

Intern rapport nr. 1991

Armering av veg

Sammendrag

Rapporten inneholder beskrivelser og anbefalinger med hensyn til valg av ulike armeringsprodukter for forsterknings- og vedlikeholdstiltak på eksisterende veg og ved nyanlegg.

Det vises forøvrig til forordet i rapporten.

Emneord: *Armeringsprodukter, virkemåte, plassering i vegkonstruksjonen, vedlikeholdstiltak*

Kontor: *3510 Vegdekkkontoret*

Saksbehandler: *Åsmund Knutson, Paul Senstad*

/BN

Dato: *August 1997*

Statens vegvesen, Vegdirektoratet

Veglaboratoriet

Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo

Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

Forord

Vår opprinnelige intensjon var å utgi denne internrapporten som en veiledning i håndbokserien til Statens vegvesen. Vi er imidlertid kommet til at svært mye av det omtalte stoffet kan være gjenstand for subjektive vurderinger der påstand står mot påstand. Dersom vi i fremtiden erverver mer definitive kunnskaper om disse emnene, vil vi kunne utgi en veiledning.

Internrapporten "Armering av veg" er ment å være et praktisk hjelpemiddel for vurdering, valg og utførelse av armering til vegoverbygning. Den omhandler hovedsakelig armering i asfaltdekker (asfaltarmering), men omtaler også armering av vegfundament og armering på svak grunn. Armering av fyllinger, støttemurer og skråninger inngår ikke i denne internrapporten.

Internrapporten er utarbeidet under etatsatsingsområdet "Bedre utnyttelse av vegens bæreevne" (BUAB), - med følgende prosjektgruppe med angivelse av arbeidssted på det tidspunkt utkastet til denne internrapporten ble utarbeidet:

Oddvar Bakken	- Vestfold vegkontor
Odd Barstad	- Vegdirektoratet/Taugbøl & Øverland
Erling Fredheim	- Akershus vegkontor
Torkjell Haustveit	- Oppland vegkontor
Åsmund Knutson	- Vegdirektoratet
Jostein Myre	- Vegdirektoratet
Øystein Myhre	- Vegdirektoratet
Geir Refsdal	- Vegdirektoratet
Paul Senstad	- Vegdirektoratet, prosjektleder
Jens Aanderaa	- Rogaland vegkontor

Erling K. Hansen har vært utførende konsulent.

Åsmund Knutson har foretatt endelig revisjon av manus i 1997.

Arne Helland har foretatt grafisk arbeid og layout i 1997.

For å samle grunnlagsmateriale for senere revisjoner av denne internrapporten er det ønskelig at erfaringer, opplysninger og kommentarer som kan være av interesse for revideringsarbeidet sendes til:

Statens vegvesen,
Vegdirektoratet, Veglaboratoriet,
Postboks 8142 Dep.
0033 Oslo

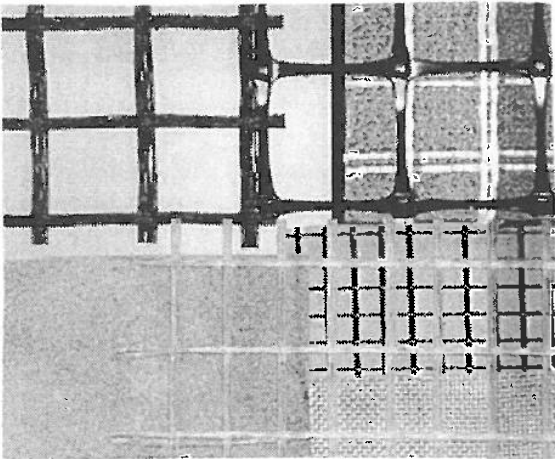
Innhold

1.	INNLEDNING	5
2.	KVALITETSSIKRING	9
2.1	Kvalitetsplan	9
2.2	Dokumentasjon og oppfølging	10
2.3	Økonomi	11
3.	ARMERINGSPRODUKTER	13
3.1	Generelt	13
3.2	Geosynteter	15
3.3	Glassfibernet	18
3.4	Kompositter	19
3.5	Stålnett	20
4.	VALG OG PLASSERING AV ARMERING	23
4.1	Generelt	23
4.2	Plassering i vegkonstruksjonen	24
4.3	Dimensjonering	25
4.4	Forsterknings- og utbedringstiltak	26
4.5	Nyanlegg	29
4.6	Oppsummering	30
5.	UTFØRELSE	32
5.1	Generelt	32
5.2	Forarbeider	34
5.3	Asfaltarmering	35
5.4	Armering i steinmaterialer	45
5.5	Armering på svak grunn	46
5.6	Armering ved kantforsterkning og breddeutvidelse	48
6.	ORD OG BEGREPER	50
7.	REFERANSER	52

1. INNLEDNING



Veg med telesprekker



Armeringsprodukter

Denne internrapporten gir orientering om aktuelle armeringsprodukter, materialegenskaper og beskriver utførelser der armering blir benyttet i vegoverbygningen.

Typiske skader og problemstillinger der armering er aktuelt, er vist i avsnitt 4.6 "Oppsummering". I tillegg omtales aktuelle armeringstyper som er egnet, og deres plassering. (Se ref. 9 "Skadekatalog for bituminøse vegdekker").

Ved forsterknings- og utbedringsarbeider er det viktig å analysere skadetyper og skadeårsaker i vurdering og valg av tiltak. Andre metoder enn armering kan være aktuelt, eventuelt i kombinasjon med armering. Dette gjelder spesielt drenering. (Se ref. 7 "Forsterkning av veg").

For å vurdere effekten av drenering bør grøfter være satt i tilfredsstillende stand i god tid før armering utføres (helst 1-2 år før).

Armering er relativt kostbart i forhold til tradisjonell dekkefornyelse. Tilleggs kostnader på 20-80% av hva et nytt dekke koster må påregnes. En nytte/kostnadsvurdering bør derfor alltid gjennomføres, se punkt 2.3 Økonomi.

En allment akseptert dimensjoneringsmetode for veg med armering er ikke utviklet. En slik metode presenteres ikke i denne rapporten. Se også punkt 4.3 Dimensjonering.

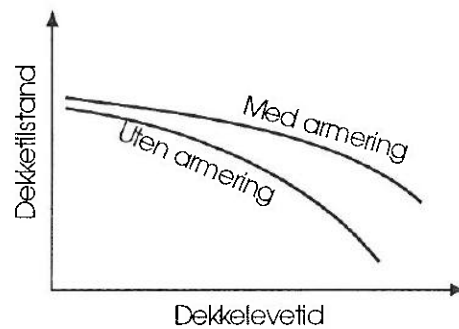
God og nøyaktig utførelse ved montering av armering er meget viktig for at armeringen skal virke som planlagt. Det er også viktig å ha god overdekning med asfalt.



Veiledninger

Formål med armering

Armering kan være en hensiktsmessig løsning for å utbedre skader på dekket, øke bæreevnen til konstruksjonen og øke dekkelevealderen, se figur 1.

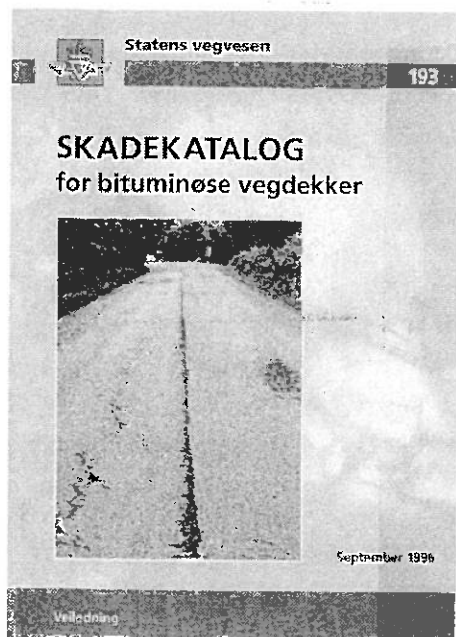


Figur 1: Armering kan bidra til å øke dekkelevealderen

Det viktigste formål med å armere er å utbedre eksisterende dekkeskader samt å redusere fremtidige dekkeskader, særlig sprekkdannelse. Armering kan bidra til å redusere spordannelse som skyldes plastisk deformasjon, men reduserer ikke slitasjen fra piggedekk.

På eksisterende veg hvor skader har oppstått og utbedring må foretas, tar en ved armering sikte på å forhindre at skadene kommer igjen i det nye dekket.

Armering har effekt mot flere ulike skadetyper. Armering gir derfor et positivt bidrag til hele vegkonstruksjonen også utover det å bedre de primære skadeårsaker.



Eksisterende veg

Av skadetyper og skadeårsaker armering kan ha god virkning mot, nevnes:

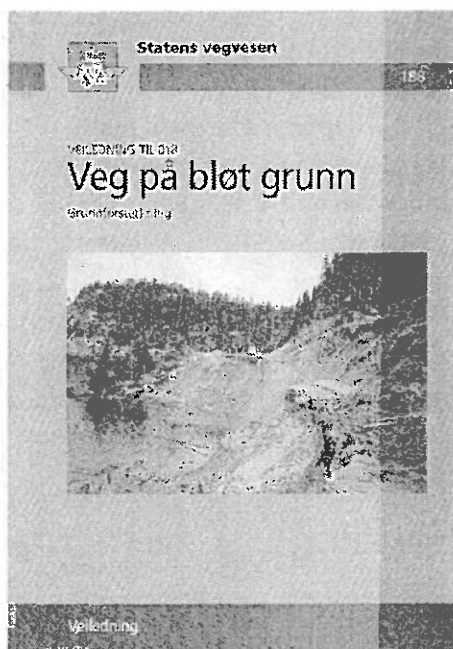
- telesprekker
- refleksjonssprekker
- hjulspor, (plastisk deformasjon, ustabil bærelag)
- utmatting, (vannømfintlig, ustabil bærelag)
- kantsprekker, (breddeutvidelse)

Ref. 9 "Skadekatalog for bituminøse vegdekker" er et godt hjelpemiddel for å vurdere mulige årsaker og tiltak for å utbedre typiske dekkeskader.

Nyanlegg

På nyanlegg benyttes armering vanligvis av anleggsmessige årsaker på svak grunn for å bedre fremkommeligheten i anleggsperioden. Se Ref. 8 "Veg på bløt grunn.

Grunnforsterkning". Den ferdige vegen drar også ofte nytte av armeringen slik at påkjenninger og deformasjoner etter anleggsperioden ikke fører til/reducerer skader på dekket eller konstruksjonen forøvrig.



Virkemåten til armering

Virkemåten til de ulike armeringstyper ved bruk i veg er ikke drøftet detaljert i denne internrapporten.

En forutsetning for at armering i det hele tatt skal fungere er at armeringen samvirker med materialene omkring.

Definisjon av armering

Armering er betegnelse for strekkfaste materialer (polymerbaserte nett, glassfibernet og stålnett), men ulike duker (geotekstiler) og kompositter brukes også som asfalt- og jordarmering.

Armering skal primært oppta/fordele strekkføyninger og laterale massebevegelser pga. ytre laster, men kan også benyttes for å oppta egenlastinduserte føyninger (f.eks. ved breddeutvidelse).

Ved bruk av armering i et materiale skjer det en spenningsomlagring samtidig som armeringen kan oppta spenninger som grunnmaterialet ikke kan oppta.

Godt samvirke mellom armering og materialene omkring er en forutsetning for at armeringen skal fungere

Modifiserte bitumentyper gir god vedheft

Samvirke - Vedheft

Nett i asfaltlag gir muligheter for vedheft mellom de enkelte armeringstråder og massen omkring. Dermed klebes de to asfaltlagene til hverandre i lysåpningene i nettet.

Vedheft for fiberduk avhenger av bitumentype og mengde. Modifiserte bitumentyper gir bedre vedheft. Det er viktig at fiberduken er mettet med bitumen. Mengden bitumen må justeres i hht. den fiberduk som anvendes.

For å sikre god vedheft anbefales at rutestørrelsen for nett er minimum 40x40 mm. Det finnes mange geonett på markedet med tilstrekkelig rutestørrelse. For glassfibernet kan det være et problem å sikre god vedheft da rutestørrelsen i slike nett pr. i dag ofte er liten.

For stålnett er det vanligvis ikke noe problem å få til god vedheft mellom asfaltlagene da rutestørrelsen er rikelig stor.

Tilstrekkelig klebing er meget viktig for å oppnå god vedheft for alle typer av asfaltarmering.

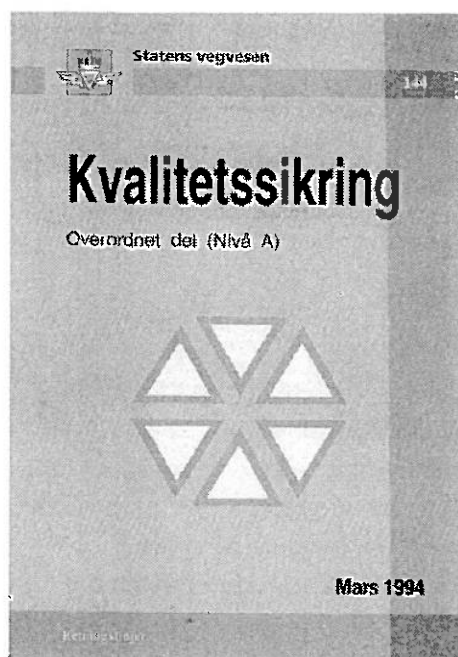
Samvirke - Forkiling/Friksjon

For armering i grus- og pukkbærelag har armeringens forkilings- og friksjonsegenskaper mot omkringliggende materialer (og underlag) betydning. Disse egenskapene avhenger blant annet av armeringens overflate og størrelsen av lastene på armeringen (trafikk, klima, vekt av massene over armeringen).

For nett har forholdet mellom kornstørrelsen i løsmassene og nettets lysåpninger stor betydning.

2. KVALITETSSIKRING

2.1 KVALITETSPLAN



Leverandørens leggebeskrivelse

Det skal utarbeides en egen kvalitetsplan for et hvert armeringsprosjekt.

Planen skal bl.a. inneholde et punkt om oppfølging av prosjektet.

Når det gjelder kvalitetssikring generelt for arbeider i Statens vegvesen vises til den direkte informasjon som foreligger om dette tema. I Håndbok 018 "Vegbygging" (Ref 1) er kvalitetssikring behandlet i kap. 02.

Denne internrapporten bygger på norske erfaringer (Statens vegvesen) og på opplysninger fra leverandørene av nett/duk/kompositter. Det må presiseres at både blant brukere og leverandører/produsenter er det noe ulikt syn på virkemåten til armeringen, og til hvilken armeringstype som er best egnet for de ulike skadetyper.

2.2 DOKUMENTASJON OG OPPFØLGING

Erfaringsinnsamling

Formål

Armering av vegoverbygning er fortsatt en forholdsvis ny og mangelfullt dokumentert metode.

Formålet med dokumentasjon og oppfølging er å samle data og erfaring til bruk ved senere armeringsprosjekter og for å forbedre denne internrapporten.

Aktuelle registreringer

Videoopptak er nyttig

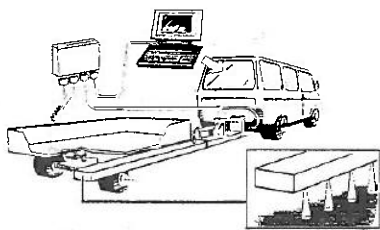
Videoopptak

En enkel måte å følge opp dekketilstand på er ved videofilming. I en hastighet av ca. 30 km/t videofilmes hele vegstrekningen i begge kjøreretninger.

Opptak bør gjøres før arbeid settes igang på veggen.

Videoopptak av den samme strekning kan så foretas i påfølgende år for å sammenholde nye opptak med de tidligere, for vurdering av skadeutviklingen.

Under selve anleggsperioden vil det også være nyttig å ta korte videoopptak under fremdriften, med korte kommentarer og opplysninger.



Jevnhetsmåling
(Figur 531.2, Håndbok 018)

Dekketilstand

Oppfølging av dekketilstand (spor og jevnhet) bør skje etter vanlig opplegg.

Plassering/vedheft

For å fastslå plassering av armeringen og vedheft til omkringliggende materiale bør en ta borpøver.

Bæreevne

En registrering av bæreevnen ved bruk av nedbøyningsutstyr før og etter utført armeringstiltak gir ikke nødvendigvis en registrert økning av bæreevne.

2.3 ØKONOMI

Kostnader

Kostnadene ved armering av asfaltdekker er knyttet til:

- innkjøp av armeringsprodukt
- utlegging
- tilleggskostnader
- det nye asfaltdekket.

Tilleggskostnader er utgifter til transport, ekstra klebing, avstrøing etc.

Kostnadene ved armering vil variere med armeringstype, utførelsesmetode, lokale forhold m.m. I figur 2 er det gitt orienterende kostnadsoverslag (kg/m^2) med variasjonsområde for kostnadene for asfaltdekke med ulike armeringsprodukter for 100% og 30% av arealet armert.

ARMERINGSPRODUKT	Geonett	Asfaltduk	Glassfibernet 1)	Stålnett 2)
DEKKETYKKELSE (kg/m^2) 3)	100	90	100	125
Innkjøp av armering	20-25	10-15	25-35	25-30
Kapping og utlegging av armering	Ca. 5	Ca. 5	Ca. 5	5-10
Tilleggskostnader	5-10	Ca. 5	5-10	5-10
Nytt asfaltdekke	50-55	45-50	50-55	60-65
SUM KOSTNAD 100% armeringsareal	80-95	65-75	85-105	95-105
SUM KOSTNAD 30% armeringsareal	60-70	50-60	60-70	70-80

1) Kompositter (på markedet i 1993) har tilsvarende kostnader.

2) Gjelder for nett av kammet stål, nett av glatt stål noe rimeligere.

3) Minimumstykkelser, det anbefales at tykkelsen økes med $10-25 \text{ kg/m}^2$.

Figur 2: Orienterende kostnader for armert asfaltdekke, kr/m^2 , 1997-priser.

Kostnad/nytteeffekt

Det foreligger lite av systematiske kostnad/nytteanalyser.

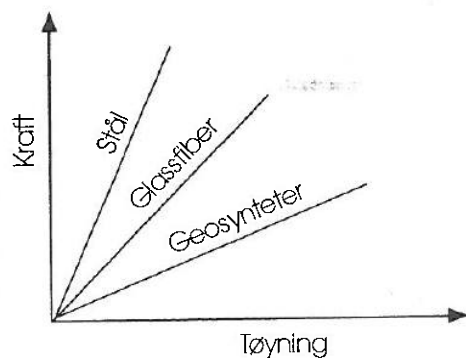
Bruk av armering har ofte vært den mest praktiske løsningen, bl.a. ved at:

- telesprekker er fjernet
- kostnader til grunnerverv ved breddeutvidelse og forsterkning er redusert, (pga. lavere byggehøyde).
- økt bæreevne
- lengre dekkelevealder

For nærmere vurdering av strategi og kostnader i forbindelse med ulike forsterknings/utbedringstiltak vises til veiledningen "Forsterkning av veg" (Ref. 7).

3. ARMERINGSPRODUKTER

3.1 GENERELT



Kraft/tøyningsdiagram

Produkttyper

Til armering av veg brukes produkter av geosynteter, glassfiber og stål.

Både råmaterialenes egenskaper, (styrke, stivhet, motstand, stivhet, kryp, motstand, etc.), og framstillingsmåten av armeringsproduktet, (sveiset, vevet, filtet, ekstrudert, etc.) har betydning for armeringsproduktets virkemåte og egenskaper.

De armeringstyper som vanligvis benyttes er produsert som nett, duk eller kompositter.

I figur 3 er det listet opp vanlige anvendelsesområder for nett, duk og kompositter. For bruk i asfalt og vegoverbygninger vises det til kap. 4.

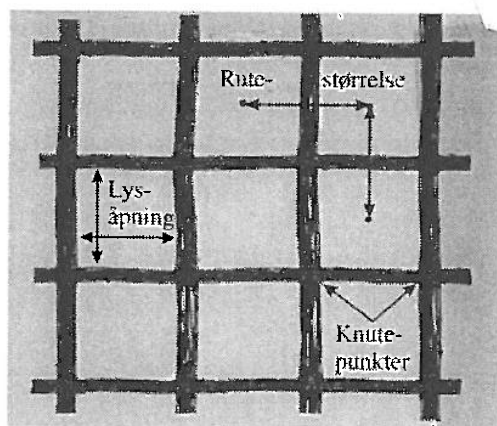
PRODUKT-TYPE	ANVENDELSESORMÅDE
Nett	Armering for støttemurer, skråninger, under fyllinger, i vegoverbygninger og i asfaltdekker.
Duk	Armering for støttemurer, skråninger, under fyllinger og i vegoverbygninger og i asfaltdekker.
Kompositt	Armering under fyllinger, i vegoverbygninger og i asfaltdekker.

Figur 3: Vanlige anvendelsesområder

Nett

En meget viktig faktor ved nett er rutestørrelse og lysåpning. Rutestørrelsen er avstanden senter-senter mellom rutene, lysåpningen er den frie avstand innvendig i rutene.

For å sikre god vedheft mellom to bituminøse lag anbefales det at lysåpningen i rutene minimum er ca. 40x40 mm.



Betegnelser

Faste/løse knutepunkter

En annen egenskap ved nett er utformingen av knutepunktene. Sveisede stålnett og utstansede geonett har faste knutepunkter. Vevde og flettede nett har løse knutepunkter, dvs. knutepunktene er bare løst sammenbundet, f.eks. med impregnering. Fordeler og ulemper ved "faste" og "løse" knutepunkter i geotekstiler har vært gjenstand for adskillig diskusjon mellom produsenter. Vi skal ikke kommentere dette her.

Duk

Det finnes mange typer duker på markedet for ulike formål (armering, separasjon, filtrering, etc.)

Jordarmeringsduk

Jordarmeringsduk og fiberduk har fellesbetegnelsen geotekstil. De framstilles ved veving, strikking, fletting eller filting, og har struktur som tekstil.

Asfaltduk

Jordarmeringsduk er vanligvis framstilt ved fletting eller veving, mens fiberduk vanligvis er filtet.

Filtet fiberduk egnet til bruk som i bituminøse masser betegnes også asfaltduk. (Se side 19).

Fiberduk innsatt med bitumen fra fabrikk for bruk som tetningslag mellom to bituminøse lag omtales ofte som asfaltmembraner. Ordet membran bør imidlertid reserveres for fukt- /vannisolerende lag.

Kompositt

Med kompositt menes i denne internrapporten enhetlig produkt som kombinerer ulike materialer der minst ett geosyntet inngår i oppbyggingen.

De mest vanlige komposittene på markedet i dag er satt sammen av asfaltduk og glassfibernet, eller av fiberduk og geonett.

3.2 GEOSYNTETER

Generelt

Geosynteter fremstilles av flere ulike råmaterialer:

- polyetylen (PE)
- polypropylen (PP)
- polyester (PES).

Aktuelle geosynter til vegformål er:

- geonett med faste knutepunkter
- geonett med løse knutepunkter
- jordarmeringsduk (geoduk)
- fiberduk (asfaltduk).

Geonett

Geonett leveres i stiv utførelse med faste knutepunkter og som vevet eller flettet nett med løse knutepunkter. Geonett med faste knutepunkter produseres gjerne av polypropylen, nett med løse knutepunkter av polyester.

Ubehandlete nett med løse knutepunkter er meget vanskelige å legge ut og arbeide med i bituminøse lag. Mange nett leveres derfor impregnert med et plastpreparat eller innsatt med bitumen slik at de blir enklere å håndtere og å legge.

Det finnes mange produktvarianter både når det gjelder råmaterialer, styrke, strekkstivhet, etc. For orientering om ulike typer henvises til "Produktoversikt" fra Utvalg for armert jord (UAJ). (Ref. 10).

Fordeler

Geonett er praktiske å arbeide med på grunn av sin lave vekt.

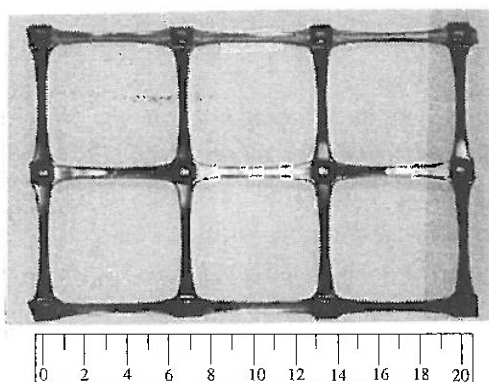
Ulemper

Geonett med faste knutepunkter produseres ofte av polypropylen. Det må da utvises en viss forsiktighet med hensyn til temperaturen i de bituminøse massene som benyttes. Temperaturen på nettene bør ikke overstige ca. 150 °C. Nett med faste knutepunkter må strammes opp ved legging, dette kan være problematisk i kurver.

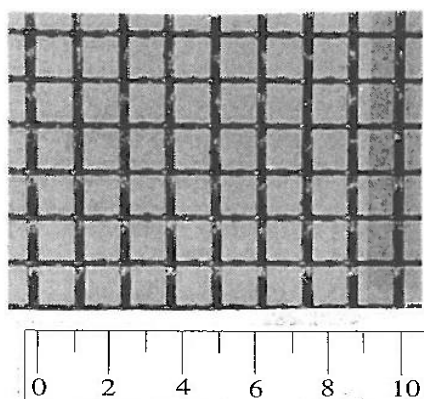
Gjenbruk

Fresing og gjenbruk er mulig.

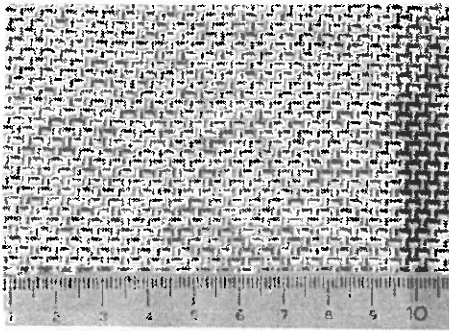
Det kan være problemer med å frese dekker hvor det ligger nett av polyester (kleber til fresetrommel etc.).



Geonett med faste knutepunkter



Geonett med løse knutepunkter



Flettet jordarmeringsduk

Jordarmeringsduk

Jordarmeringsduk til armering i vegkonstruksjoner er vanligvis fremstilt ved veving eller fletting. Slik duk benyttes hovedsakelig til armering på svak grunn ved nyanlegg eller ved og breddeutvidelse av eksisterende veger (Ref 8).

De sterkeste dukene har strekkstyrke opp mot 1000 kN/m. Se produktoversikt fra Utvalg for armert jord (UAJ). (Ref. 10).

Fordeler

Jordarmeringsduk er lett å legge ut og arbeide med.

Ulemper

Ingen spesielle problemer ved bruk til armering på svak grunn.

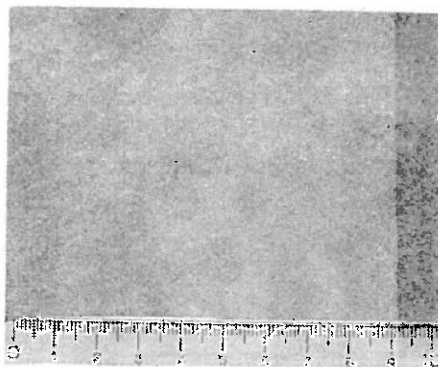
Fiberduk

Fiberduk er fremstilt av plastfibre. Fibrene er enten retningsorientert (vevd), eller vilkårlig orientert (filtet). Dukene er porøse og har høy permeabilitet. Fiberduk er råtemotstandig overfor de forhold som er vanlig i vegkonstruksjoner, men enkelte typer tåler ikke lagring i sollys over flere måneder.

Fiberduker produseres i et utall varianter. Strekkstyrke og elastiske egenskaper varierer med materiale og fabrikkasjonsmetode.

Bruksområdene for fiberduk er mange. I vegkonstruksjoner benyttes fiberduk til å separere, drenere og filtrere jord/grusmasser. Videre benyttes filtet fiberduk som asfaltarmering. I tillegg til armeringseffekten virker duken, innsatt med bitumen, som en tetningsmembran mellom asfaltlagene. Disse fiberdukene blir ofte betegnet som asfaltduk. Strekkstyrken på asfaltduken har mindre betydning. Dette skyldes at duken utlagt i overbygningen i normal brukssituasjon ikke vil få anledning til å bli utsatt for tøyingsnivå opp mot brudd. Tøyningsegenskapene og dukens bitumenopptak er de viktigste egenskapene.

Filtet fiberduk med vekt ca. 130-150 g/m² er vanlig som asfaltduk. Mengde bitumen som tas opp i duken avhenger av type, fremstillingsmetode, tykkelse, etc. Et bitumenopptak på ca. 1,1 - 1,2 kg/m² B180 er vanlig.



Fiberduk

Asfaltduk (filtet fiberduk)

Bitumenopptak og tøyningsegenskaper er viktige

Anbefalt asfaltduk

Fordeler

Asfaltduk er enkel å transportere, enkel i bruk, og prisen er relativt lav.

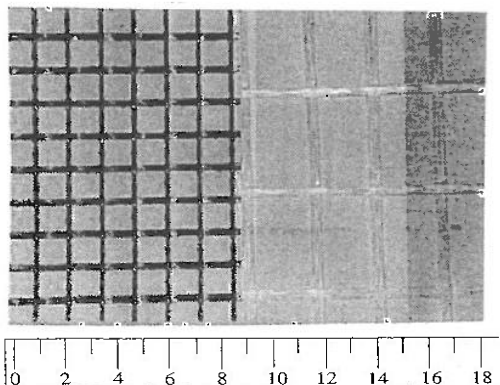
Ulemper

Asfaltduk produsert av polypropylen bør ikke utsettes for temperaturer høyere enn ca. 150 °C.

Gjenbruk

Asfaltduk kan freses og fresesmassen kan gjenbrukes uten særlig problemer.

3.3 GLASSFIBERNETT



Glassfibernettt bør bare brukes i asfalterte masser

Ubehandlede nett er vanskelige å benytte

Plastimpregnert nett bevarer formen sin

Nett innsatt med bitumen, selvklebende

Generelt

Glassfiber er et sterkt materiale med stor strekkstivhet. Materialeegenskapene tilsier at materialet kan være velegnet til armering, men det finnes relativt lite av erfaring med praktiske forsøk i Norge så langt. De fleste produkter som markedsføres for vegformål på det norske marked synes foreløpig lite egnet til armering pga. for små ruter. Det anbefales at rutene minimum er 40x40 mm.

Løse knutepunkter og faren for at trådene kan bli kappet over ved komprimering, gjør at en i dag er usikker på om glassfibernettt bør benyttes i lag av knuste steinmaterialer.

Ubehandlede glassfibernettt er svært myke og lite formfaste. De krøller seg lett og dras fort ut av stilling.

Lever impregnert med et plastpreparat blir glassfibernettt forholdsvis stive og formfaste. Andre typer glassfibernettt for bruk i asfaltlag er innsatt med modifisert bitumen og markedsføres som selvklebende. Nettet rulles ut på vegbanen og presses mot underlaget med trommel og klebes. Plastimpregnerte og selvklebende nett er forholdsvis enkle å bruke.

Fordeler

Glassfiber er et lett og sterkt materiale. Råmaterialet er billig, men nettene er forholdsvis kostbare.

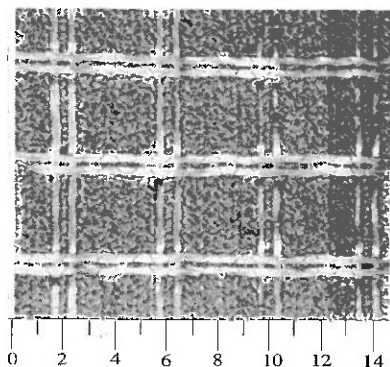
Ulemper

Vi har relativt lite erfaring med bruk av glassfiber til vegformål.

Gjenbruk

Fresing og gjenbruk gir ingen problemer.

3.4 KOMPOSITTER



Kompositt

Generelt

Som for glassfibernettt har vi liten erfaring med bruk av kompositter til vegformål i Norge. Av denne grunn er omtalen av kompositter i denne internrapporten noe mindre detaljert enn beskrivelsen av geosynteter og stålnett.

Det er flere typer kompositter på det norske markedet. En kan skille komposittproduktene i to hovedgrupper:

Benyttet som asfaltarmering (asfaltkompositt)

Produktene består vanligvis av asfaltduk (filtet fiberduk) og et mykt glassfibernettt.

Benyttet som jordarmering (geokompositt)

Produktene består vanligvis av fiberduk (bruksklasse 2 eller høyere, se ref. 1) og et armeringsnett.

For kompositter brukt i asfaltlag gjelder tilsvarende krav til komposittproduktet som om duken benyttes alene. Dette gjelder både mht. materialkrav og krav til utførelse. Eksempelvis er krav til klebing av asfaltkompositt som for klebing av tilsvarende asfaltduk.

For kompositter brukt i steinmaterialer gjelder, som hovedregel, tilsvarende krav til komposittproduktene som om duk og nett skulle vært brukt hver for seg.

Fordeler

En kombinerer ulike egenskaper, eksempelvis både tetting og armering ved bruk av asfaltkompositt.

Ulemper

Vi har foreløpig liten erfaring med bruk av kompositter til vegformål.

Gjenbruk

Foreløpige erfaringer tyder på at det ikke er problemer med fresing av kompositter bestående av duk og glassfibernettt.

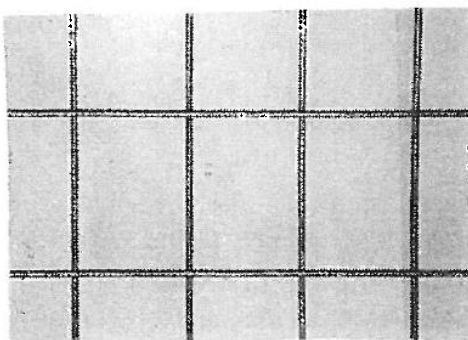
3.5 STÅLNETT

Generelt

Stål er et velkjent og utprøvet armeringsmaterial i betong-sammenheng. Med sin store styrke og strekkstivhet er det et velegnet armeringsmaterial også i asfalt, eventuelt i lag av grus og pukk.

En har hittil stort sett anvendt stålnett i lag av asfalt. Kammet tråd med sin ruhet, gir ekstra god forankring. Lagt i asfalt gir stål ingen korrosjonsproblemer.

En har liten erfaring med stålnett i grus og pukk. Korrosjon kan være et problem i slike omgivelser. Galvaniserte og plastbelagte nett eksisterer på markedet, men material-kostnadene er relativt høye.



Stålnett for vegarmering

Det finnes på markedet flettede spesialnett av galvanisert stål for bruk til vegarmering. Prisen er høy og nettene har vært lite brukt i Norge. Bruk av slike nett vil være aktuelt bare i helt spesielle tilfelle, f.eks. i kombinasjon med duk ved bygging på svak grunn.

Figur 4 viser aktuelle stålnett på det norske markedet:

Type nett *)	Rutestørrelse	Tråddiameter	Trådtype	Anm.
"Asfaltnett"	75 x 100 mm	5,0 mm	RW 500B kammet stål	Sveiset NS 3473
"P091"	100 x 100 mm	3,4 mm	Glatt tråd	
Flettet nett på rull	80 x 118 mm	3,0 mm	Glatt tråd	Galvanisert

*) Andre dimensjoner finnes/kan spesialbestilles.

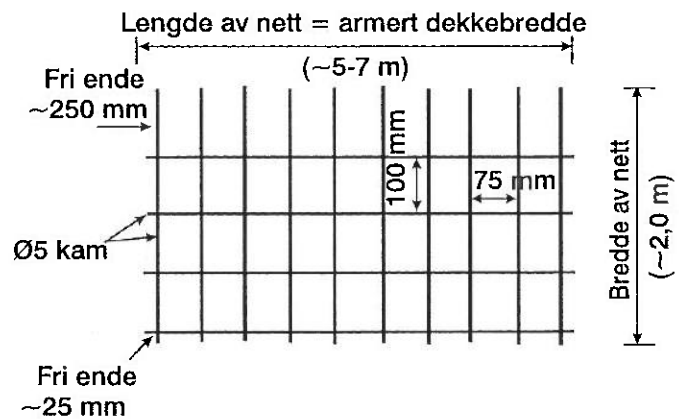
Figur 4: Aktuelle stålnett på det norske marked

Bredden på stålnettet bør være ca. 2,0 m. Lengden bør bestilles i hvert enkelt tilfelle lik den totale vegbredden som skal armeres. Eventuell skjøting av armeringen på tvers av vegen bør skje på en slik måte at full strekkstyrke opprettholdes

Armeringsnett bør rekke tvers over vegen i en sammenhengende lengde

"Asfaltnett"

Figur 5 viser skisse av "Asfaltnett". De frie endene rundt kantene på nettene er ca. 25 mm. For armering av asfalt på veg skal de frie endene på den ene langsiden være ca. 250 mm av hensyn til skjøting.



Figur 5: Aktuelt armeringsnett av stål for vegformål (sveiset kammet tråd RW500, Ø5, 75x100 mm ruter "Asfaltnett").

Skjøting av armering på plasser kan skje ved sveising eller fingerskjøting

Når stålnett må skjøtes f.eks. på brede veger og parkeringsplasser kan dette gjøres ved overlapping (fingerskjøt) evt. ved sveising. Av hensyn til overlappingen bør de frie endene på den ene kortsiden av nettet ved slik bruk også være ca. 250 mm.

Fordeler

Stål er et sterkt armeringsmateriale med godt dokumenterte resultater brukt i asfaltlag.

Stålnett må transporteres på
spesiallagde paller

Ulemper

Stål er tungt og krever maskinelt transportutstyr innen anlegget. Nettene har lett for å bukte seg. Stålnett bør derfor alltid leveres, transporteres og lagres på spesiallagde paller. Stålnett krever forholdsvis stor manuell innsats ved håndtering og utlegging. Ved armering på eksisterende dekke bør det kjøres minst mulig på nettene før det nye asfaltdekket blir lagt. Det kan skape problemer med avvikling av trafikken når nettene legges tvers over vegen i én lengde.

Kravet til overdekning over nettene er forholdsvis stort, minimum ca. 125 kg/m^2 , ca. $140\text{-}150 \text{ kg/m}^2$ anbefales.

Gjenbruk

Dekke med innlagt stålarmoring kan ikke freses i full dybde. En bør derfor vurdere konsekvenser dette eventuelt kan få for fremtidig vedlikehold forut for valg av stålnett.

4. VALG OG PLASSERING AV ARMERING

4.1 GENERELT

Behov for armering

Før en tar i bruk armering er det viktig å avklare behovet for armeringen og hvor i vegkonstruksjonen den bør plasseres.

Ved forsterkning og utbedring av eksisterende veger bør bruk av armering vurderes mot andre utbedringstiltak, enten som selvstendig løsning eller i kombinasjon med andre tiltak (Ref. 1, 2, 7, 8, 9).

På nyanlegg er det spesielt på svak grunn det er aktuelt med armering. Vanlig plassering av armeringen er underkant forsterkningslag, i enkelte tilfelle kan det også være aktuelt med armering lenger opp i konstruksjonen. (Eksempelvis kan dette være armering for å redusere/hindre sprekker pga. telehiv og lave temperaturer).

Armering av vegfyllinger er ikke tatt med i denne internrapporten. Det vises til "Veg på bløt grunn. Grunnforsterkning" (Ref. 8).

4.2 Plassering i vegkonstruksjonen



Armering med geonett

Armering i dekker og bituminøse bærelag (asfaltarmering)

I hovedsak brukes armering i forbindelse med forsterkning og utbedring av eksisterende dekker med større sprekker og andre dekkeskader. Slike skader skyldes store tøyninger i dekket og kan være forårsaket av telehiv, oppbløtt bærelag, ustabil bærelag, svake kanter pga. smale eller manglende skuldre, etc.

Armeringen legges vanligvis direkte på eksisterende dekke etter oppretting.

Armering i grus- og pukkbærelag

På veger med svak bæreevne hvor det f.eks. har oppstått plastisk spordeformasjon, oppsprekking, etc. kan det være aktuelt å legge armering inn i et nytt bærelag av grus/pukk materialer som legges på eksisterende dekke (Ref. 1, 7, 8, 9).

I prinsippet kan armering også anvendes i eksisterende bærelag etter at dekket er fjernet. I praksis er dette hittil en lite anvendt metode.

Armering i forsterkningslag

På veger med svak grunn kan det være aktuelt å armere forsterkningslaget for å oppnå bedre komprimering og for å få høyere stabilitet og bedre lastfordelingsevne i laget.

Armering på svak grunn

Armering mot grunnbrudd, for økt bæreevne og bedre fremkommelighet på svak grunn i anleggsfasen er en moderne versjon av gamle tiders rislegging.

Armering bidrar til økt bæreevne og bedre forhold under selve anleggsfasen, og har også en permanent funksjon i konstruksjonen ved å redusere, hindre og utjevne setninger.

Ved bygging av anleggsveger, skogsbilveger, etc. er slike armeringsløsninger særlig aktuelle, (Ref. 1, 2, 8).

4.3 DIMENSJONERING

Ingen allment akseptert dimensjoneringsmetode for armering i veg

Generelt

I dag eksisterer ingen allment akseptert dimensjoneringsmetode for bruk av armering i vegoverbygning. En må derfor basere seg på praktiske erfaringer.

Veger dimensjoneres med hensyn på å ta imot en gitt trafikk-mengde over et gitt tidsrom før dekkefornyelse eller andre reparasjoner må til for å opprettholde den kjørbarehet, vedlikeholdskostnader, trafikk-sikkerhet og komfort som kreves. Det vises til Håndbok 018 "Vegbygging", kapittel 5, (Ref. 1).

Bruk av armering må baseres på en vurdering av hvilke påkjenninger vegkonstruksjonen utsettes for.

Armeringen skal primært oppta og fordele strekktøyninger pga. ujevne setninger, trafikkklaster og miljølast. Armeringen må derfor bli utsatt for strekk.

I Håndbok 018 sies det at bruk av armering ikke bør føre til reduksjon i bærelaget. Ved armering på svak grunn kan forsterkningslaget på undergrunn i bæreevnegruppe 5 og 6 reduseres med maksimum 10 cm.

Bruk av armering gir sannsynligvis i mange tilfeller grunnlag for å redusere tykkelsene (både bærelag og forsterkningslag) noe mer enn det Håndbok 018 "Vegbygging" anbefaler.

Det bør være en viktig sak å komme fram til en dimensjonerings-metodikk som gjør at de fordeler som ligger i armering også kan utnyttes ved realistiske reduksjoner i overbygningstykkelsene. Økonomien ved armering vil da komme klarere fram.

Det finnes heller ikke allment aksepterte regler for når de ulike typer armering er best egnet.

For grunn i bæreevnegruppe	Dimensjoner for bæreevnegruppe	Reduksjon i forsterkningslaget, cm
5	4	maks. 10
6	5	maks. 10
6/7 Torv/myr og meget bløt leire/silt	6/7	ingen reduksjon

Figur 533.11 Reduksjon av forsterkningslagstykkelse ved bruk av armering

Bærelagets tykkelse bør ikke reduseres ved bruk av armering.

Stykkelen til armeringsnett som benyttes i overbygningen bør være som vist i figur 525.1.

Reduksjon av tykkelser
(Figur 533.11, Håndbok 018)

4.4 FORSTERKNINGS- OG UTBEDRINGSTILTAK

Skadeårsak - skadetyper

Det vises til side 34-35

Mest armeringskrevende skadeårsak legges til grunn

Det er ofte flere skadeårsaker og skadetyper samtidig. (Se ref. 9 "Skadekatalog for bituminøse vegdekker"). Valg av armeringstype må ta utgangspunkt i hvilken funksjon armeringen skal ha.

Fremtidig fresing vurderes

Ved armering i bituminøse dekker må behovet for og muligheten av fremtidig fresing og gjenbruk vurderes.

Armering på tvers/langs?

Det vanligste er å legge armeringen slik at den har størst styrke på tvers av skaderetningen. På vegger er det, for enkelte armeringstyper, mer praktisk å legge armeringen langsetter vegen enn på tvers av vegen.

Langsgående sprekker

Store telesprekker

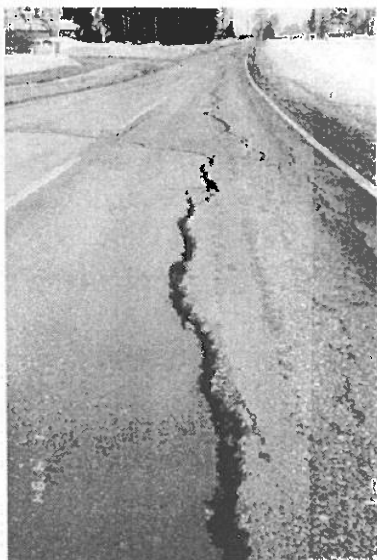
Med store telesprekker menes her sprekker med større bredde enn ca. 20 mm. (Målt i frostperioden).

Armeringen legges på tvers av vegen uten skjøter. Eventuell skjøting bør skje slik at full strekkstyrke opprettholdes.

Armering på tvers av vegen

Armeringen bør ligge høyt i vegoverbygningen, men ikke nødvendigvis i asfaltlaget. Armeringen bør ha stor styrke og stor tøyingsmotstand. Det finnes relativt lite erfaring med bruk av glassfiber. Enkelte (både produsenter og brukere) har gode erfaringer med bruk av geonett.

Stål- og glassfibernet



Beregninger og forsøk med stålnett har vist at en armeringskraft større enn ca. 50 kN/pr. løpemeter veg ved 0,3% forlengelse er tilstrekkelig for å hindre at telesprekker oppstår på 2-felts vegger.

Telehiv vil fortsatt finne sted, men armeringen vil hindre dekket fra å sprekke opp. En omlagring (glidning), i de omliggende masser vil skje.

Langsgående telesprekk

Middels store telesprekker

Med middels store telesprekker menes her sprekker, målt i frostperioden, som har en bredde på ca. 5-20 mm.

Armering på tvers

Armeringen bør legges på tvers av vegen i én lengde uten skjøt.

Alle typer nett

Armeringen legges høyt i vegoverbygningen. Alle typer nett kan brukes.

Mindre telesprekker krever mindre armeringseffekt enn store telesprekker. Geonett med strekkstyrke på 5-10 kN/m ved 2% tøyning er rapportert å gi tilfredsstillende resultater. Stålnett er også egnet mot mindre telesprekker.

Sprekker ved breddeutvidelse

Armering på tvers/langs

Det mest vanlige er å legge armeringen på langs av vegen.

Armeringen legges høyt i vegoverbygningen. Alle typer nett har effekt. I områder med mildt klima kan også asfaltduk benyttes hvor en ikke forventer store sprekker.

En aktuell løsning ved breddeutvidelse er å armere forsterkningslaget ved å pakke inn materialene i nett kombinert med fiberduk (se figur 532.5 i Håndbok 018 "Vegbygging", Ref. 1). Armeringen legges da på tvers.

Tversgående sprekker

For tversgående telesprekker gjelder tilsvarende regler som for langsgående telesprekker.

Etterfølgende beskrivelse gjelder for andre tversgående sprekker forårsaket av:

- lav temperatur
- svinn (bærelag av Cg)
- refleksjon fra underliggende sprekker.

Armering på tvers/langs

Det mest vanlige er å legge armeringen langsetter vegen.

Armeringen legges i dekket, eventuelt i bærelaget. Alle typer nettarmoring har effekt. Asfaltduk har vært benyttet der sprekkene er små.

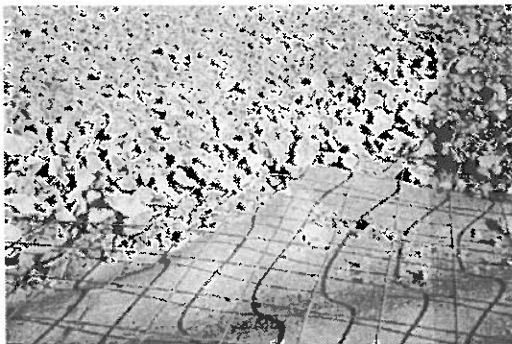
Alle typer nett/asfaltduk

Armering på tvers/langs

Alle typer armering

Armering på tvers/langs

Armering på tvers



Kornfraksjoner/lysåpninger

Smårutet krakelering

Armeringen kan legges både på tvers og på langs. Armeringen bør legges i asfaltdække. Alle typer armering har effekt.

Geonett, glassfibernet og stålnett er alle egnet. Nett med strekkstyrke 5-10 kN/m ved 2% tøyning er tilstrekkelig. Asfaltduker er også egnet.

Storrutet krakelering

Armeringen kan legges både på tvers og på langs. Ved armering mot trafikklaster, der armeringen må legges høyt i vegkonstruksjonen for å gi effekt, er det viktig med stor styrke og liten tøyning i armeringen.

Anbefalt strekkstyrke som for armeringsprodukter anvendt mot middels store telesprekker anses tilstrekkelig.

Spor

Armering bør legges på tvers av vegen i én lengde uten skjøt. Armering bør legges i bærelaget. Armering i lag av grus og pukk gir mulighet for økt komprimering og bedre stabilitet i laget. Dette reduserer faren for spordannelse i dekket. Kraftoverføringen mellom armering og de ubundne materialer skjer ved forkiling og innspenning.

Den mekaniske påkjenning på nettene i lag av knuste steinmaterialer kan være stor. Anbefalt strekkstyrke som for armeringsprodukter anvendt mot middels store telesprekker anses tilstrekkelig. Bruk av glassfibernet er kanskje noe usikkert. Ved bruk av stålnett må korrosjonsmiljøet vurderes.

Lysåpningen på nettene må være tilpasset kornstørrelsen i det omliggende materialet. I ensgradert materiale bør lysåpningen være ca. 25% større enn kornfraksjonen, se figur :

Kornfraksjon mm	Lysåpning mm
32	ca. 40 - 50
64	ca. 75 - 100
> 64	ca. 100 og oppover

Figur 6: Anbefalte lysåpninger

4.5 NYANLEGG

Svak grunn

Flere løsninger er aktuelle:

Flere løsninger

- fiberduk for separasjon kombinert med nett
- jordarmeringsduk (alene)
- kompositter.

Valg av løsning må tilpasses grunnforholdene og materialene i forsterkningslaget.

Armering på tvers

Armeringen bør fortrinnsvis legges på tvers. Enkelte produsenter anbefaler likevel at nettet legges på langs.

Krav til bruksklasse av fiberduk på svak grunn skjer i henhold til Håndbok 018 "Vegbygging", figur 521.1.

Bruksklasse	Mot materialtype	Maks. steinstørrelse
2	Sand/gru	50 mm
3	Pukk	100 mm
4	Sprengstein	

Forøvrig vises til "Veg på bløt grunn. Grunnforsterkning" (Ref. 8).

Bruksklasser

(Figur 521.1, Håndbok 018)

Andre skadeårsaker

Ved bruk av armering lenger opp i konstruksjonen ved nyanlegg gjelder tilsvarende regler som for armering ved forsterknings- og utbedringstiltak. Slike løsninger er i mindre bruk.

4.6 OPPSUMMERING

Her vises typiske skadetyper, egnede armeringsprodukter og anbefalt plassering i vegoverbygningen.

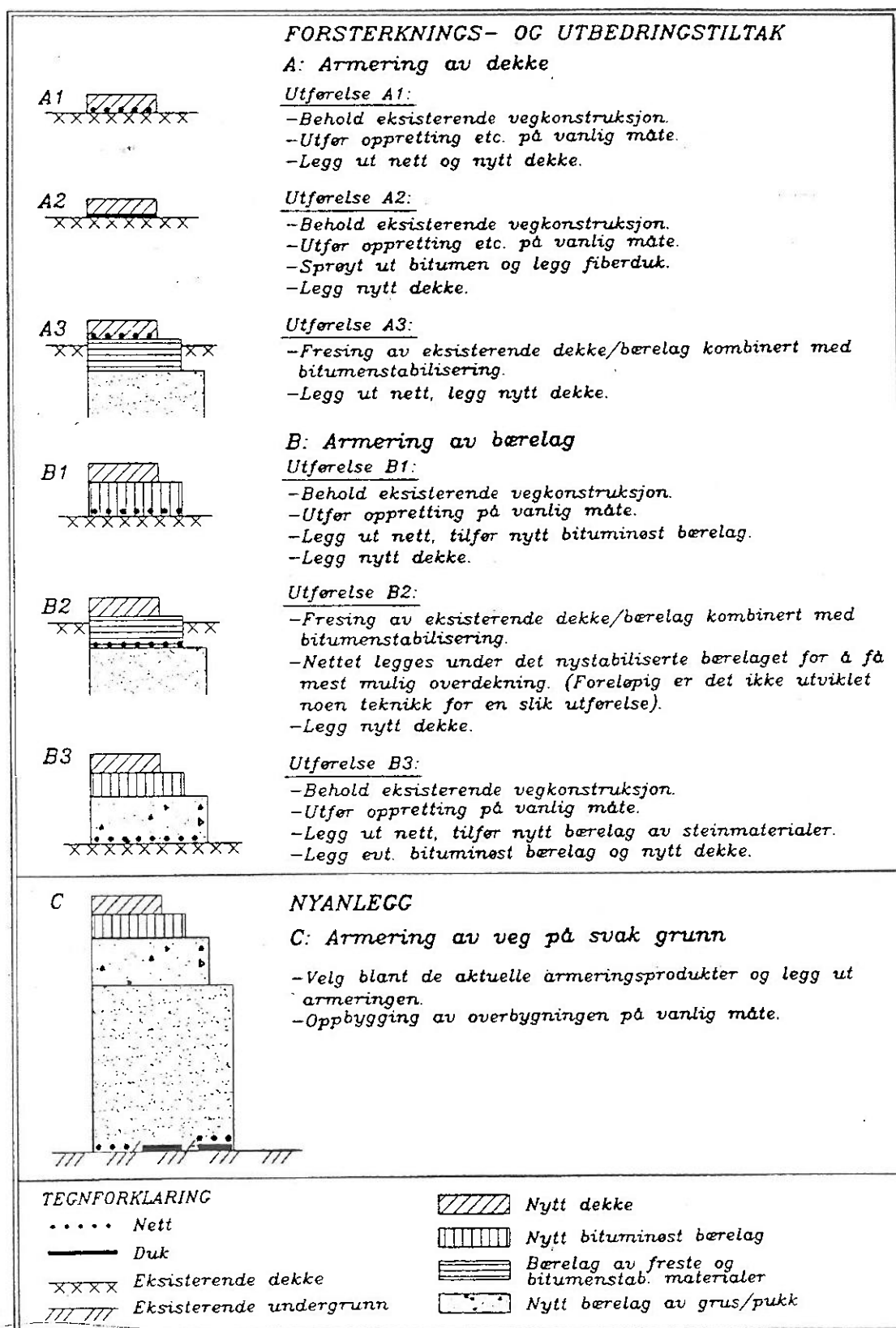
Oppsummeringen bygger på norske erfaringer (Statens vegvesen) og på opplysninger fra leverandørene av armeringsprodukter. Det må presiseres at både blant brukere og leverandører/produsenter er det noe ulikt syn på hvilken armeringstype som er best egnet for de ulike skadetyperne (problemstillingene).

PROBLEMSTILLINGER	ARMERINGSPRODUKTER					
	NETT			DUK/KOMPOSITTER		
	Geonett	Class-fiber *)	Stål	Asfalt-duk	Jordarm-duk	Kompo-sitter *)
FORSTERKNINGS- OG UTBEDRINGSTILTAK						
LANGSGÅENDE TELESPREKKER store, større enn 20 mm	-	(A,B)	A,B	-	-	(A,B)
LANGSGÅENDE TELESPREKKER middels store, 5 - 20 mm	(A,B)	(A,B)	A,B	-	-	(A,B)
SPREKKER VED BREDDEUTVIDELSE	A,B	(A,B)	(A,B)	(A2)	-	(A,B)
TVERSGÅENDE SPREKKER	A,B	(A,B)	A,B	(A2)	-	(A,B)
SMÅRUTET KRAKELERING (utmattning)	A,B	(A,B)	A,B	A2	-	(A,B)
STORRUTET KRAKELERING (svak bæreevne)	A,B	(A,B)	A,B	(A2)	-	(A,B)
SPOR (ustabilt bærelag)	B	(B)	B	-	-	(B)
NYANLEGG SVAK GRUNN	C	(C)	(C)	-	C	(C)

*) Lite dokumentert erfaring, derfor ()

A,B,C	Normalt egnet	A: Armering av dekke B: Armering av bærelag C: Armering av veg på svak grunn
(A,B,C)	Kan være egnet	
-	Normalt ikke egnet	

Figur 7: Skadetyper/egnede armeringsprodukter



Figur 8: Plassering av armering i Vegoverbygningen

5. UTFØRELSE

5.1 GENERELT

Håndbok 018 "Vegbygging"

Utvalg for armert jord (UAJ)

Leverandørens leggesbeskrivelse



God klebing viktig

Arbeidsbeskrivelse

Dette kapittelet trekker frem forhold som er spesifikke for utførelsen av de enkelte armeringstyper.

Når det gjelder armering av asfaltdekker gjelder Håndbok 018 "Vegbygging" (Ref. 1) generelt med hensyn til materialer, tykkelser, utførelse, etc. Håndbok 018 skal legges til grunn der andre beskrivelser ikke direkte er gitt.

Et hvert armeringsprosjekt skal beskrives med hensyn til hva som skal gjøres og hvordan det skal gjøres. Ved utarbeidelse av eventuelle anbudsdokumenter kan Rapport nr. 14 fra Utvalg for Armert Jord gi nyttige råd, (Ref 13).

Leverandørens leggesbeskrivelser er vanligvis detaljerte og fyldige. Deler av disse eller hele beskrivelsen kan tas inn i den konkrete arbeidsbeskrivelsen.

Vedr. kvalitetssikring vises til kapittel 2 i denne internrapporten.

Utførelsen

Hele arbeidslaget bør informeres og instrueres om utførelsen før arbeidet starter.

Å skape godt samvirke mellom armering og massene omkring er avgjørende for et godt armeringsresultat.

Forkiling

Ved armering i lag av steinmaterialer må en påse at det er samsvar mellom nettets lysåpninger og kornfraksjonene. Se tabell 4.

Klebing

God klebing mellom to asfaltlag er viktig. Klebingen skal først og fremst sikre vedheften mellom asfaltlagene, men heften mellom armeringsnett og asfalt må også være ivarettatt. Ved bruk av asfaltduk er klebingen til over- og underliggende asfaltlag meget viktig. God klebing, godt strammet nett/asfaltduk med minst mulig folder og bukler, og god håndverksmessig utførelse er viktig for sluttresultatet.

Minst mulig avstrøing

Overdekning er viktig



Avstrøing

Lite avstrøing bør brukes, men avstrøingen må være tilstrekkelig for å hindre at bilhjul og asfaltutlegger drar med seg eller forskyver armeringen.

Det nye asfaltdekket

Overdekningstykkelsen over armeringsnett og asfaltduk er viktig. Særlig stiv armering som stål krever god overdekning. Nettene skal være dekket med asfalt langs sidene.

Ikke noe punkt over armeringen bør ha mindre tykkelse enn:

- stålnett, 5 cm (ca. 125 kg/m²)
- andre nett, 4 cm (ca. 100 kg/m²)
- asfaltduk, 3,5 cm (ca. 90 kg/m²)

Dekkeleggingen kan skje på to forskjellige måter der dekket legges ut i hhv. ett eller to lag. Underlaget må rettes opp før armeringen legges ut. Det nye dekket legges ut i ett lag, med minimum ovennevnte tykkelser. Ved utlegging i to lag rettes de største ujevnhetene opp. Dernest legges et avrettingslag (40-50 kg/m²), og til slutt ett slitelag (80-90 kg/m²).

Trafikkavvikling

Trafikken bør omdirigeres mens armering og dekkelegging pågår. Der dette ikke er mulig bør trafikken dirigeres strengt.

5.2 FORARBEIDER

Drensanlegget må fungere

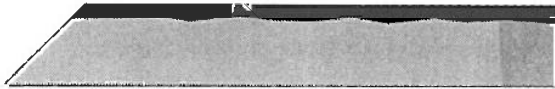
Generelt

Før armeringsarbeider settes i gang skal grøfter og drensanlegg fungere tilfredsstillende. Ved utbedringsanlegg bør drensanlegget gås over ett til to år før selve armeringen kommer til utførelse. Vegen får da stabilisert seg etter de nye forholdene slik at setninger og deformasjoner kan være unnagjort før armeringen legges.

Forsterknings- og utbedringstiltak

Før arbeidet settes igang bør det foretas en dokumentasjon av vegens tilstand (Ref. 1, 7, 9). Det vises også til punkt 2.2.

Eksisterende dekke vurderes med hensyn til jevnhet, spor og andre skader med tanke på forarbeider som ved ordinær nylegging av dekke.



Ordinær oppsetting

Nødvendig oppretting utføres på ordinært vis ved sporfylling, oppretting, fresing, etc.

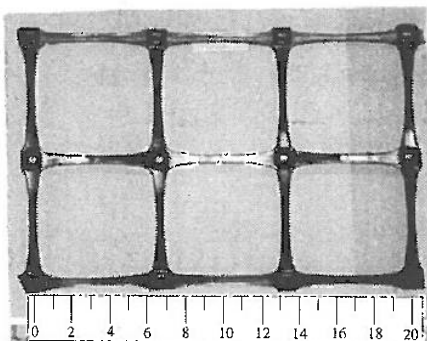
Forøvrig er det ikke nødvendig med forarbeider utover det som er vanlig ved utbedring og nylegging av asfaltdekke.

Nyanlegg

Ved nyanlegg skal de ordinære krav til grunnarbeidet med hensyn til jevnhet, tverrfall, etc. være oppfylt.

5.3 ASFALTARMERING

Geonett, se side 17



Utlegging av nett

Geonett med faste knutepunkter

Formål

Geonett kan brukes mot krakelering, spor, sprekker, etc., der sprekkenes ikke er store.

Virkemåte

Geonett med faste knutepunkter øker tøyingsmotstanden i dekket og har derfor virkning mot skadeårsaker som gir tøyning i dekket. Den relative store strekkforlengelsen geonett har, gjør at det dannes mikrosprekker i dekket når tøyningen blir stor.

Kraftoverføring mellom geonett med faste knutepunkter og massen omkring skjer ved vedheft til nettet, og ved klebeffekt mellom det nye og det gamle asfaltlaget i lysåpningene.

Klebing

Det skal alltid klebes mellom det eksisterende asfaltlaget og det nye laget. Klebingen skal skje før nettet legges ut.

Til klebing nyttes ca. 0,4-0,6 kg/m² BE50R eller ca. 0,3-0,5 kg/m² BL45R. Klebing bør utføres i tørrvær og ved lufttemperaturer over +5 °C.

Utlegging av armeringen

Nettet legges enten på langs eller på tvers av vegen. Legging på langs vil vanligvis være mest rasjonelt.

Hele nettlengden rulles ut og rettes inn langs asfaltkanten. Startenden festes til underlaget med stålbånd og spiker. Ved bruk av flere nett skjøtes nettene sammen og hele nettlengden strammes opp med traktor e.l. Enden av nettlengden festes til underlaget. En må være oppmerksom på temperaturendringer i løpet av arbeidet, slik at nettet må strammes etterhvert.

Avstrøing

For å beskytte nettet mot høye asfalttemperaturer, holde det på plass og beskytte det mot trafikk, avstrøs nettet med ca. 15-20 kg/m² avstrøingsmasse. Agb8/Agb11 er en egnet masse.

Det nye asfaltdekket

Det nye dekket legges med utlegger og komprimeres på vanlig måte i ett eller to lag. Minste tykkelse over armeringen bør være ca. 4,0 cm. Nettene skal være dekket med asfalt langs sidene.

Ulemper

Stramming og festing av nettene er en forholdsvis omstendelig og tidkrevende prosess. Fresing kan føre til problemer; se nedenfor.

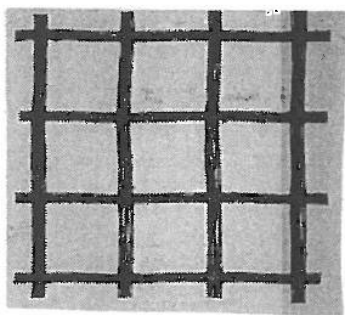
Fresing/gjenbruk

Fresing kan utføres. Gjenbruksmassen kan brukes f.eks. som bituminøst bærelag, hvis den tilfredsstillende kravene til masse-typen.

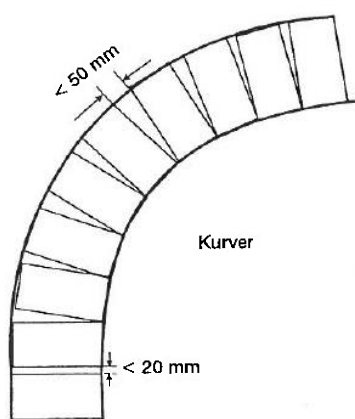
Det kan være problem med fresing hvis det er dårlig heft mellom nett og over- /underliggende asfaltlag.

Geonett med løse knutepunkter

Geonett, se side 17



Legging av nett
Foto fra Hoechst



Avstand mellom
armeringsnettene
i kurver

Formål

Geonett med løse knutepunkter kan brukes mot krakelering, spor, sprekker, etc., der sprekkene ikke er store.

Virkemåte

Geonett med løse knutepunkter øker tøyingsmotstanden i dekket og har derfor virkning mot skadeårsaker som gir tøyning i dekket. Den store strekkförlengelse geonett har gjør at det dannes mikrosprekker i dekket når tøyningen blir stor.

Kraftoverføring mellom geonett med løse knutepunkter og massen omkring skjer ved vedheft til nettet og ved klebeeffekt mellom det nye og det gamle asfaltlaget i lysåpningene.

Klebing

Det skal alltid klebes mellom det eksisterende asfaltlaget og det nye laget. Klebingen skal skje før nettet legges ut. God klebing er meget viktig for å oppnå et vellykket resultat. Det er flere eksempler på at mangelfull klebing har ført til at nett og asfalt løsner fra underliggende lag.

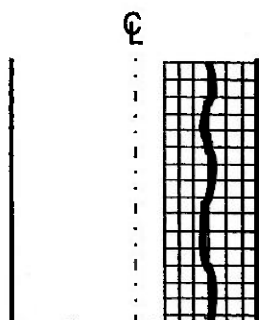
Til klebing nyttes ca. $0,4-0,6 \text{ kg/m}^2$ BE50R eller ca. $0,3-0,5 \text{ kg/m}^2$ BL45R. Klebing bør utføres i tørrvær og ved lufttemperaturer over $+5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Utlegging av armeringen

Nettene legges enten på tvers eller på langs av vegen.

På tvers av vegen

Nettene kappes i lengder tilsvarende den totale vegbredden som skal armeres. Nettene strekkes tvers over vegen slik at de ligger stramt uten bukler eller folder på den sprøytede overflaten. Nettet skal klebes til underlaget. Nettene legges uten overlapp, men legges så tett inntil hverandre som mulig. Maksimum avstand på rettlinje er ca. 20 mm, i kurver på ytre side ca. 50 mm. Blir avstanden større må nettene skjæres til i innerkant. Der trafikken tillates å passere arbeidsstedet under utførelsen, må nettene rulles opp mot senterlinjen, slik at den ene veghalvdelen alltid er fri. Klebing må da skje i to omganger med hver veghalvdel for seg.



Langsgående sprekk

På langs av vegen

Legging på langs er aktuelt på steder med langsgående sprekker i dekket. Nettet rulles ut med minimum 1,0 m nettbredde til hver side for sprekken, eventuelt ut til vegkanten. Overlapping av nettet bør skje i asfaltutleggerens kjøreretning, og bør være minst 50 cm. Eventuell overlapp langsetter bør være ca. 10-15 cm.

Avstrøing

Generelt er det ikke nødvendig at nettene avstrøs før dekkelegging. De første 20 cm av nettet ved start bør gis en lett avstrøing for at nettet skal ligge i ro når asfaltutleggeren starter. Blir det riving i nettet under utlegging kan det avstrøs lett for hånd i hjulsporene. Maskinell avstrøing frarådes da den lett blir for tykk.

Det nye asfaltdekket

Det nye dekket legges med utlegger og komprimeres på vanlig måte i ett eller to lag, men uten bruk av vibrasjon hvis dekket legges ut i ett lag. Ved utlegging i to lag kan det siste laget vibreres. Minste tykkelse over armeringen bør være ca. 4,0 cm. Nettene skal være dekket med asfalt langs sidene.

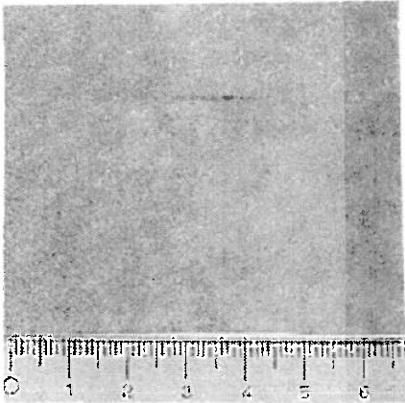
Ulemper

Stramming av nettene slik at de ligger stramt og glatt uten folder kan være problematisk. Fresing kan føre til problemer.

Fresing/gjenbruk

Det kan være problem med fresing, spesielt hvis det er dårlig heft mellom nett og underliggende lag. Den freste massen har lett for å klebe seg til fresetrommelen. Det kreves hyppig rengjøring. Gjenbruksmassen kan brukes til bituminøst bærelag hvis kravene til massetypen oppfylles.

Asfaltduk, se side 19



Klebing: 1,1 - 1,2 kg/m² B 180

Modifisert bitumen til klebing er fordelaktig



Asfaltduk

Formål

Asfaltduk (filtet fiberduk) kan brukes mot krakelering og mindre sprekker. Det er mest aktuelt å benytte asfaltduk i områder med mildt klima.

Virkemåte

Asfaltduk mellom to asfaltlag danner et tetningslag som kan forhindre at vann trenger ned i overbygningen.

Kraftoverføring mellom asfaltduken og asfaltlagene over og under duken skjer ved klebeeffekt til begge sider. Mettet med bitumen virker duken som fiberarmering og øker dekkets strekkstyrke.

Klebing

Klebing - og armeringsarbeider bør utføres i tørrvær og ved temperaturer over +5 °C. Legging i sol og sterk varme (over +30 °C) frarådes.

Vegoverflaten klebes før asfaltduken rulles ut. Vegen påføres 1,1 - 1,2 kg/m² penetrasjonsbitumen i samme bredde som den aktuelle dukbredden. Det må tas hensyn til overlapping. Bitumen B180 anbefales, men andre typer kan også benyttes.

Bruk av modifisert bitumen bør overveies på særlig viktige prosjekter, da det gir bedre temperaturegenskaper og ekstra fleksibilitet. Modifisert bindemiddel gir også bedre vedheft.

Det finnes også asfaltduker som er innsatt med bitumen på forhånd, eller har selvklebende film på undersiden. For disse dukene gjelder andre klebingsrutiner.

Utlegging av asfaltduken

Asfaltduken legges vanligvis ut på langs. Duken anbefales lagt ut maskinelt.

Bredden på duken tilpasses gjerne slik at hele vegbredden dekkes med 2-3 dukbredder. Dette må vurderes i de enkelte tilfelle.

Asfaltduken skal legges ut så jevnt og stramt som mulig. En må være påpasselig med utkosting av rynker og skrukker. Store folder skjæres ned, påføres ekstra bitumen og klebes til.



Avstrøing ikke nødvendig

Skjøtene langsetter utføres med ca. 10 cm overlapp og sprøytes med ca. $1,0 \text{ kg/m}^2$ ekstra bitumen.

Forsiktig overfart med enkeltkjøretøyer kan tillates på den utlagte asfaltduken.

Avstrøing

Avstrøing er generelt ikke nødvendig. På varme dager i motbakker kan enkelte utleggere begynne å rive i duken. Enkel avstrøing vil da kunne hjelpe. Når asfaltduk bare legges på lokale partier på lengre strekninger som skal asfalteres, må slike partier avstrøs pga. trafikkavviklingen inntil dekket blir lagt. Avstrøing med ca. $10\text{-}15 \text{ kg/m}^2$ er tilstrekkelig.

Det nye asfaltdekket

Asfaltlegging kan starte umiddelbart etter at asfaltduken er lagt. Utleggingen bør skje i samme retning som asfaltduken ble utlagt i. Det nye dekket legges med utlegger i ett eller to lag og komprimeres på vanlig måte.

Minste tykkelse over duken bør være ca. 3,5 cm.

Ulemper

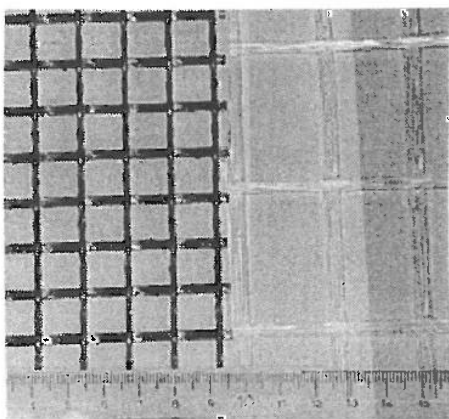
Ingen spesielle problemer.

Fresing/gjenbruk

Fresing kan utføres. Gjenbruksmassen kan brukes til bituminøst bærelag hvis kravene til massetypen oppfylles.

Glassfibernet, se side 20

NB! Lite erfaringsgrunnlag



Glassfibernet

Formål

Glassfiber kan være et velegnet materiale for armering i asfalt, men en har hittil relativ liten erfaring med denne type nett.

Virkemåte

Glassfibernet øker tøyings motstanden i dekket og har derfor virkning mot skadeårsaker som gir tøyning i dekket.

Kraftoverføring mellom glassfibernet og massene omkring skjer ved vedheft og friksjon mellom enkelt trådene i glassfibernet og massene omkring. I tillegg klebes det gamle og det nye asfaltlaget til hverandre i lysåpningene av nettet.

Klebing

Det skal alltid klebes mellom det eksisterende asfaltdekket og det nye laget.

Ved plastimpregnerte glassfibernet påføres klebing før nettet legges ut. Ved selvklebende nett påføres klebingen etter at nettet er rullet ut og tromlet fast.

Til klebing benyttes ca. 0,4-0,6 kg/m² BE50R eller ca. 0,3-0,5 kg/m² BL45R. Klebing bør utføres i tørrvær og ved temperaturer over +5 °C.

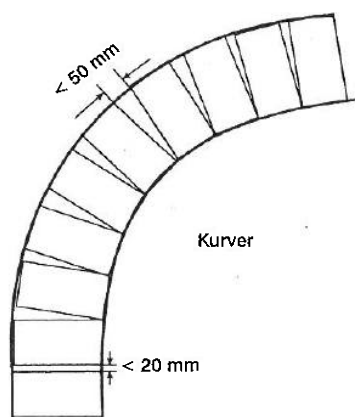
Utlegging av armeringen

Det vises til leverandørens leggeanvisninger. Nettene legges enten på tvers eller på langs av vegen.

På tvers av vegen

Der trafikken er omdirigert legges nettet tvers over hele vegbanen på en gang. Selvklebende nett valsers fast. Andre typer må strammes, eventuelt festes på sidene. Nettene kuttes noen få cm smalere enn dekkebredden. Nettene legges uten overlapp i skjøtene, men legges så tett inn til hverandre som mulig. Maksimum avstand på rettlinje er ca. 20 mm, i kurver på ytre side ca. 50 mm. Blir avstanden større, må nettene skjæres til. Enkelte leverandører anbefaler at nettene legges med overlapp.

Når trafikken tillates å passere arbeidsstedet under utførelsen, må halve vegbanen legges om gangen. Nettene rulles opp mot senterlinjen slik at den ene veghalvdelen alltid er fri. Klebing må skje i to omganger med hver veghalvdel for seg.



Avstand mellom armeringsnettene i kurver



På langs av vegen

Nettet rulles ut i full lengde langs vegen med 10-15 cm overlapp i lengdeskjøtene og 40-50 cm i tverrskjøtene. Ved denne fremgangsmåte er det enkelt å la trafikken passere mens arbeidet utføres.

Avstrøing

En lett avstrøing med ca. 10-20 kg/m² Ag8/Ag11 legges ut for å holde nettene på plass til utleggeren får lagt det nye dekket.

Det nye asfaltdekket

Det nye dekket legges med utlegger i ett eller to lag og komprimeres på vanlig måte, men uten bruk av vibrasjon hvis dekket legges ut i ett lag. Ved utlegging i to lag kan det siste laget vibreres. Alle vanlige dekketyper kan benyttes. Minste tykkelse over armeringen bør være ca. 4,0 cm. Nettene skal være dekket med asfalt langs sidene.

Ulemper

Ubehandlet nett kan vanligvis ikke benyttes. Plastimpregnerte og selvklebende nett er enkle å arbeide med, og det er ingen spesielle ulemper ved bruken.

Fresing/gjenbruk

Fresing og gjenbruk antas å være uproblematisk.

Kompositter

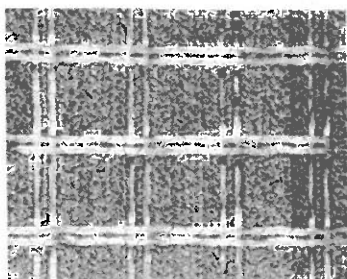
Generelt

Som nevnt tidligere har en relativ liten erfaring med bruk av kompositter.

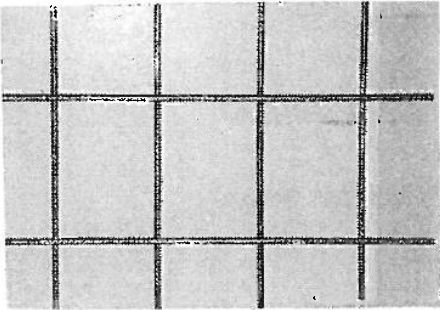
Som hovedregel gjelder tilsvarende krav til komposittprodukter brukt i asfalt som om duken skulle vært brukt alene. Dette gjelder både mht. materialkrav og krav til utførelse. Eksempelvis er krav til klebing av asfaltkompositt som for klebing av tilsvarende asfaltduk.

Forøvrig vises til leverandørens leggeanvisninger.

Kompositter, se side 21



Stålnett, se side 22



Stålnett

Formål

Stålnett er spesielt godt egnet mot store telesprekker.

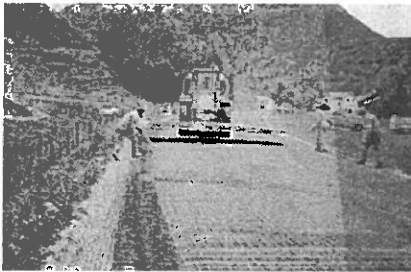
Virkemåte

Kraftoverføring mellom stålnettet og massene omkring skjer ved vedheft til stålet, forkiling mot de stive rutene og ved klebeeffekt mellom det nye og det gamle asfaltlaget.

Klebing

Det skal alltid klebes mellom det eksisterende og det nye dekket. Klebing kan enten skje før nettet legges ut, eller etterpå. Noen kleber først fordi dette er mest rasjonelt, andre etterpå for å unngå å arbeide på sprøytet overflate.

Til klebing nyttes ca. $0,4 \text{ kg/m}^2$ BE50R eller ca. $0,3 \text{ kg/m}^2$ BL45R. Klebing bør utføres i tørrvær og ved temperaturer over $+5 \text{ }^\circ\text{C}$.



Utlegging av kammet stålnett (Asfaltnett)

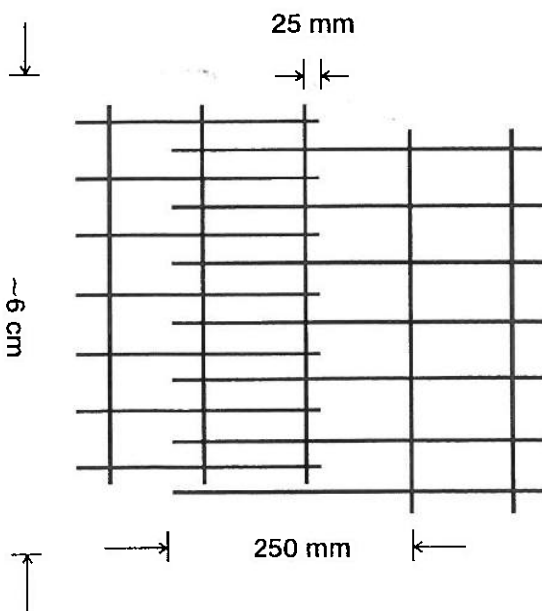
Underlaget må være godt avrettet.

Nettene legges på tvers av vegen med den øverste tråden langsetter vegen.

Stålnettene skal rekke fra asfaltkant til asfaltkant i en lengde uten skjõt. Eventuell skjõtning må gjøres slik at en oppnår full strekkstyrke i skjøten.

En hjullaster el. rygger foran arbeidslaget med pallen med nett på løftegaffelen. Det er tilstrekkelig med en person på hver side av vegen i hver ende av nettet. Nettene legges slik at de er mest mulig vinkelrett på vegens senterlinje. Det enkleste er å legge nettene med den sidekanten som har ca. 25 mm frie ender nærmest mot utleggerlaget når nettet er ferdig lagt.

Sidekanten med ca. 250 mm frie, utstikkende ender legges ovenpå det forangående nett med så langt omfar at avstanden mellom tverrtrådene i de to nabonettene blir ca. 50-100 mm. I slake kurver tilpasses avstanden mellom nabotrådene i skjøten slik at nettene blir liggende mest mulig vinkelrett på veien. Det blir da noe forskjellig avstand mellom nabotrådene langs nettskjøten. Avstanden skal være mellom 0-100 mm. I kurver med kurveradius mindre enn 120 m må skjøten skråskjæres



Overlapping, lengderetning

Hvis nett med ca. 250 mm utstikkende ender på ene langsiden ikke kan skaffes, kan standardnett med ca. 25 mm frie utstikk benyttes. Dette gir tilsvarende reduksjon i overlappskjøtene i lengderetning.

Nettene behøver ikke festes. Unødvendig kjøring på nettene bør unngås.

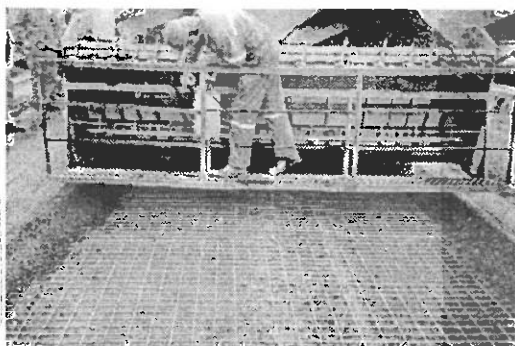
Utlegging av andre typer stålnett

Det vises til leverandørens leggeanvisninger.

Avstrøing

På nett av kammet stål er det ikke nødvendig med avstrøing forutsatt en får nettet til å ligge. Lettere nett av stål må avstrøs.

Enkelte nett må avstrøs



Det nye asfaltdekket

Det nye dekket legges med utlegger og komprimeres på vanlig måte i ett eller to lag. Asfaltutleggeren bør kjøres i retning med overliggende tråd i skjøtene. Alle vanlige massetyper kan benyttes. Minste tykkelse over armeringen bør være ca. 5,0 cm. Nettene skal være dekket langs sidene med asfalt.

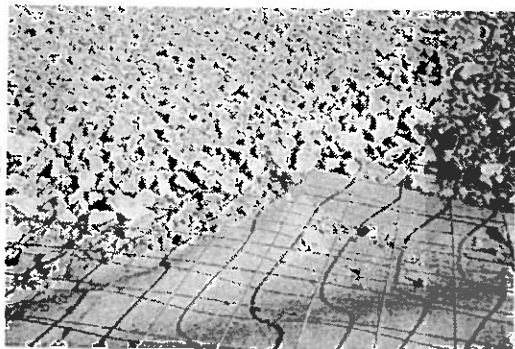
Ulemper

Stålnett er tunge og forholdsvis arbeidskrevende.

Fresing/gjenbruk

Stålmerte asfaltdekker kan ikke freses i full dybde.

5.4 ARMERING I STEINMATERIALER



Ingen klebing

Formål

Formålet med å armere bære- og forsterkningslag av steinmaterialer er å redusere spordannelsen, krakelering og sprekker og dermed øke dekkets levetid.

Virkemåte

Armering i steinmaterialer bidrar til å øke stabiliteten i laget samtidig som det tilfører strekkstyrke til laget.

Kraftoverføring mellom armeringen og de ubundne materialene skjer ved forkiling og økt innspenning.

Spesielle forarbeider

Underlaget for nettene skal være godt avrettet og komprimert. De generelle krav for under- og overliggende lag med hensyn til materialkrav, jevnhet, komprimering etc. skal være oppfylt.

Utlegging av armeringen

Nettene legges fortrinnsvis på tvers av veggen og slik at de er mest mulig vinkelrett på vegens senterlinje. De skal rekke over hele vegbanen uten skjõt. De strammes opp for hånd slik at de ligger uten bukler.

Nettene legges med minst 20 cm overlapp i vegens lengderetning. Nettene behøver ikke festes, men det kan være praktisk å binde dem sammen med jernbindertråd på en del punkter langs skjõtene slik at de ikke så lett glir fra hverandre. Ved eventuell legging på langs bør overlappingen langsetter også være minst 20 cm.

Overdekning

På det utlagte nettet legges ut de forsterknings-/bærelagsmaterialene som er aktuelle. Materialene komprimeres med ordinært utstyr på vanlig måte. Vanlige komprimeringskrav gjelder. Nettene skal være overdekket helt ut langs kantene.

Det nye asfaltdekket

Dekkelegging skjer på vanlig måte.

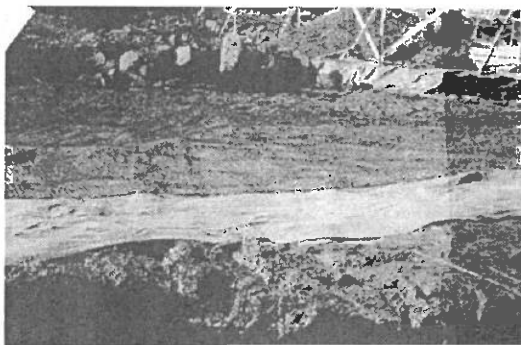
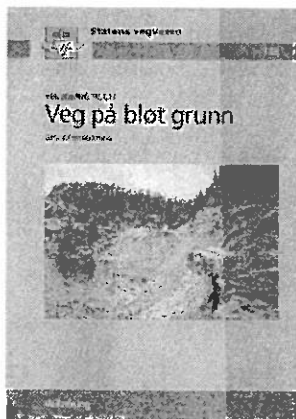
Alle dekketyper kan brukes. Armering i bærelaget krever ingen spesiell tykkelse på dekket utover ordinær tykkelse.

Ulemper

Ingen spesielle problemer.

Ingen spesielle krav til

5.5 ARMERING PÅ SVAK GRUNN



Formål

Armering på svak grunn utføres for å lette anleggsarbeidet og for å unngå grunnbrudd, og for å oppnå øket bæreevne i permanent tilstand. Ofte er den kritiske fasen over etter noen uker, måneder eller noen år.

Selv om armeringen skulle korrodere på lengre sikt kan den ha utført sin funksjon, idet hovedparten av setningene er unngått og/eller jorden har fått øket sin bæreevne tilstrekkelig.

Som slik midlertidig "armering" kan også benyttes organiske materialer som bakhunved bord eller god, fibrig bark.

En kan benytte stålarmersnett, jordarmeringsduk, eller geonett. Kompositter kan også benyttes.

Virkemåte

Armering reduserer overføring av skjærspenninger til undergrunnen. Armeringen bidrar til å øke bæreevnen og til å utjevne setninger (Ref 8).

Jordarmeringsduk på svak grunn virker som et teppe som jevner ut og fordeler kreftene på underlaget.

Ved bruk av nett sammen med fiberduk oppnås forsterkning av nederste delen av forsterkningslaget, samtidig som fiberduken forhindrer sammenblanding av massene over og under armeringen.

Fiberduk kan også benyttes alene, men gir da liten eller ingen armeringseffekt, men den hindrer sammenblanding av massene.

Utlegging av armeringen

Utlegging av armeringen skjer vanligvis manuelt da den svake undergrunnen ikke tillater tyngre maskiner.

Jordarmeringsduk og fiberduk alene bør legges ut på tvers av veglinjen med minimum 50 cm overlapp i skjøtene.

Hvis fiberduk kombineres med nett oppå, kan fiberduken legges på langs.

Nettene legges fortrinnsvis på tvers av veggen og slik at de er mest mulig vinkelrett på vegens senterlinje. De skal rekke over hele vegbanen uten skjøt. De strammes opp for hånd slik at de ligger uten bukler.

Nettene legges med minst 20 cm overlapp i vegens lengderetning.

Nettene behøver ikke festes, men det kan være praktisk å binde dem sammen på en del punkter langs skjøtene for at de ikke skal gli fra hverandre.

Overdekning

Ovenpå den ferdig utlagte armeringen legges forsterkningslaget ut med en lagtykkelse på 30-50 cm i første utplanering. Vanlige komprimeringskrav gjelder hvis ikke annet er spesifisert, det samme gjelder den øvrige oppbygging av overbygningen.

Det nye asfaltdekket

Dekkelegging skjer på vanlig måte. Alle massetyper kan brukes.

Ulemper

På spesielt svake partier kan det oppstå små grunnbrudd/bølger i traet ved utlegging av forsterkningslaget. I stedet for duk og nett kan en aktuell løsning være å benytte duk og krysslågt bakhunved, bord eller god, fibrig bark.

5.6 ARMERING VED KANTFORSTERKNING OG BREDDUTVIDELSE

Utførelse

Kantforsterkning og breddeutvidelse er nærmere beskrevet i veiledningen "Forsterkning av veg" (Ref. 7).

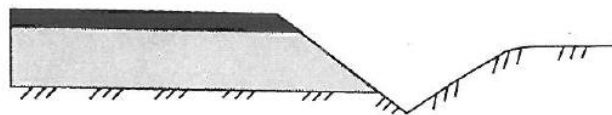


Ved breddeutvidelse av eksisterende veg på undergrunn av leire, silt o.l. er det vanskelig å hindre at det etter en viss tid oppstår deformasjoner og langsgående sprekker i det nye asfaltdekket langs skjøten på breddeutvidelsen. Armering kan bidra til å motvirke slik sprekke dannelse. En kan armere forsterkningslaget, bærelaget eller vegdekket.

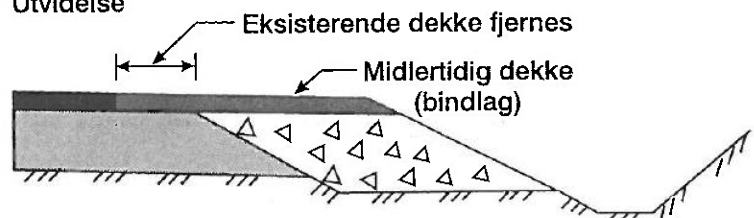
Uansett valg av løsning bør endelig slitelag legges 1-2 år etter at selve breddeutvidelsen har funnet sted.

En årsak til sprekke dannelse er setningsforskjeller mellom det nye, breddeutvidede vegarealet og den eksisterende vegbanen. En bør derfor utføre breddeutvidelsen slik at en forsterker kanten og redusere setningen i det utvidede arealet mest mulig.

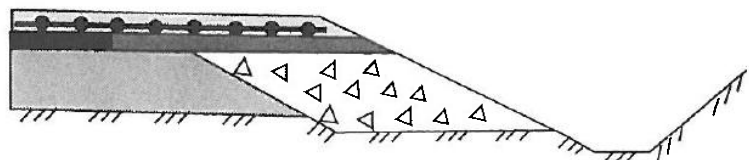
Eksisterende veg



Utvidelse



Armering + nytt dekke



Figur 9: Eksempel på breddeutvidelse med armering av dekket.

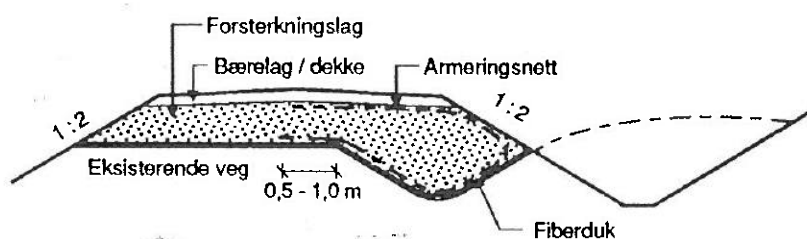
Ved å gjøre overbygningen på selve breddeutvidelsen gradvis tykkere, og ved å benytte særlig stabile materialer som komprimeres godt, reduseres setningsforskjellene.

Asfaltarmering

Det nye asfaltdekket armeres med geonett, glassfibernet eller stålnett. Asfaltduk kan også brukes i områder med mildt klima der en ikke forventer store sprekker. Figur 9 viser en skisse av utførelsen.

Armering i forsterkningslaget

Eksempler på armering lagt inn i selve materialene i breddeutvidelsen er vist i Håndbok 018 "Vegbygging" (Ref. 1).



Figur 10: Eksempel på ensidig breddeutvidelse med stein/pukk innpakket i armeringsnett og kombinert med fiberduk. Nettet rulles ut i vegens tverretning. Drenert utvidelse forutsettes. (Figur 532.5 Håndbok 018).

Bruk av lette fyllmasser

Ved breddeutvidelser på svak grunn er det ofte nødvendig å benytte lette fyllmasser. En kombinasjon av lettklinker og armering er en aktuell løsning.

6. ORD OG BEGREPER

I denne oversikten er det samlet noen viktige ord og begreper (definisjoner) som brukes i forbindelse med armering av veg. Det vises også til Ref. 11 og 12, se side 52.

Armeringsprodukter	For vegformål benyttes følgende definisjon: I utgangspunktet betegnelse for strekkfaste materialer (polymerbaserte nett, glassfibernet og stålnett), men ulike duker (geotekstiler) og kompositter brukes også som asfalt- og jordarmering.
Asfaltduk	Se fiberduk.
Avstrøing	Utlegging av et tynt lag med asfaltmasse over armeringen før selve dekkeleggingen.
Dekkelevealder	Antall år et vegdekke vil tåle før dekkestandarden er kommet ned til en definert minstestandard hvor utbedringstiltak må iverksettes.
Faste knutepunkter	Fast forbindelse i krysningpunktene mellom trådene i et armeringsnett slik at trådene ikke kan gli i forhold til hverandre.
Fiberduk	Duk av syntetiske fibre framstilt ved filting, veving eller strikking. I Norge brukes mest duk framstilt ved filting. Betegnelsen "asfaltduk" brukes av enkelte leverandører om filtet fiberduk som er tilpasset til bruk i asfaltdekke med hensyn til bitumenopptak, overflatestruktur, etc.
Forkilingseffekt	Effekt av at materialer med kornstørrelse tilpasset lysåpningen i et armeringsnett oppviser større motstand mot skjærdeformasjon.
Geocelle	Tredimensjonal konstruksjon av geosynteter beregnet for innkapsling av løsmasser.
Geomatte	Tredimensjonal, permeabel matte framstilt av syntetiske eller naturlige fibre anvendt for erosjonssikringsformål.
Geomembran	Impermeabel, polymerbasert membran for tetting mot væsker eller gass.
Geonett	Plan, polymerbasert nettstruktur. I Norge anvendt for produkter beregnet for armeringsformål. (Den engelske betegnelse Geonet, anvendes for polymerbaserte nett beregnet for drenering, lekkasjekontroll og gassventilasjon).
Geosyntet	Samlebetegnelse for produkter (geotekstiler, geonett, geokompositter, geomembraner) framstilt av syntetiske materialer som anvendes i kontakt med jord.

Geotekstil	Plane og permeable tekstiler/duker brukt i kombinasjon med jordmaterialer. Framstilt hovedsaklig ved veving, strikking eller filting. Anvendes for armering, separasjon, filtrering, drenering, beskyttelse/tildekking.
Jordarmeringsduk	Syntetisk duk for jordarmeringsformål framstilt hovedsakelig ved veving. Et fåtall strikkede produkter finnes. Enkelte filtede duker blir også anvendt for armeringsformål.
Jordarmeringsnett	Nettstrukturer framstilt av syntetiske, naturlige (f.eks. jute) eller stålmaterialer beregnet for armeringsformål.
Løse knutepunkter	Krysningspunkter mellom trådene i armeringsnett som ikke er fast, men løst, slik at trådene kan forskyves i forhold til hverandre.
Kompositter	Her brukt om produkt som kombinerer ulike materialer der minst ett geosyntet inngår i oppbyggingen.
Knutepunkt	Krysningspunkt mellom tråder i armeringsnett.
Lysåpning	Fri åpning mellom trådene i rutene i armeringsnett.
Penetrasjonsbitumen	Bitumen som klassifiseres etter penetrasjonsgrad. Betegnelse "Ren bitumen" og "Straight run" benyttes også noe upresist om det samme.
Refleksjonsoppsprekking	Gjennomslag av sprekker fra gammelt, oppsprukket dekke opp i nytt, overliggende dekke.
Ren bitumen	Term anvendt om bitumentyper av penetrasjonsgrad, f.eks. B180.
Restbindemiddel	Mengde bitumen som blir igjen når emulsjon har brutt og vannet fordampet.
Rutestørrelse	Senteravstand mellom rutene i armeringsnett.
Separasjon	Her brukt om funksjonen å forhindre sammenblanding mellom ulike typer materialer, f.eks hindre optregning av finstoffholdige masser fra undergrunnen opp i grovere overbygningmaterialer.

7. REFERANSER

1. Statens vegvesen, 1992
Håndbok 018 "Vegbygging"
2. Statens vegvesen, 1992
Håndbok 016 "Geoteknikk i vegbygging"
3. Statens vegvesen, 1988
Håndbok 051 "Arbeidsvarsling"
4. Statens vegvesen, Veglaboratoriet, 1993
Bruk av armering til forsterkning og rehabilitering av vegkonstruksjoner og flyplasser:
Intern rapport 1585: "Erfaringsinnsamling"
5. Statens vegvesen, Veglaboratoriet, 1993
Bruk av armering til forsterkning og rehabilitering av vegkonstruksjoner og flyplasser:
Intern rapport 1586: "Modelleringsteori"
6. Statens vegvesen, Veglaboratoriet, 1993
Bruk av armering til forsterkning og rehabilitering av vegkonstruksjoner og flyplasser:
Intern rapport 1587: "Utkast til Veiledning"
7. Statens vegvesen, Veglaboratoriet,
"Forsterkning av veg", veiledning planlagt utgitt i 1997
8. Statens vegvesen, 1996
Håndbok 188 "Veg på bløt grunn".
9. Statens vegvesen, 1996
Håndbok 193 "Skadekatalog for bituminøse vegdekker".
10. Utvalg for Armert Jord (UAJ):
Rapport nr. 4, mars 1993 "Produktoversikt"
11. Utvalg for Armert Jord (UAJ):
Rapport nr. 9, jan. 1990 "Begrepsliste - armert jord".
12. Utvalg for Armert Jord (UAJ):
Rapport nr. 13, mars 1993 "Definisjoner og symboler".
13. Utvalg for Armert Jord (UAJ):
Rapport nr. 14, mai 1993 "Veiledning for utarbeidelse av anbudsgrunnlag for utførelse av støttekonstruksjoner i armert jord".