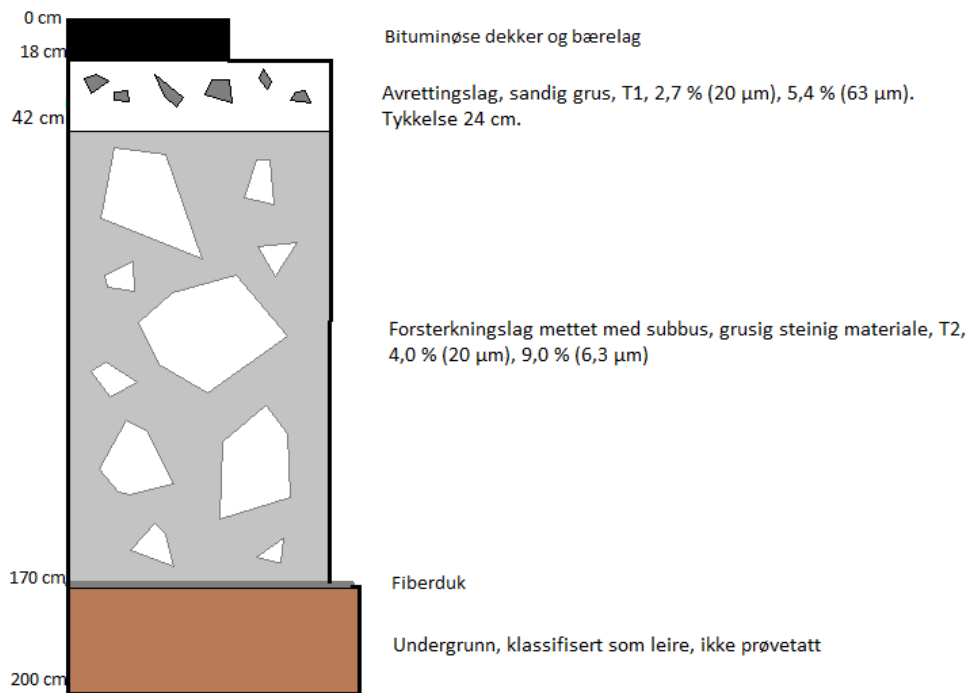
Analysert juni 2011 Geir Andersen med flere, Sentrallaboratoriet

Oppstilling/vurdering analyseresultater juli 2011 Olga Mirochnikova, Sentrallaboratoriet

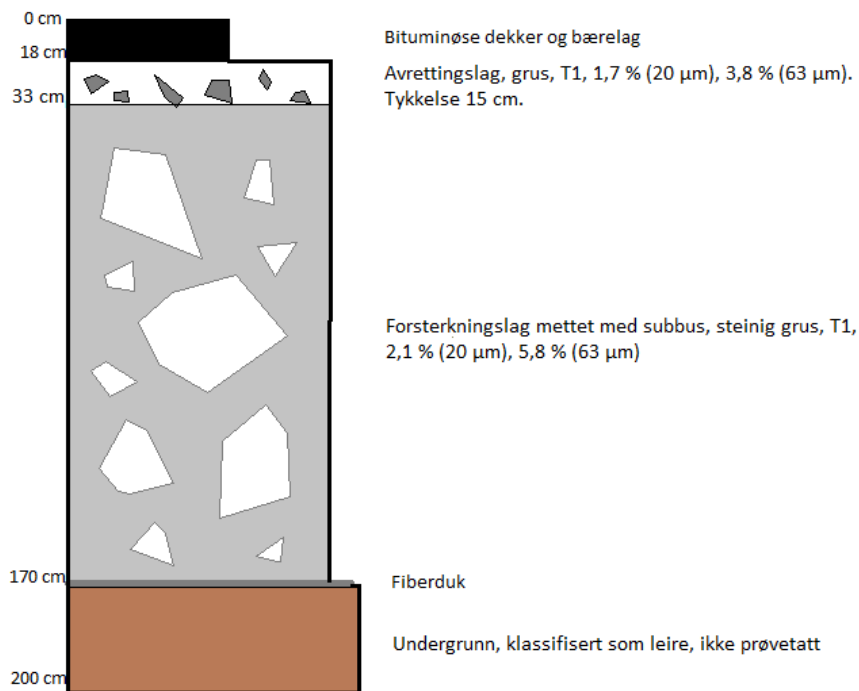
Profil 1



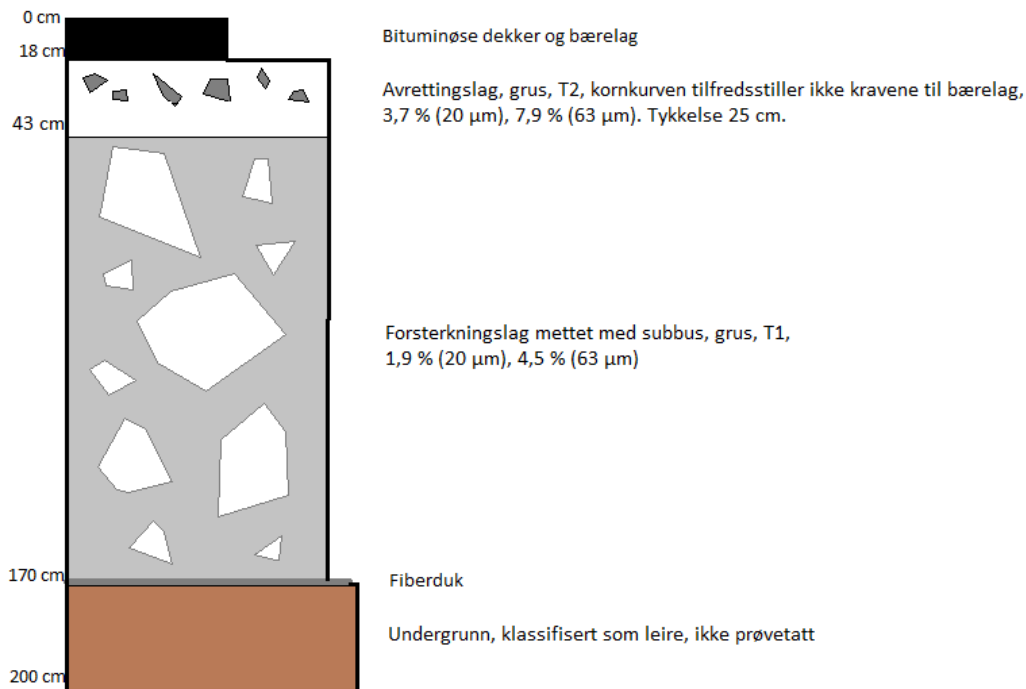
Midtdeler -3 m



Midtdeler -5 m

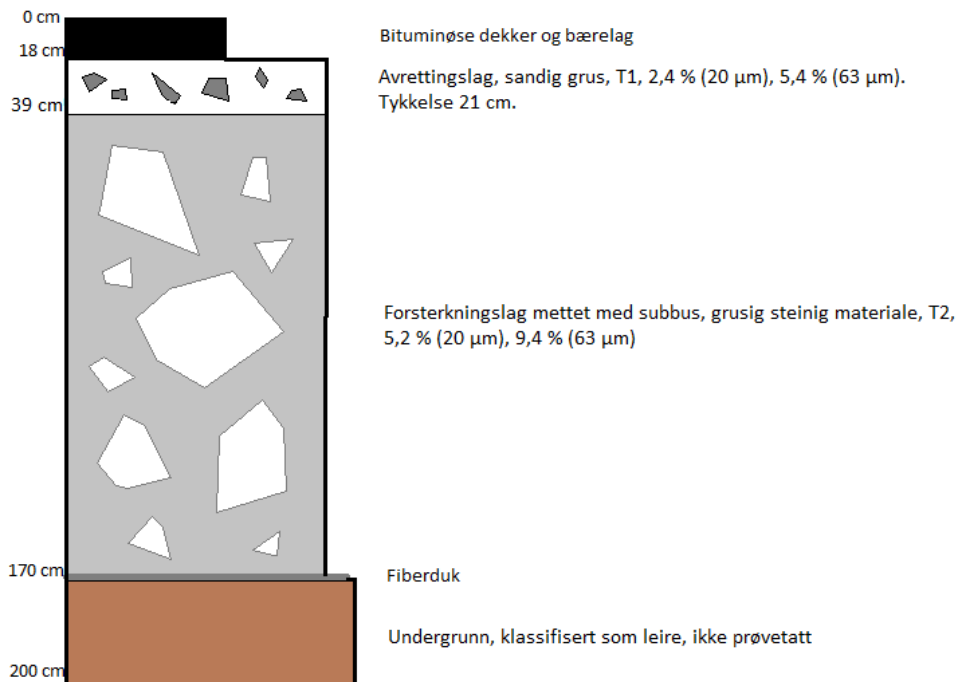


Midtdeler -7 m

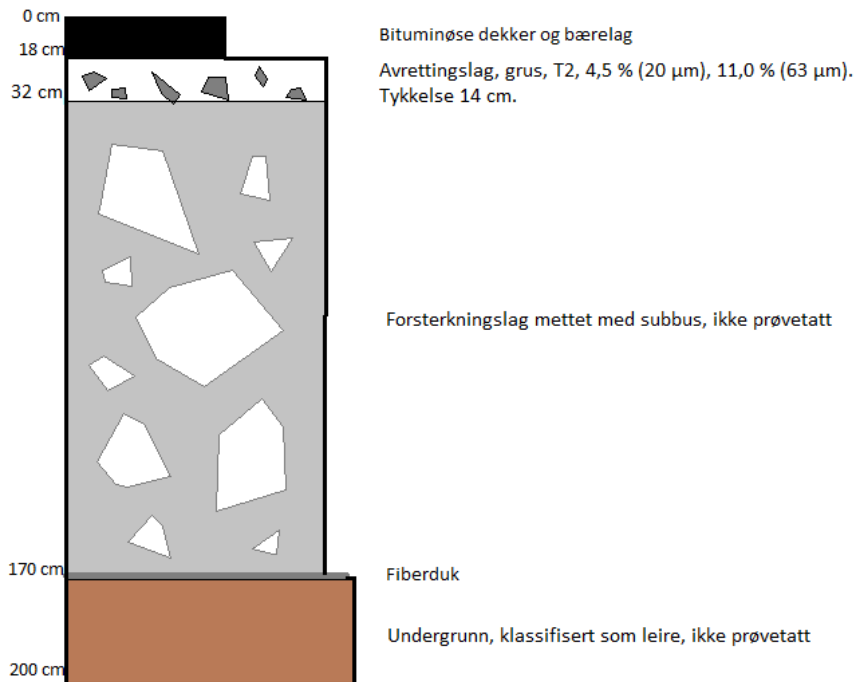


Profil 2

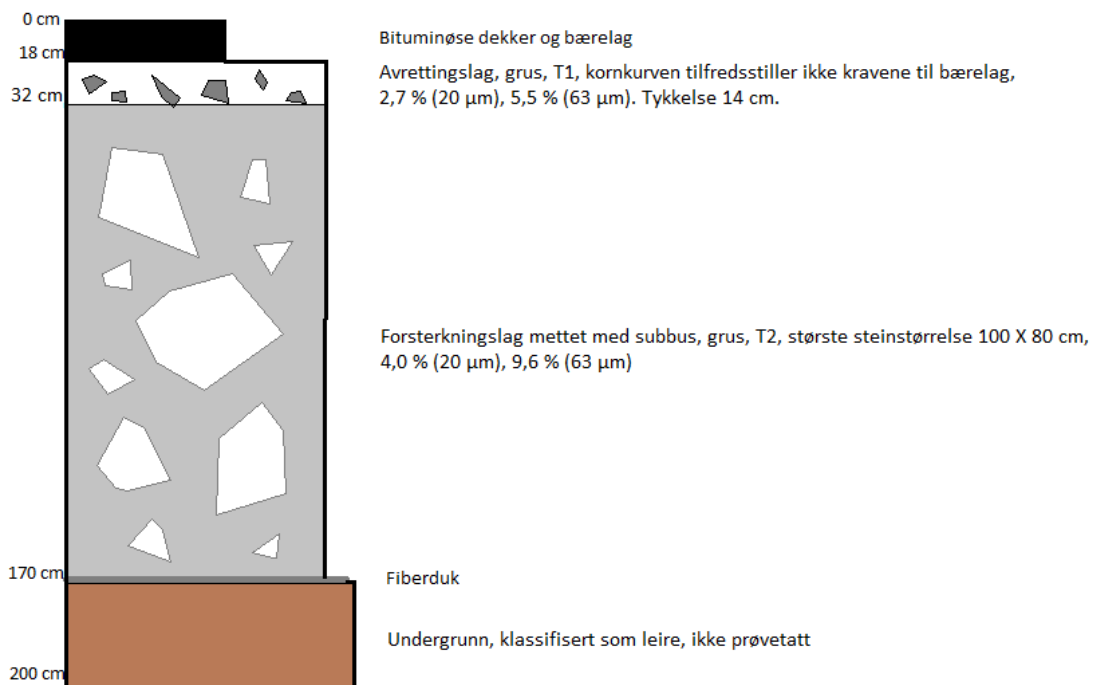
Midtdeler -1 m



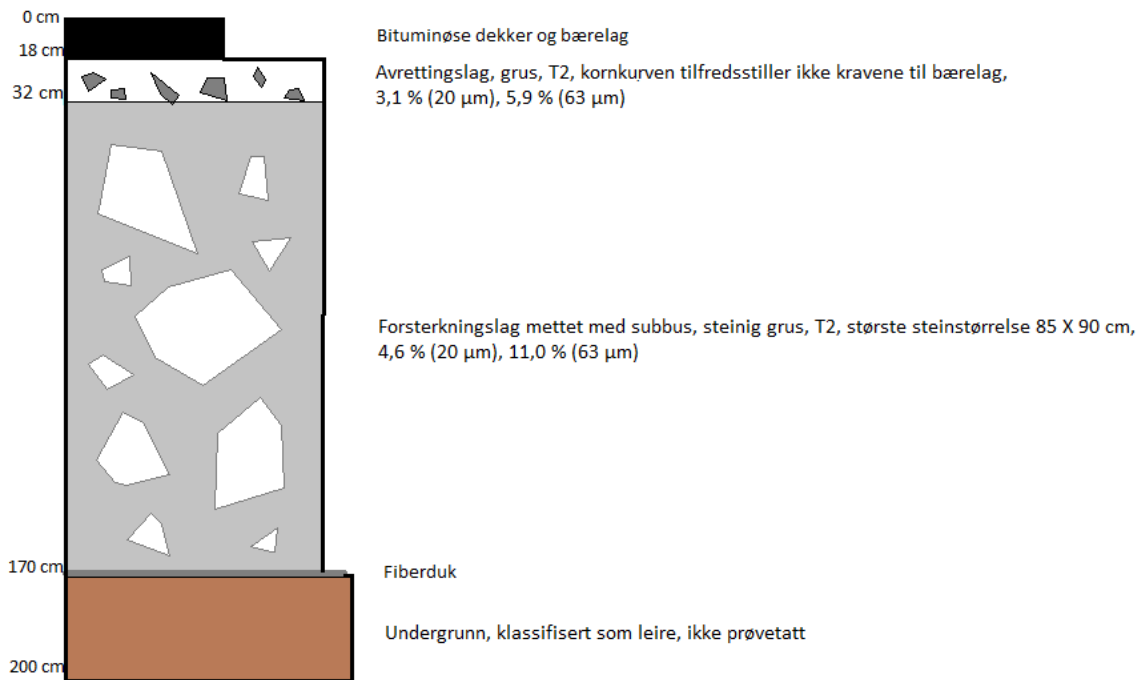
Midtdeler -1,5 m



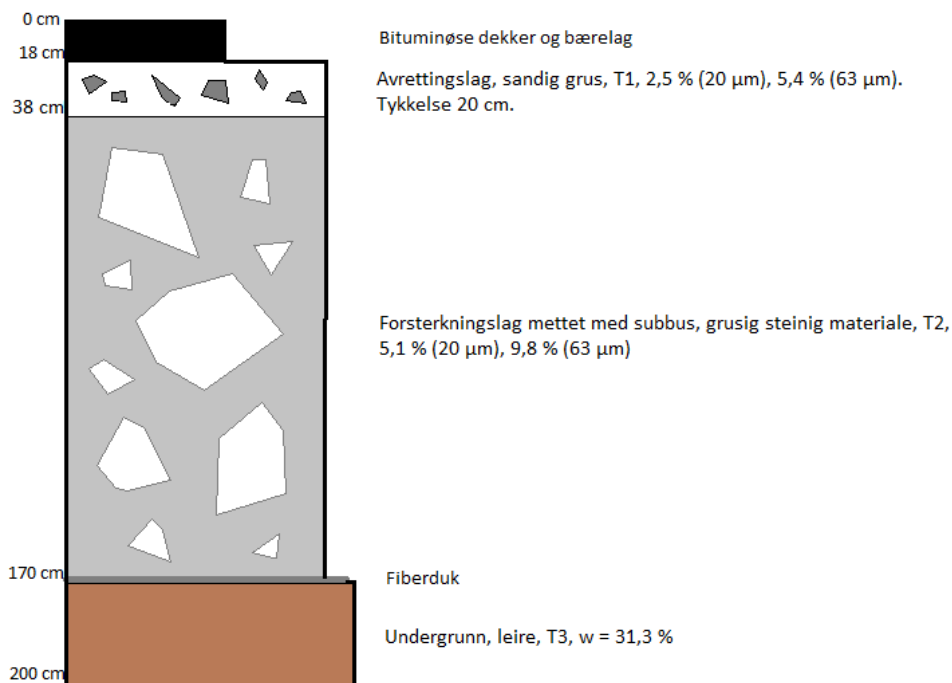
Midtdeler -3 m



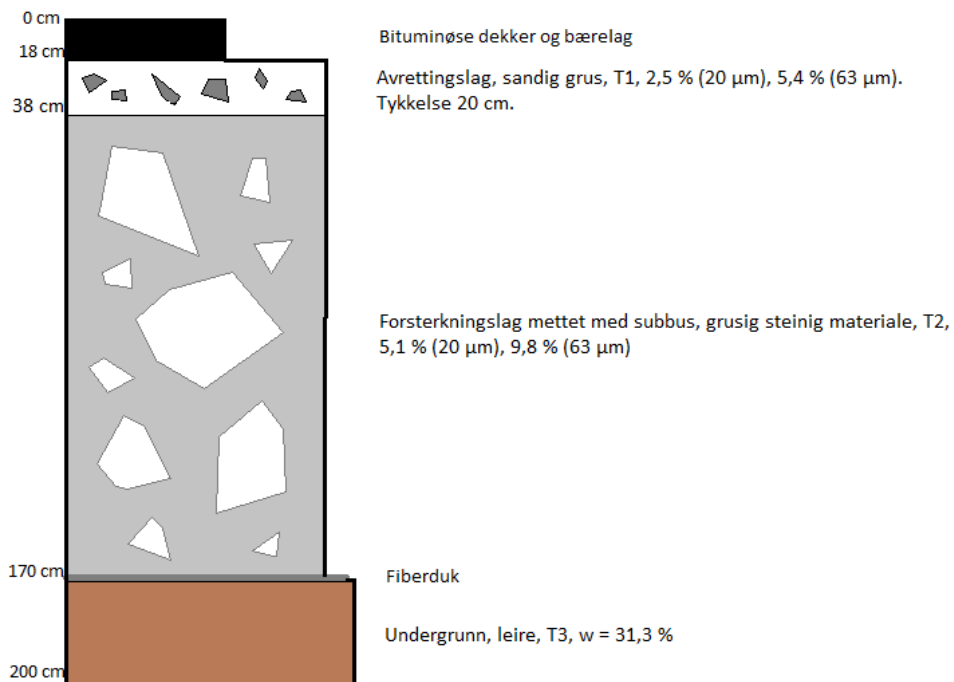
Midtdeler -5 m



Midtdeler -7 m



Midtdeler -7 m





Statens vegvesen

Statens vegvesen
Vegdirektoratet
Publikasjonsekspedisjonen
Postboks 8142 Dep
0033 OSLO
Tlf: (+47 915) 02030
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162