



Forstekningsmetoder

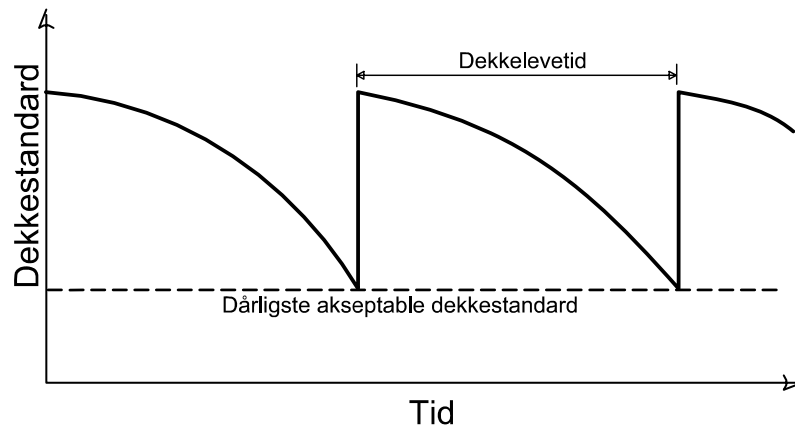
v/ Geir Berntsen, Statens vegvesen Region øst

INNHold

FORSTERKNINGSBEHOV	3
HOVEDPROBLEM	4
METODER FOR UTBEDRING OG REHABILITERING	5
<i>Stabilisering</i>	5
Dekkefornyning uten behov for forsterkning	7
Veger med behov for forsterkning.....	7
Veger med omfattende behov for forsterkning	9
Bindemiddel ved stabilisering	9
Effekt av stabiliseringsmetodene	10
<i>Forsterkning med drenerende og eller ikke-vannømfintlige materialer</i>	11
AVSLUTNING.....	12

Forsterkningsbehov

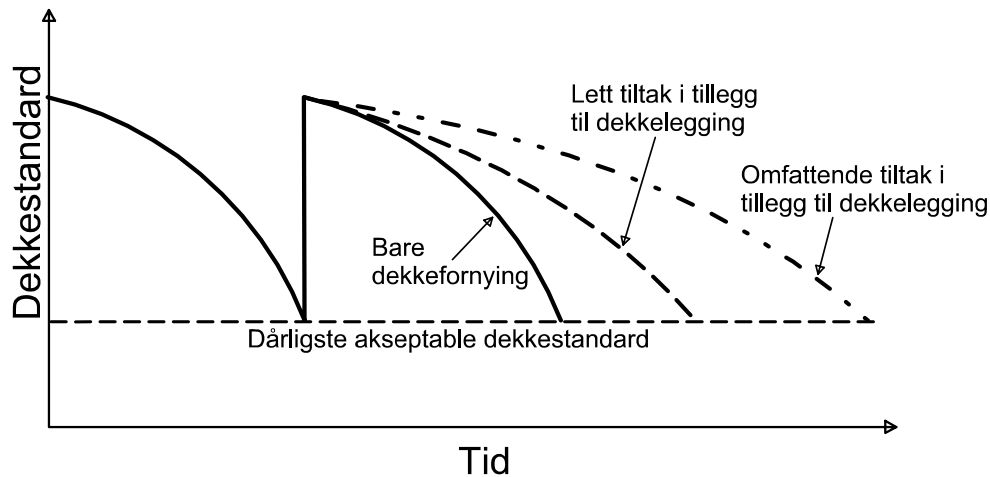
Funksjonell levetid for et dekke er tiden fra siste dekkefornyning til standarden faller under kravene gitt i vår vedlikeholdsstandard. Ved dekkefornyning vil dekkestandarden forbedres til samme nivå som ved forrige dekkelegging. Dette er vist i figuren under.



Ved bygging av ny veg skal denne dimensjoneres for levetid på 20 år. Dvs. at ved et normalt vedlikehold skal vegen i denne perioden ikke få skader av en slik karakter at rehabilitering av vegen blir nødvendig. Med stor piggdekkslitasje vil likevel dekkefornyning med jevne mellomrom være nødvendig dersom årsdøgntrafikken er større enn 2500-3000 kjøretøyer.

Ved forsterkning av veger er dimensjoneringsperioden 10 år. Forskjellen på dimensjoneringsperiode skyldes mer politikk enn fag og da begrunnet ut fra kostnader mht. forsterkning. Fra 2004 vil dimensjoneringsperioden endres til 20 år også for forsterkningstiltak.

På en god veg vil normalt dekket kunne leve i minimum 12-15 år før vi trenger å fornye dekket. Er levetiden større enn 10 år gjør vi normalt ikke spesielle tiltak ved dekkefornyning. Er levetiden på vegdekket mindre enn 6-8 år vil vi normalt vurdere å gjøre ekstra tiltak for å øke denne til minimum 12-14 år. Det er også nødvendig å vurdere rimeligere tiltak som nødvendigvis ikke gir ønsket levetid, men som likevel totalt sett gir den beste løsningen. Hvordan dekkestandarden utvikler seg avhengig av tiltakets omfang ved dekkefornyning, er vist i neste figuren.



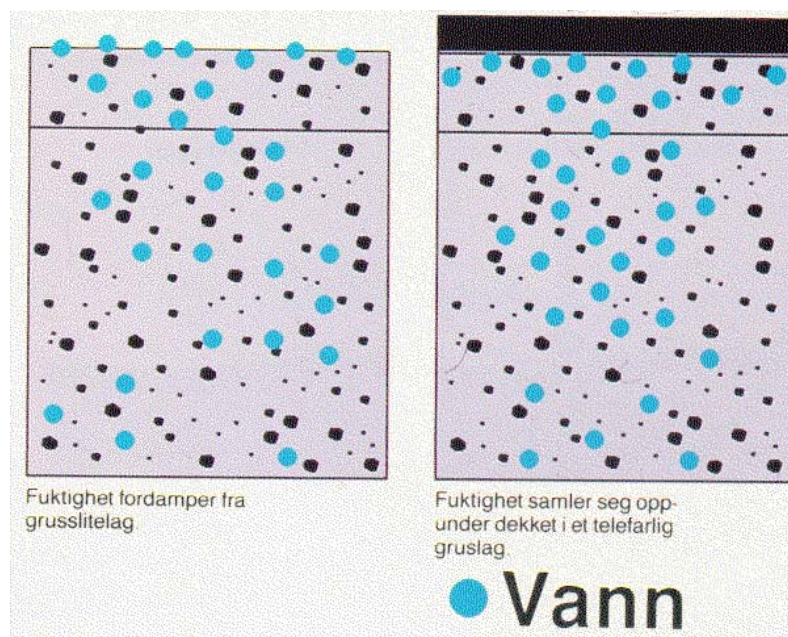
Hovedproblem

For vegene med forsterkningsbehov har vi i hovedsak to hovedproblem

- telefarlige og ustabile materialer i overbygningen
- for liten overbygning sett i forhold til undergrunnsmaterialen

Som andre land på Nordkalotten, har også vi problem i med oppbløting av grusmaterialer i teleløsningsperioden. Materialer med mye plastisk finstoff mister store deler av sin kraftfordelende evne og de plastiske deformasjonsegenskapene endres drastisk i ugunstig retning. Dette er et forhold som er viktig ved vurdering av metoder for rehabilitering.

Figuren under viser et eksempel på hvordan fuktighet i en grusveg fordamper. Legges det et tett dekke på dette vil fuktigheten samle seg under dekket, og dersom grusmassene er vannømfintlige vil de få nedsatt sin bæreevne. Er dekket relativt tynt vil belastningene på gruslaget bli høy. Dette vil videre medføre spordannelser, krakeleringer og slagghull.



Figur: Nodest Vei

Mange av våre veger er nettopp slik som vist i figuren. Gjennom store deler av 1970-tallet og begynnelsen av 80-tallet fikk mange riksveger med grus fast dekke. Dette ble gjort på billigste måte ved at 5-10 cm grus ble kjørt på det gamle grusdekket og så lagt et fast dekke, ofte oljegrus, på toppen. Målet var å få fast dekke på flest mulig kilometer slik at forsterkningsarbeidet og grusmengden ble redusert til langt under det som er forsvarlig.

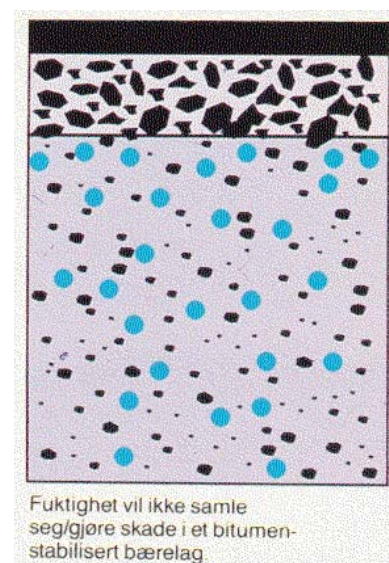
Overbygningen på gamle veger er ofte for svak i forhold til den belastningen vi har i dag. Det er ikke bare tykkelsen som er problemet, men manglende separering av undergrunnsmaterialer og overbygningsmaterialer har over tid ødelagt kvaliteten på overbygningsmaterialene. Undergrunnsmaterialene er pumpet opp i forsterkningslaget slik at dette må betraktes som undergrunn i en del tilfeller.

Metoder for utbedring og rehabilitering

Skadetyper og hvordan og hvor fort disse utvikler seg, er avgjørende for hvilke tiltak som benyttes ved istandsetting.

Som beskrevet tidligere er et av hovedproblemene med vegene våre at bærelagene består av grusmaterialer som har for mye finstoff og som av den grunn får redusert sin bæreevne ved oppfukting. Det er derfor i prinsippet to måter å forhindre dette problemet:

1. gjøre de vannømfintlige massene ikke-vannømfintlige ved å tilsette bitumen og/eller sement
2. benytte materialer som drenerer bort vannet og/eller ikke får nedsatt sin bæreevne ved økt vanninnhold

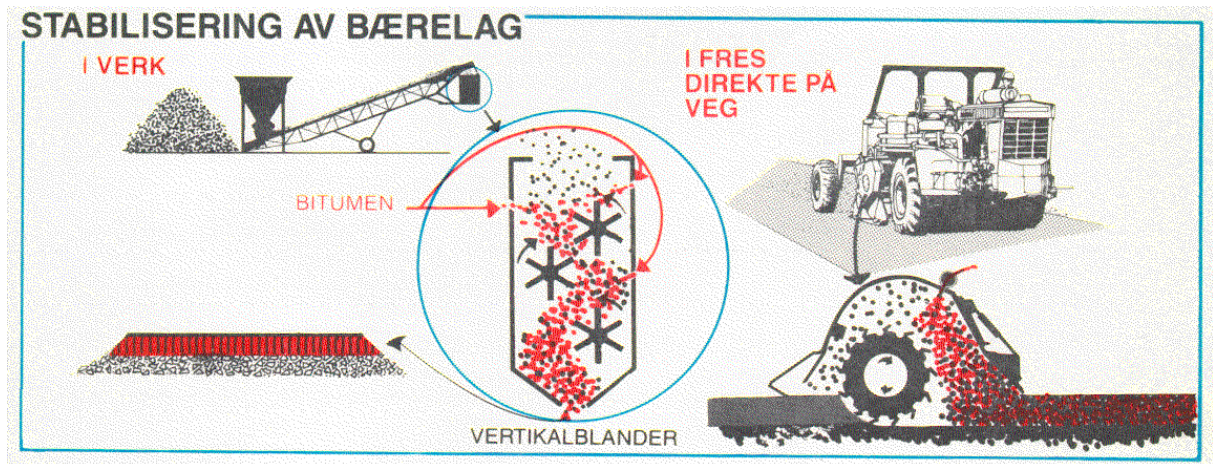


Stabilisering

Stabilisering er en anvendt metode i flere fylker og stabilisering anvendes normalt bitumen, sement eller en kombinasjon av bitumen og sement. I hovedsak er bitumen i form av skumbitumen eller emulsjon benyttet. På denne måten får vi utnyttet den bærelagsgrusen som ligger i vegen ved at egenskapene til denne forbedres. Videre gir denne forsterkningsmetoden minimalt behov for å heve vegen.

Gode grusmaterialer sees på som en viktig ikke-fornybar naturressurs som må utnyttes forsiktig. Derfor er dette en meget miljøvennlig metode sammenlignet med andre forsterkningsmetoder.

Stabilisering av grusbærelag kan i prinsippet skje på to forskjellige måter. Disse er vist på figuren under.



Figur – ICOPAL

Materialen kan blandes i et kaldblandeverk eller ved fresing direkte på veg. Den største delen blir stabilisert på veg da dette vil være den langt billigste metoden. Her er det ikke behov for å transportere massene frem og tilbake fra verket.

Verksblanding kan være aktuelt der vegen er så dårlig at det vil være behov for et nytt forsterkningslag

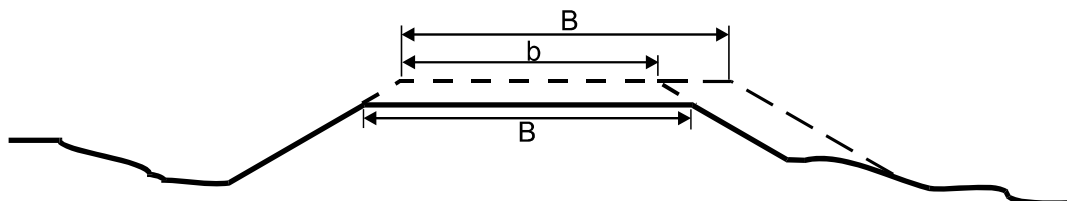
Troms fylke er et av få fylker som har spesialisert seg på stabilisering ”in situ”. I hovedsak benyttes en dypstabiliseringsfres av fabrikat Hamm-Raco 550. Denne er vist på bildet under.



Denne kan frese ned til ca. 50 cm dybde avhengig av steinstørrelsen i massene.

Dersom vi ikke stabiliserer, må det tilføres andre vegbyggingsmaterialer i større mengder. Dette vil kunne medføre behov for oppfylling på vegen, noe som igjen kan skape problemer ved at vegen blir smalere eller ved at breddeutvidelse må foretas. Breddeutvidelse vil medføre eiendomsinngrep og i tillegg gi vegen ulike setnings- og teleskytende egenskaper. På sikt vil dette kunne gi ujevn veg om breddeutvidelsen ikke gjøres med omhu. Figuren under

illustrerer eksisterende vegbredde (B) og redusert vegbredde (b) ved oppfylling med nye materialer.



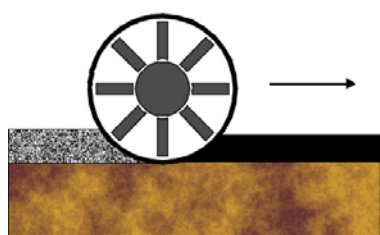
Dekkefornying uten behov for forsterkning

Dersom dekkelevetiden er høy, vil det ikke være behov for å gjøre store tiltak ved dekkefornying. Før dekkelegging må likevel overflaten avrettes og normalt gjøres dette på en av følgende måter i vårt fylke:

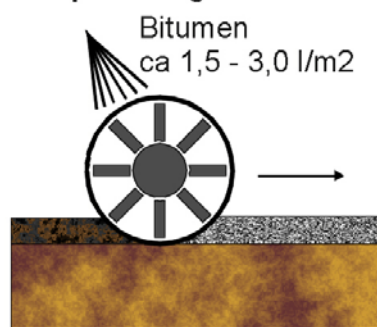
- oppretting med $50\text{--}80\text{ kg/m}^2$ bituminøse materialer avhengig av spor og jevnhet
- frese og anrike eksisterende dekkematerialer med nytt bindemiddel

Fresing og anriking utføres vha. asfaltfres. Vegdekkene er ofte forholdsvis tynne i Norge (4–10 cm). Dekket freses først uten tilsetning av bindemiddel (tørrfresing) og vegprofilen rettes opp vha. vegghevel. Etter dette anrikes de freste dekkematerialene med $1,5\text{--}3\text{ l/m}^2$ bindemiddel. Bindemiddelet tilsettes i form av skum eller som emulsjon. Ved skumming benyttes bitumen med penetrasjon 370. Som emulsjon benyttes 30–35 % vann og basisbindemiddelet er adskillig mykere enn ved skumming. Basisbindemiddelet er av typen mykbitumen og viskositeten ved 60 °C varierer mellom 6000 til $12000\text{ mm}^2/\text{s}$.

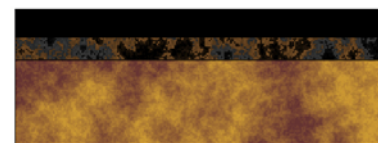
Tørrfresing og oppretting av vegprofil



Anriking, oppretting og kompaktering



Legging av nytt asfaltdekke



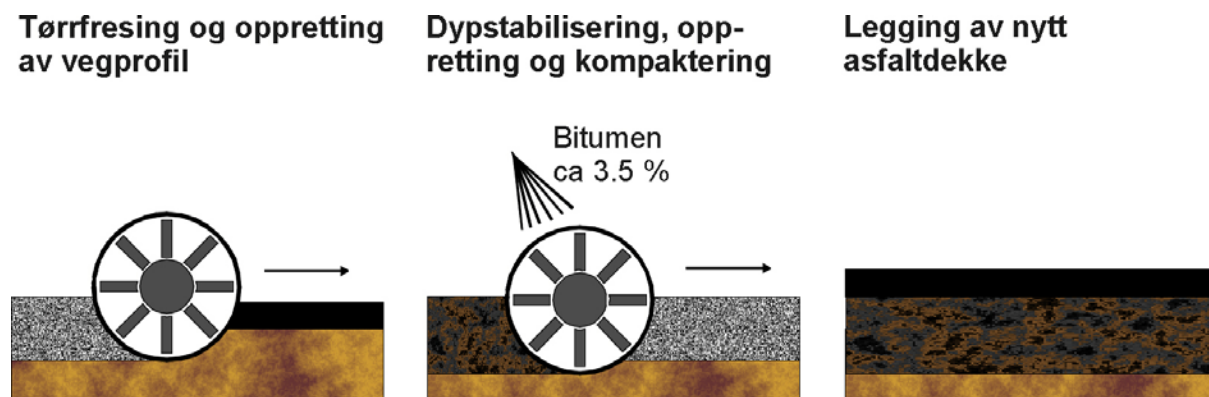
Veger med behov for forsterkning

Som beskrevet over er et av hovedproblemene at vi har vannømfintlige materialer i vegoverbygningen og da helt opp under dekket. I slike tilfeller foretar vi dypstabilisering vha. fres. Normalt tørrfreser vi først eksisterende dekke og retter opp vegprofilen. Deretter stabiliseres massene i en dybde på 10–25 cm. Det bør ikke være stein større enn 100 mm i det grusmaterialet som skal stabiliseres.

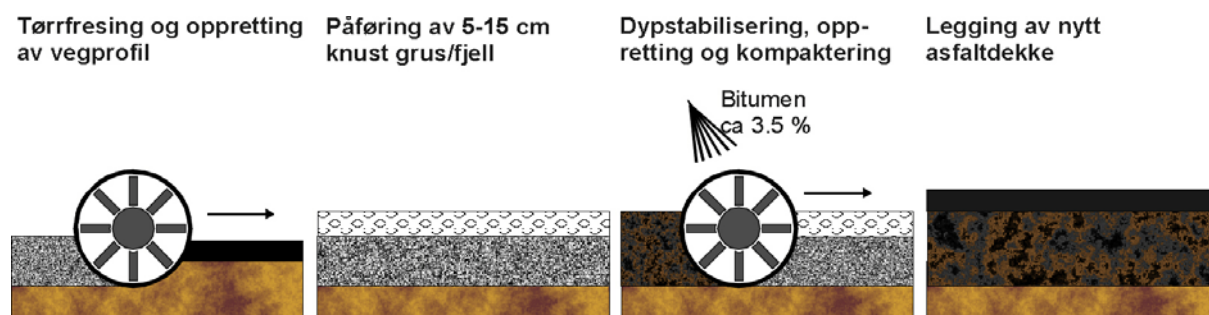
Ved dypstabilisering benytter vi som regel skumbitumen som bindemiddel og med penetrasjon 370. Vi kan også bruke bitumenemulsjon, men dette blir som regel noe dyrere.

Mengden bindemiddel er normalt omkring 3.5 %. Vi har også retningslinjer for hvordan bindemiddelmengden skal bestemmes, men dette omtales ikke her.

Figuren under viser prinsippskisse for hvordan dypstabilisering utføres.



Dersom overbygningen er for svak eller at mengden stein > 100 mm er stor, kan knust grus/fjell tilføres i kombinasjon med dypstabilisering. Dette er vist i figuren under.



Er vegen svært ujevn vil det også være behov for å tilsette ekstra materiale for i det hele tatt å klare å rette opp tverrprofilet og lengdeprofilet på vegen.

I enkelte tilfeller hvor vi ikke får utnyttet asfaltfresemasser kan dette benyttes i stedet for knust grus/fjell. Da må mengden bindemiddel reduseres.

Dersom kornkurven for den gamle bærelagsgrusen er dårlig, kan også tilsetting av nytt materiale med bestemte fraksjoner og mengder, benyttes til å korrigere kurven. Det vil som regel være en fordel å tilsette 100 % knuste materialer da disse vil forbedre stabiliteten på det endelige materialet.

Bildet neste side viser et prosjekt hvor stabilisering pågår. Denne vegen hadde opprinnelig fast dekke, men dette er frest sammen med det gamle bærelaget og 5-8 cm ny grus. Her tilsettes ca 10 l skumbitumen pr. m².

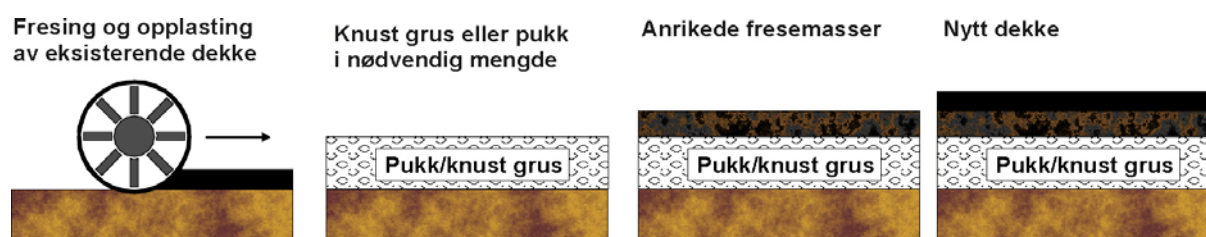


Veger med omfattende behov for forsterkning

Dersom vegen er svært dårlig, vil tiltak som beskrevet over ikke være tilstrekkelig. Dersom det ikke er muligheter for oppfylling av vegen, må den gamle vegoverbygningen traues ut og ny overbygning må anlegges. Dette er en svært kostbar metode.

Dersom det er mulig med en viss oppfylling, kan det være svært mange forskjellige måter å gjøre denne forsterkningen på. Det er viktig å kunne benytte de beste materialene øverst i vegoverbygningen da det er her vi har de største påkjenningene. Vi har derfor ved slike prosjekter frest og kjørt det gamle vegdekket i deponi. Dette har senere vært lagt ut som øvre bærelag. I et tilfelle har vi anriket de gamle fresemassene med nytt bindemiddel samtidig med opplasting, og i et par tilfeller er massene anriket etter at de er lagt ut på vegen.

Etter at eksisterende asfaltdekke er lastet opp, er knust grus eller pukk lagt ut i en tykkelse fra 10-25 cm. Fresemassene er lagt over dette laget som et øvre bærelag før legging av slitelag. Her er det i tillegg mulig å stabilisere gammelt bærelag og nytt materiale som kjøres inn.



Det vil være en stor fordel om det nye materialet som tilføres, har gode drenerende egenskaper. Pukk som forkiles med anrikede fresemasser vil være ei god løsning.

Denne løsningen kan også kombineres med jordarmering om bæreevnen er svært dårlig. Denne legges da under pukk/grus-laget.

Bindemiddel ved stabilisering

Skumbitumen eller bitumenemulsjon har i hovedsak vært benyttet ved stabilisering. Ulempen med bitumenemulsjon er at den binder seg lett til partikler med stor spesifikk overflate; dvs. til finpartiklene og ikke til grovfraksjonen i en grusmasse. Dessuten gjør prosessen med fremstilling av emulsjon denne dyrere enn skumbitumen.

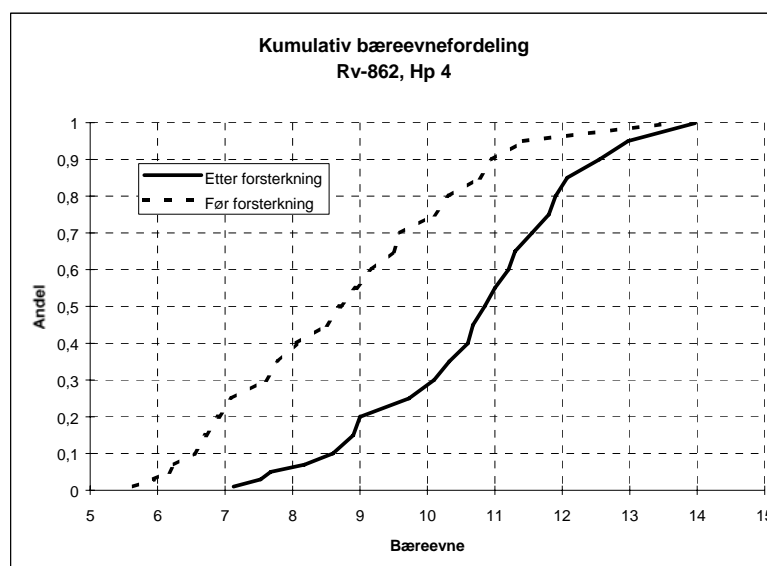
Et annet forhold er også grusmaterialets kornfordeling og da særlig mengden av. For emulsjon skal mengden partikler mindre enn 75 μm ligge mellom 1-6 % og andelen mindre enn 2 mm bør maksimalt være 20 %. For skumstabiliserte materialer kan finstoffinnholdet ligge mellom 2 og 20 % og dette gjør skum adskillig mer anvendelig.

Det har også vært benyttet sement ved stabilisering på veg, men i Norge er slike bærelag som regel produsert i verk. I Finland benyttes vegblanding av sement i stor stil. Vi har imidlertid blandede erfaringer med sementstabilisering fordi disse lagene ikke er fleksible. Vi har som regel setninger og bevegelser i vegen som følge av frostnedtregning om vinteren. Sementlagene tar ikke opp disse bevegelser og gir sprekkeannelser.

Vi har derimot forsøkt en kombinasjon mellom sement og emulsjon ved stabilisering. Dette har gitt enkelte positive effekter som f.eks. at sementen er en akselerator i herdeprosessen og gir hurtig fasthetskning i materialet. Sementen gir et stivere bærelag og ved å endre forholdet mellom sement og emulsjon vil en kunne tilpasse fleksibiliteten for det stabiliserte laget etter hvor vanskelig undergrunnen er mht. setninger og ujevne telehiv.

Effekt av stabiliseringsmetodene

Ut fra nedbøyningsmålinger og empiriske modeller beregner vi i Norge bæreevnen for vegen. Bæreevnen er den aksellast vegen kan belastes med i en gitt dimensjoneringsperiode uten at nedbrytningen gjør at vegstandarden faller under gitte krav. Målingene viser en økning i bæreevnen med 1,5-2 tonn på de strekninger hvor vi dypstabiliserer og satt til ca 5 cm grus. Et eksempel på dette er vist i figuren til høyre hvor kumulativ bæreevnefordeling er vist for en dypstabilisert vegstrekning. Denne er typisk for de strekninger vi stabiliserer.



Forsøket med bitumenemulsjon og sement viste tildels svært stor økning i bæreevnen, men de empiriske formlene som benyttes er ment for fleksible vegkonstruksjoner og kan ikke direkte overføres til stive konstruksjoner.

Når det gjelder tilstandsutvikling har vi hatt noe problem med spordannelse første året i tilfeller hvor vi har benyttet emulsjon. Vi har ennå benyttet metodene i for få år til å kunne si om indikasjonene fra nedbøyningsmålingene er korrekt mht. tilstandsutvikling.

Forsterkning med drenerende og eller ikke-vannømfintlige materialer

Tradisjonelt utføres forsterkning ved at vegen får tilført ekstra lag med nye og bæredyktige materialer. For en veg med bituminøst dekke vil ofte legging av ekstra asfaltlag gi den forsterkningen en ønsker. Dette er en sikker måte og forsterke, men kan være kostbar.

Er vegen svært dårlig skal den ved rehabilitering dimensjoneres som ny veg.

Ved forsterkning kan bruk av bærelagsmaterialer som ikke er vannømfintlige og samtidig drenerer ut vannet med fordel benyttes. Tre eksempler på slike lag er:

- forkilt pukk
- penetret pukk
- asfaltert pukk

Disse materialene brukes enten som eneste bærelag eller som nedre bærelag i kombinasjon med andre bituminøse bærelag.

Forkilt pukk (Fp)

Bærelag av forkilt pukk består av ensgradert pukk som forkiles med finere pukk eller asfalterte materialer for å få tilstrekkelig stabilitet. Materialet er godt drenerende og brukes for trafikkmengder opp til 1500 kj./døgn.

Penetret pukk (Pp)

Penetrert pukk består av et ensgradert åpent pukklag, som avbindes ved påsprøyting av et bindemiddel og deretter avstrøs med ubehandlet finpukk, asfaltert finpukk (Af) eller asfalt (Agb, Ag, Ap, Ma). Avstrøingsmaterialet vales ned i det penetrerte pukklaget så dette forkiles og blir stabilt.

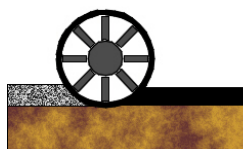
Asfaltert pukk (Ap)

Asfaltert pukk er en ensartet stabil blanding av tørket, oppvarmet steinmaterial, hvor den overveiende del er pukk (stein >4 mm) og oppvarmet bitumen B85 - B370.

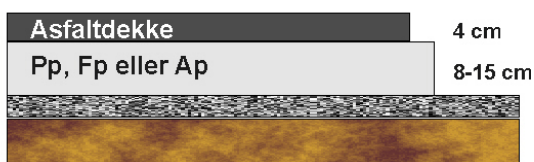
Disse materialene og særlig penetret pukk, er mye anvendt ved forsterkning. Spesielt Nordland fylke benytter denne materialtypen. Disse materialene egner seg også godt i de tilfeller en grusveg skal forsterkes og gjøres om til veg med fast dekke.

Ved forsterkning av veg med fast dekke freses gjerne dekket på forhånd, rettes opp med høvel og komprimeres. Lagtykkelser bestemmes gjennom dimensjonering.

Tørrfresing og oppretting av vegprofil. Komprimering.

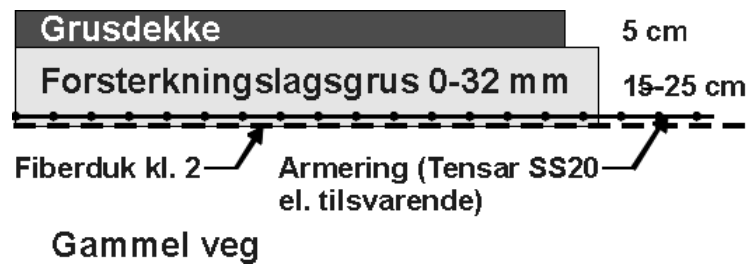


Legging av Pp og slitelag



Ved opprustning av en grusveg til veg med fast dekke vil samme konstruksjon som vist over bli brukt. Mellom bærelaget og den gamle grusvegen bør fiberduk benyttes. Ved denne typen forsterkning vil det i mange tilfeller være behov for eget forsterkningslag i tillegg til lagene beskrevet over.

Et alternativ til å bruke tykt forsterkningslag er å anvende jordarmering. Bruken av dette er noe begrenset i Norge da dimensjoneringsreglene gir forholdsvis liten gevinst for konstruksjonen for øvrig. Neste figur viser et eksempel på forsterkning av en grusveg med jordarmering.



Avslutning

Dette innlegget er ment å gi et bilde av noen rehabiliteringsmetoder som brukes i Norge i dag. Det finnes mange andre metoder som ikke er beskrevet her og som også er i bruk her i landet. De forskjellige fylkene sverger ofte til sine spesielle metoder og disse er som regel avhengig av maskiner og utstyr samt de erfaringer en har i fylket.

Skal vi klare å holde vegstandarden vedlike til tross for reduserte budsjetter og samtidig spare miljøet, er det viktig å holde seg orientert om det som skjer. Vi må også være villig til å ta i bruk ny kunnskap og nye teknikker.