

nr. 78

Publikasjon

Nye regler for sikring av overdekning

Spesifikasjoner for sikring av armeringens overdekning



Statens vegvesen
Vegdirektoratet

Veglaboratoriet

Publikasjon nr. 78

Reidar Kompen

Nye regler for sikring av overdekning

Reidar Kompen og Gunnar Liestøl

Spesifikasjoner for sikring av armeringens overdekning

Omslagsdesign:	Svein Aarset, Oslo
Forsidebilde:	Reidar Kompen
Illustrasjoner:	Arne Helland
Tekstoriginaler:	Kristin Sørensen
Redaksjon/ prod. koordinator:	Helge Holte
Trykk:	Lobo Grafisk as
Opplag:	1500

Forord

Kunnskapen om at armeringsstål trenger overdekning av betong for å være beskyttet mot korrosjon, har eksistert så lenge armert betong har vært benyttet som bygge-materiale. Likeledes har det vært kjent at jo mer aggressivt det ytre miljøet er, desto større må overdekningen være.

Inntil de aller siste årene har imidlertid denne kunnskapen hatt liten oppmerksomhet i betongbransjen, såvel innenlands som internasjonalt. Korrosjonsskader er et problem svært mange land sliter med. Ulike tiltak utvikles, både for å sikre bestandigheten av nye byggverk og for å bremse eller stoppe skadeutviklingen på eksisterende byggverk.

Armeringskorrosjon er i dag den hyppigste og alvorligste skadetyper på betongkonstruksjoner. Tilstrekkelig overdekning er blant de aller viktigste parametrene, kanskje den viktigste for å sikre holdbarhet.

Denne publikasjonen inneholder de nye spesifikasjonene for sikring av overdekning som Statens vegvesen har besluttet å ta i bruk, og bakgrunnen for disse spesifikasjonene.

De nye spesifikasjonene skal legge grunnlaget for endringer i praksis for prosjektering og utførelse av overdekning for armering i betongkonstruksjoner. Hensikten er både å oppnå bedre samsvar mellom prosjekteringsforutsetninger og virkelig utførelse, og større sikkerhet for riktig overdekning og god holdbarhet.

Spesifikasjonene angir at systematisk bruk av monteringsstenger skal være hovedregelen. Grunnen til dette er at en ønsker å sikre bedre mot betongtrykket under utstøpingen, og sikre mot grove avvik for enkeltstenger. Som monteringsstenger anbefales benyttet vanlige svarte kamstålstenger, men det kan spesifiseres bruk av korrosjonsbeskyttede (for eksempel epoxybelagte) stenger. Det gis også spesifikasjoner for armeringsstoler, noe som ikke har eksistert tidligere.

Veglaboratoriet, mai 1995

Innhold

Reidar Kompen

Nye regler for sikring av overdekning	9
1 Bakgrunn for reglene	10
2 Resultatet av tidligere praksis	10
3 Eksisterende regelverks krav til overdekning	14
4 Hovedprinsippene i de nye reglene	15
5 Bruk av monteringsstenger	17
6 Spikring av armeringsstoler	18
7 Spesifikasjoner for armeringsstoler	18
8 Bruk av spesifikasjonene	19
9 Referanser	20

Reidar Kompen og Gunnar Liestøl

Spesifikasjoner for sikring av armeringens overdekning

1 Grunnlag og forutsetninger	21
1.1 Bruksområde	21
1.2 Grunnlag, system for sikring av overdekning	21
1.3 Konkret tillemping av systemet for sikring av overdekning	21
1.4 Toleranser og tillatte avvik	23
1.5 Angivelse på tegninger	24
1.6 Byggemål for kamstål	24
1.7 Definisjoner	24
2 Armeringsstoler og avstandsholdere	27
2.1 Armeringsstoler	27
2.1.1 Generelt	27
2.1.1.1 Materiale	27
2.1.1.2 Geometrisk utforming	27
2.1.1.3 Dimensjonsnøyaktighet	27
2.1.1.4 Styrke og stivhet	28
2.1.1.5 Monteringshjelpemiddel	28
2.1.2 Armeringsstoler av plast	29
2.1.3 Armeringsstoler av mørtel/betong	29
2.1.3.1 Massesammensetning	29
2.1.3.2 Egenskaper til herdnet mørtel/betong	30
2.1.4 Prøving av armeringsstoler	30
2.1.4.1 Prøving av vannoppsug	30
2.1.4.2 Prøving av styrke	30
2.2 Avstandsholdere	31
2.2.1 Geometrisk utforming	31
2.2.2 Styrke og stivhet	31

3	Binding av armering	31
3.1	Krav til ferdig bundet armering	31
3.2	Armeringsarbeid generelt	32
3.3	Bindtråd	32
3.4	Monteringsstenger	32
3.5	Montering av armering	33
3.5.1	Montering av armering med bruk av monteringsstenger	33
3.5.2	Montering av armering uten bruk av monteringsstenger	37
3.5.3	Montering av armering med "linjeholdere"	37
3.5.4	Montering med bruk av avstandsholdere	37
3.6	Skjøtejern	37
3.7	Sikring på lukkesida av forskalingen	38
3.8	Rengjøring av form og armering	38

Reidar Kompen

Nye regler for sikring av overdekning

Statens vegvesen har besluttet å innføre nye spesifikasjoner for sikring av riktig overdekning for armering i betongkonstruksjoner. Reglene vil medføre endringer både i de prosjekterendes og de utførendes arbeid. Armeringskorrosjon er den hyppigste og alvorligste skadetyper på betongkonstruksjoner. Sikring av overdekningen er et av de aller viktigste enkelt-tiltakene som kan gjøres for å sikre holdbarheten av nye betongkonstruksjoner.

De nye reglene er utarbeidet av Veglaboratoriet og Bruavdelingen i fellesskap. Planen er å innarbeide hovedinnholdet i reglene i «Prosesskode-2» og «Prosjekteringsregler for bruer» ved neste revisjon. Inntil det skjer, vil det være opp til det enkelte vegkontor å gjøre reglene gjeldende på prosjektbasis. Vegdirektoratet har anbefalt vegkontorene å gjøre de nye reglene gjeldende for alle nye prosjekter hvor prosjekteringen ikke har kommet så langt at det vil medføre problemer og ekstraarbeid.

De nye reglene inneholder beskrivelse av preferert system for sikring av overdekning, spesifikasjoner for armeringsstoler og avstandsholdere, samt regler for armeringsmontasje. Parallelt med utarbeidelsen av reglene har Veglaboratoriet deltatt i utviklingen av norskproduserte armeringsstoler, som har stor betydning fordi de gjør de nye reglene gjennomførbare i praksis.

1 Bakgrunn for reglene

De senere årene er det påvist tildels betydelige skader i form av armeringskorrosjon på bruer og andre betongkonstruksjoner. Armeringskorrosjon er i dag den hyppigste og alvorligste skadetyper på betongkonstruksjoner. I et stort antall tilfeller har varierende og for liten armeringsoverdekning vist seg som et gjenganger-problem og en hovedårsak til skadeutviklingen. Det er mange direkte og indirekte årsaker til det innen prosjektering og utførelse. Dette viser at det er behov for både klarere regelverk og større nøyaktighet i montering av armeringen.

Publisiteten om skadetilfellene har ført til kraftig fokusering på kvalitetskrav og kontroll av bl.a. betongmaterialet, utstøping og herdetiltak. Armeringen, som har hatt de primære skadene, er også blitt omtalt, men uten at konkrete skjerpelser av praksis har blitt spesifisert.

Armeringsfaget har ikke gjennomgått tilsvarende utvikling som betongteknologien. En årsak til det er at praktikerne (jernbinderne) i høy grad har manglet en akademisk parallellgruppe som kunne ivareta praktiske fagsynspunkter og være bindeledd mellom formelle krav og praktisk utførelse. I alle år har derfor armeringsfaget levd med et fyldig knippe av uavklarte faglige spørsmål og detaljer som hver enkelt byggeplass har måttet ta stilling til.

2 Resultatet av tidligere praksis

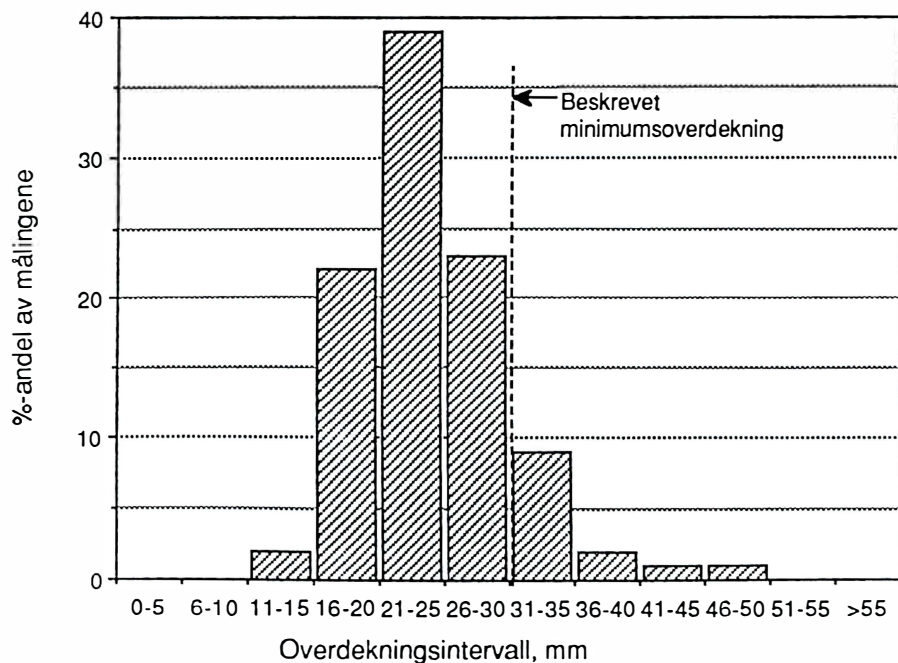
Mange som har vært opptatt av kvalitet ved betongbygging, har lenge visst at den praksisen som har vært fulgt for å sikre overdekningen ikke har vært bra. Synsing og generell omtale uansett hvor engasjert og dyptfølt den har vært, har imidlertid ikke vært tilstrekkelig til å trenge gjennom «lydmuren».

Med de skadesakene vi har fått, har det også blitt gjennomført omfattende og systematiske undersøkelser av betongkonstruksjonenes virkelige armerings-overdekning. Resultatene av slike undersøkelser har i de fleste tilfellene ikke blitt gjort generelt tilgjengelig på grunn av mulige konsekvenser for partene.

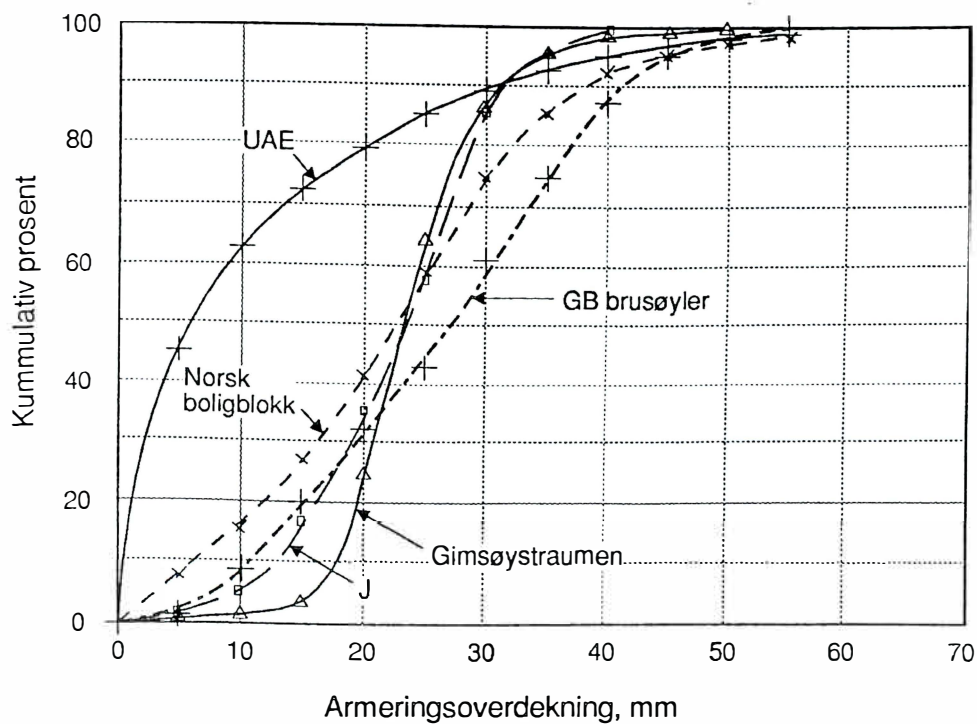
Figur 1 viser den statistiske fordelingen i armeringsoverdekning for Gimsøystraumen bru, felt 1. Brua ble bygget i perioden 1978-1981. Fordelingen er basert på 2028 målinger. Monteringsstenger er benyttet, men disse er ikke spesielt representert i fordelingen. Figur 1 viser at armeringsoverdekningen i dette tilfellet er nokså nær normalfordelt omkring en middelværdi som er betydelig mindre enn den minimums-overdekningen som var beskrevet.

I figur 2 er den kummulative fordelingen i armeringsoverdekning for det nevnte bruprojektet vist sammen med fordelingen i armeringsoverdekning tegnet på grunnlag av:

- /4/: en japansk undersøkelse av T-bjelker i en bru bygget i 1957 (kurve J)
- /5/: oppsummering av tilstandsundersøkelser for et hundretalls betongkonstruksjoner i De Forente Arabiske Emirater (kurve UAE)
- /7/: et norsk boligblokk-prosjekt utført for godt og vel 10 år siden
- /8/: en britisk undersøkelse fra 1985 av overdekninger på brukar (kurve GB).



Figur 1. Fordeling i armeringsoverdekning, Gimsøystraumen bru - felt 1.



Figur 2. Kumulativ fordeling i armeringsoverdekning, ulike prosjekter.

Den japanske undersøkelsen oppgir at den spesifiserte overdekningen var 27,5 mm. Målt gjennomsnitt var 21,7 mm; ca. 75 % av armeringen hadde mindre overdekning enn foreskrevet.

/5/ oppgir at for noen av prosjektene var det ikke spesifisert noen overdekning, verken på tegninger eller i øvrige prosjektdokumenter. Nesten halvparten av armeringen hadde overdekning mindre enn 5 mm, ca. 75 % mindre enn 15 mm.

For det norske boligblokk-prosjektet var det beskrevet 25 mm overdekning. Ca. 58 % av armeringen har overdekning mindre eller lik denne verdien. Ca. 16 % har overdekning mindre eller lik 10 mm, som er Norsk Standards absolutte minimumskrav.

Den britiske undersøkelsen viser samme spredning i overdekning som det norske boligblokk-prosjektet (samme helning i kurvene). Det er interessant, i det det kan tyde på at en slik spredning er karakteristisk når det ikke brukes monteringsstenger og det heller ikke ofres spesiell oppmerksomhet på overdekningen.

For Gimsøystraumen bru har 87 % av armeringen en overdekning mindre eller lik den minimumsoverdekning som er beskrevet. I tillegg ligger alle monteringsstenger med mindre overdekning enn beskrevet.

En tysk artikkel fra 1993 /6/ angir at standardavviket for overdekning målt på utførte konstruksjoner har vist seg å være 7-10 mm, men at det burde kunne reduseres til i størrelsesorden 6 mm ved god kvalitetssikring.

Ut fra det ovenstående kan en undres over at armeringskorrosjon har blitt betraktet som et problem knyttet til betongkvalitet.

Det kan diskuteres hvor representative de to norske byggeprosjektene er. På grunn av det relativt store antallet målinger (spesielt for bruprojektet), er det imidlertid trolig at fordelingene i figur 1 og 2 i alle fall er representative for prosjektene.

Inntil noe annet eventuelt er påvist, gjør en klokest i å gå ut i fra at overdekningsfordelingene i figur 1 og 2 kan være representative også for andre byggverk utført i den samme tidsperioden.

I sammenligning med alle de andre prosjektene viser tallene fra Gimsøystraumen bru i allefall ett meget positivt trekk, nemlig relativt liten variasjon rundt middelveiden:

- ca. 85 % av armeringen er innenfor en variasjon på ± 7 mm (16-30 mm)
- ca. 95 % av armeringen er innenfor ± 10 mm (15-35 mm).

Når en ikke har ytterligere dokumentasjon, kan en bare spekulere over de viktige spørsmålene:

- 1) Hvorfor har alle prosjektene betydelig mindre midlere overdekning enn forutsatt?
- 2) Hvorfor har Gimsøystraumen bru vesentlig mindre variasjon i overdekning enn de andre prosjektene?

Et sannsynlig svar på spørsmål 1) er at armeringen er blitt presset ut mot forskalingen og fått mindre overdekning under utstøpingen. En mulig forklaring for de norske

prosjektene, er også at for 10-15 år siden trodde mange fortsatt at hensikten med overdekningen var at armeringen ikke skulle være synlig når forskalingen ble revet. Bevisstheten om overdekningens betydning var likevel den gang så stor at det er vanskelig å tro at det er hele forklaringen. For spørsmål 2) kan svaret være at armeringsarbeidet har blitt utført mer nøyaktig på anlegg enn på bygg. Det kan også være et sannsynlig svar at det er brukt grovere og stivere stenger eller at bruken av monteringsstenger har sikret mot store forskyvninger under utstøpingen. Om det siste svaret er riktig, så er det i samsvar med hva praktikere på både byggherre- og utførende side lenge har hevdet.

At overdekningstykkelsen er av avgjørende betydning for levetiden for en betongkonstruksjon, er hevet over enhver faglig tvil. Tabell 1 gjengir data fra /7/ for initieringstid før korrosjon starter på grunn av karbonatisering avhengig av betongkvalitet og overdekning.

Tabell 1. Initieringstid før korrosjon starter.

v/c-forhold	Overdekning	
	10 mm	30 mm
0,7	5 år	45 år
0,5	15 år	135 år

Erfaringene med kystbruenes holdbarhet tilsier at initieringstiden på grunn av kloridinntrengning er i størrelsesorden 1/5 av disse tallverdiene. En enkel tommelfinger-regel sier at 10 mm reduksjon av overdekningen halverer tiden før skader starter å bli utviklet.

De gjengitte data burde vise at det er alvorlige svakheter ved de metodene som har vært vanlig praksis for montering av armering. Avvikene fra forutsatt armeringsplassering er så store at det kan være like mye snakk om **systemsvakheter** ved monteringsmetodene som unøyaktighet ved utførelsen. Problemene med overdekning er imidlertid ikke knyttet til utførelsen alene.

3 Eksisterende regelverks krav til overdekning

NS 3473 gir krav til **minimumsoverdekning**:

17.1.8 Av hensyn til korrosjonsbeskyttelse skal overdekningen ikke være mindre enn gitt i tabell 12. Disse krav gjelder også for monteringsstenger.

Tabell 12 Minste overdekning av hensyn til korrosjonsbeskyttelse

Miljøklasse	Korrosjons-ømfintlig armering	Lite korrosjons-ømfintlig armering
SA	Fastsettes særskilt	Fastsettes særskilt
MA	50 mm	40 mm
NA	35 mm	25 mm
LA	25 mm	15 mm

I tidevannssonen og i skvalpesonen i saltvann skal overdekningen ikke være mindre enn 50 mm.

NS 3420 og Prosesskode -2 gir asymmetriske toleranser for overdekningen:

06 Overdekning

Den midlere betongoverdekning skal minst være som angitt og ikke mer enn 10 mm større.

For enkeltstenger tillates overdekningen minsket med inntil 5 mm eller øket med inntil 20 mm i forhold til det som er angitt. Overdekningen skal likevel ikke under noen omstendighet være mindre enn 10 mm.

Overdekningsangivelsene i Norsk Standard har vist seg å være noe problematiske å forholde seg til, også tolkningsmessig. En tolkning er at NS 3473's minimumsoverdekning er minste overdekning den prosjekterende kan regne med, mens 5 mm mindre overdekning kan tolereres for den virkelige utførelsen. En annen tolkning er at NS 3473's minimumsoverdekning er et krav som gjelder **både** for prosjektering og utførelse, men at et begrenset antall enkeltjern kan tillates å ha overdekning inntil 5 mm mindre. Et problem med denne tolkningen er at NS 3420 ikke angir noe om hvor stor andel av enkeltjernene som kan tillates å ha mindre overdekning, eller hvor mange nabostenger som kan tillates å ha mindre overdekning. Med rette kan alle armeringsstenger betegnes som enkeltstenger.

NS 3420's krav til midlere overdekning (- 0/+ 10 mm) har egentlig ingen relevans til overdekning som holdbarhetsparameter, men til beliggenheten av armeringens tyngdepunkt av hensyn til bæreevne. Teoretisk sett kan 80 % av enkeltstengene ligge på maksimalt tillatt minus-avvik (- 5 mm), dersom de siste 20 % av stengene ligger på maksimalt tillatt pluss-avvik (+ 20 mm). Det har neppe vært intensjonen med reglene.

Vanlig prosjekteringspraksis har inntil nå vært å regne med overdekning lik den

minimumsoverdekningen som NS 3473 foreskriver. Dermed har den utførende fått et tillatt minus-avvik på 0 mm (- 5 mm for enkeltstenger). Så snevre maksimalavvik har vist seg ikke å bli oppfylt i praksis med de arbeidsmetoder som har vært benyttet. Det kan også stilles et prinsipielt spørsmål om det er mulig å oppfylle et så snevert avvik andre steder enn på papiret. Den vanlige praksisen dersom monteringsstenger ikke benyttes, har vært å benytte 40 mm armeringsstoler dersom «overdekning 40 mm» har vært angitt på tegningene. Resulterende overdekning har da i beste fall blitt i størrelsesorden 37-38 mm i gjennomsnitt, og variasjonsområdet for overdekning har blitt anslagsvis ca. 27-49 mm. Omsetningen av regelverket til praksis gjennom prosjekteringsforutsetninger og valg av monteringshjelpemidler, kan dermed også karakteriseres som **systemsvakheter**.

Dersom den utførende hadde valgt å bruke høyere armeringsstoler, slik at kravet til minimumsoverdekning ble overholdt, ville betongverrsnittets indre momentarm blitt mindre enn forutsatt, og dermed lastkapasiteten lavere enn forutsatt.

Enkelte land har bygd opp sitt begrepsapparat og regelverk for overdekning på en annen måte enn det norske. DIN 1045 opererer for eksempel med både «minimumsoverdekning» (mindestmass) og et «nominelt mål» (nennmass) som er 10 mm større, se figur 3. En tilsvarende margin Δc vil også høyst sannsynlig inngå i de nye felles europeiske standardene.

	1	2	3	4
	Umweltbedingungen	Stabdurchmesser d_s mm	Mindestmaß für $\geq B 25$ min c cm	Nennmaß für $\geq B 25$ nom c cm
3	Bauteile im Freien. Bauteile in geschlossenen Räumen mit oft auftretender, sehr hoher Luftfeuchte bei üblicher Raumtemperatur, z.B. in gewerblichen Küchen, Bädern, Wäschereien, in Feuchträumen von Hallenbädern und in Viehställen. Bauteile, die wechselder Durchfeuchtung ausgesetzt sind, z.B. durch häufige starke Tauwasserbildung oder in der Wasserwechselzone. Bauteile, die "schwachem" chemischem Angriff nach DIN 4030 ausgesetzt sind.	bis 25 28	2,5 3,0	3,5 4,0
4	Bauteile, die besonders korrosionsfördernden Einflüssen auf Stahl oder Beton ausgesetzt sind, z.B. durch häufige Einwirkung angreifender Gase oder Tausalze (Sprühnebel- oder Spritzwasserbereich) oder durch "starken" chemischen Angriff nach DIN 4030 (siehe auch Abschnitt 13.3).	bis 28	4,0	5,0

Figur 3. Utdrag fra DIN 1045, tabell 10.

4 Hovedprinsippene i de nye reglene

Diskusjonen om det er unøyaktig utførelse, upresist og urealistisk regelverk eller tolkningen av det som er den store feilen, kunne ha fortsatt i det uendelige. For en byggherre er imidlertid denne diskusjonen uinteressant, fordi det uansett er byggherren som sitter igjen med problemene som feil og sterkt varierende overdekning gir.

Fra et byggherresynspunkt er det nødvendig å gjøre tiltak for å sikre armerings-

overdekningen betydelig bedre enn tidligere. Det gjelder selv om en har inntrykk av at overdekningen blir sikret bedre nå enn før. Selv om overdekningsmålere i dag er vanlig å bruke til etterkontroll, er likevel de reelle kontrollmulighetene i praksis relativt små, i alle fall med hensyn til å finne de verste avvikene i overdekning. **Det er derfor om å gjøre å finne robuste og sikre metoder for montasje av armering, metoder som gir sikkerhet i seg selv og som det ikke er mulig å gjøre betydningsfulle feil med.**

Hovedprinsippene i systemet for sikring av overdekning etter de nye spesifikasjonene er:

- 1) Prosjekteringsreglene for bruer og NS 3473 angir krav til **minimumsoverdekning** i den ferdige konstruksjonen. Ved prosjekteringen skal det fastlegges en **valgt overdekning c_0** som er lik eller større enn denne minimumsoverdekningen.
- 2) Ved prosjektering skal det adderes til den valgte overdekningen en **margin Δc** , for å ivareta den variasjon i overdekning som alltid vil opptre etter utstøping. Forutsatt overdekning ved prosjekteringen (**prosjektert overdekning**) skal være $c = c_0 + \Delta c$.
- 3) Ved utførelse skal den konstruktive armeringen bindes med tilsiktet overdekning lik c . Tillatt avvik for armeringsplassering i den ferdige konstruksjonen skal være $\pm \Delta c$.

Dette systemet gir mulighet for samsvar mellom prosjekteringsforutsetninger og utførelse, både med og uten bruk av monteringsstenger.

Om en valgte **ikke** å bruke monteringsstenger utenfor den konstruktive armeringen, er det realistisk å regne med at overdekningen vil kunne variere med pluss/minus 10-15 mm.

Hvis en krevet minimumsoverdekning skal overholdes i praksis, må tilsiktet overdekning være i størrelsesorden 10-15 mm større enn minimumskravet.

For å sikre mot grove avvik for enkeltstenger og generell forskyvning av armeringen på grunn av støpetrykket er det i de nye spesifikasjonene angitt at **som hovedregel skal armeringen bindes med systematisk bruk av monteringsstenger**. Marginen Δc skal også velges så stor at det gir rom for bruk av monteringsstenger med tilstrekkelig stivhet. Tabell 2 viser løsninger med hensyn til armeringsstoler og monteringsstenger som er foreslått som de normale og prefererte mot forskalte flater på bru- og kaikonstruksjoner.

Tabell 2. Normale og prefererte løsninger mot forskalte flater.

	Valgt overdekning c_0 fastlagt ved prosjekteringen, mm		
	40	60	100
Margin Δc , mm	15	15	20
Prosjektert overdekning for statisk armering, mm	55	75	120
Monteringsstenger	Ø ^k 12	Ø ^k 12	Ø ^k 16
Høyde av armeringsstoler, mm	40	60	100

Bruken av Vegvesenets nye spesifikasjoner vil medføre en reell økning av overdekningen på nye konstruksjoner sammenlignet med tidligere praksis. **Denne økningen er imidlertid ikke mer enn det som er nødvendig for å oppfylle eksisterende regelverks krav i praksis.**

Å spesifisere bruk av monteringsstenger er et radikalt brudd med tidligere praksis. En nærmere begrunnelse for dette valget gis i neste avsnitt.

5 Bruk av monteringsstenger

Norsk Standard stiller samme krav til overdekning av monteringsstenger som annen armering.

Selv om monteringsstenger benyttes på flertallet av norske byggeplasser, har det hørt til sjeldenhetene at det har vært tatt hensyn til disse ved prosjekteringen. Prosesskode-2 har siden 1981 hatt forbud mot monteringsstenger i overdekningssjiktet, uten at det har hatt noen merkbar innvirkning på praksis.

Som monteringsstenger har det vært vanlig å bruke 10 mm kamstål. Hvis det har vært angitt «overdekning 40 mm» på tegningene, har det i de fleste tilfeller vært benyttet 35 mm armeringsstoler. Monteringsstengene har da fått en overdekning på anslagsvis ca. 32-38 mm, den konstruktive armeringen i heldigste fall en overdekning på ca. 42-52 mm, gjennomsnitt ca. 46 mm. Det er dermed blitt avvik **både** fra krevet minimums-overdekning og forutsatt indre momentarm, det vil si bæreevne.

Dersom jernbinderen hadde kjent til toleransekravene for armeringsplassering, ville han ha benyttet armeringsstoler med høyde minst 40 mm, og fått et enda større systematisk avvik mellom tilsiktet og prosjektet indre momentarm.

Det er både fordeler og ulemper med bruk av monteringsstenger:

Ulempene, som de prosjekterende har vektlagt sterkest, er:

- 1) Monteringsstengene kan i enkelte tilfeller virke som rissanvisere.
- 2) På grunn av større reell overdekning for den statiske armeringen vil rissviddene på betongoverflaten der det er strekkspenninger bli større.
- 3) Hvis overdekningen for monteringsstengene ikke skal bli for liten, må betongtykkelsen økes ca. tilsvarende monteringsstangens byggemål. En får derfor en liten økning i betongmengden og i egenlasten.

Fordelene med monteringsstenger er:

- 1) Armeringen sikres systematisk mot grove feil i overdekning, for eksempel om enkeltjern skulle løsne og forskyve seg under utstøpingen, eller hele den bundne armeringskurven forskyver seg pga. støpetrykket.
- 2) Variasjonen i overdekning blir mindre når det benyttes monteringsstenger.
- 3) Armeringsmontasjen kan gjøres enklere, sikrere og raskere.

Ulempene med monteringsstenger gjelder i hovedsak for meget tynne konstruksjonsdeler, for eksempel tynne dekker og prefabrikkerte elementer.

Det som har vært avgjørende for at en i de nye spesifikasjonene har valgt å angi bruk av monteringsstenger som en hovedregel, er at de sikrer mot grove avvik i overdekning. Det har blitt spesielt vektlagt å sikre armeringen mot forskyvning på grunn av støpetrykket, som er en faktor som tidligere har blitt undervurdert.

Ut fra monteringsstengenes funksjon etter de nye reglene kunne det vært riktig å gi dem et nytt navn, for eksempel sikringsstenger.

Mange praktikere har lenge ønsket å bruke stivere monteringsstenger enn Ø^k10, for å sikre armeringen bedre mot forskyvning. Det er det tatt hensyn til i spesifikasjonene.

Dersom det ikke benyttes monteringsstenger, må det forventes relativt store variasjoner i overdekning, med mindre armeringsstoler plasseres **meget tett** i forhold til det som har vært vanlig i norsk byggepraksis. Det tar også spesifikasjonene hensyn til.

På grunn av økende usikkerhet om nytteverdien av for eksempel epoxybelegg på armeringsstenger er det **valgt å spesifisere vanlige, svarte kamstålstenger som monteringsstenger.**

6 Spikring av armeringsstoler

Festing av armeringsstoler med spiker til forskalingen vil medføre svake punkter i den ferdige konstruksjonen, og bør derfor minimeres.

Det finnes imidlertid en rekke tilfeller hvor det er praktisk umulig eller i alle fall svært vanskelig å montere armeringen uten at enkelte stoler spikres fast etter norsk utførelsespraksis.

I mange tilfeller hvor spikring kan unngås, vil en likevel få en sikrere armeringsmontering ved å spikre noen stoler (unngå «korthus»). Spesifikasjonene tillater derfor festing av armeringsstoler til forskalingen med **spiker av rustfritt stål**, men stiller krav til stolenes geometriske utforming slik at også spikeren skal ha en rimelig overdekning til armeringen.

7 Spesifikasjoner for armeringsstoler

Armeringsstoler har det tidligere ikke eksistert noen spesifikasjoner for. Valg av stoler har vært opp til den utførende, og kvalitetsmessig forkastelige stoler har blitt benyttet på lik linje med gode. Ved utformingen av spesifikasjonene er det lagt vekt på at stolene skal ha tilstrekkelig god materialkvalitet og en geometrisk utforming som passer norske håndverkeres arbeidsmåte og ikke svekker den ferdige konstruksjonen. Armeringsstolene er en liten detalj som kan ha avgjørende betydning for en konstruksjons holdbarhet i praksis. Utviklingen av de nye norskproduserte armeringsstolene av betong har en meget vesentlig betydning. Med disse har vi fått et komplett sett av betongstoler, slik at alle konstruksjonsdeler kan armeres sikkert med konsekvent bruk av betongstoler. Uten de nye betongstolene ville de nye spesifikasjonene neppe vært gjennomførbare.

Plaststoler kan ha fått et dårligere renommé enn de fortjener. Det kan skyldes at enkelte

varianter vanskelig lar seg omstøpe. Likevel har en valgt å unngå plaststoler der en har størst problemer med konstruksjonenes holdbarhet, nemlig i kloridholdig miljø. På generell basis har det blitt stilt spørsmål om selve plastmaterialets langtids bestandighet står i forhold til den ønskede levetiden for bruer.

8 Bruk av spesifikasjonene

Spesifikasjonene vil i noen grad medføre omstilling og tilpasning både for leverandører, kontrollører, utførende og prosjekterende. Ved omlegging av praksis vil det alltid oppstå tvil og spørsmål om tolkning av regelverket, og om hva som er den teknisk/økonomisk beste praksisen. På et felt hvor det har vært sparsomt med regler før og hvor praksis har vært sprikende, vil det naturlig nok forekomme ulike oppfatninger. Spørsmål som det ikke har vært tenkt på under utformingen av spesifikasjonene, vil også ganske sikkert dukke opp.

En regner derfor med at spesifikasjonene benyttes i en prøveperiode, og deretter revideres og oppdateres. Revisjonstidspunktet må bestemmes ut fra hvilke problemer som eventuelt måtte oppstå ved praktiseringen. I prøveperioden må det forutsettes at spesifikasjonenes «ånd» blir lagt til grunn for tolkningen.

Et argument som sikkert vil dukke opp er at de nye spesifikasjonene vil gjøre konstruksjonene dyrere og betongmaterialet mindre konkurransedyktig. La det være sagt at betongens svakeste punkt i konkurransesammenheng i dag er usikkerheten om konstruksjonenes langtidsholdbarhet. De nye spesifikasjonene har nettopp til hensikt å fjerne en betydelig årsak til denne usikkerheten. Om en regner på kostnadsøkning pr. m² betongoverflate på grunn av de nye overdekningsreglene, finner en at økningen er ubetydelig i forhold til kvadratmeterprisen for de rehabiliteringsmetodene som benyttes i dag.

Det er lagt vekt på at anvisningene foruten å ivareta bæreevne- og holdbarhetsspørsmål, skal være realistiske og gjennomførbare ut fra de håndverksmessige arbeidsmetodene som er vanlige i Norge. Enkelte ganger kunne en ha ønsket seg annen håndverksmessig praksis enn de som virkelig gjelder. Ved utformingen av anvisningene har det vært et overordnet hensyn å ta at endringene skal være gjennomførbare i praksis, også på relativt kort sikt.

I stor grad er det de prosjekterende som sitter med nøkkelen til hvor problemfri overgangen til bruk av disse spesifikasjonene vil bli. Spesielt med hensyn til bruken av monteringsstenger vil det lette overgangen dersom de prosjekterende viser forutsatt beliggenhet av monteringsstenger på snitt-tegninger. Slike tegninger må likevel betraktes som en veiledning i det selve armeringsmonteringen alltid må være den utførendes ansvar.

En utgave av spesifikasjonene var ute på bred høring i Statens vegvesen og den norske betongbransjen sommeren 1993. Den enorme responsen og alle konstruktive kommentarene som ble gitt, tyder på at anvisningene vil representere en velkommen klargjøring og påkrevet kvalitetsheving for bransjen.

9 Referanser

- /1/ NS 3473. 3. utgave Nov. 1989. Oslo, NSF.
- /2/ NS 3420; Særtrykk Betongkonstruksjoner. Nov. 1986. Oslo, NSF.
- /3/ Prosesskode -2. Vegvesenets Håndbok 026, 2. utgave 1988. Oslo, Statens vegvesen.
- /4/ T. Ohta, K. Sakai, M. Obi and S. Omo: Deterioration in a Rehabilitated Prestressed Concrete Bridge. ACI Materials Journal, No. 4, July-August 1992.
- /5/ Ziad G. Matta: Deterioration of Concrete Structures in the Arabian Gulf. Concrete International, No. 7, July 1993.
- /6/ Dietmar Hosser und Berndt Gensel: Kriterien zur Beurteilung und Prüfung der Betondeckung von Stahlbetonbauteilen. Beton- und Stahlbetonbau, 88 (1993), Heft 4.
- /7/ M. Maage: Herdet betongbestandighet. NIF-kurs Praktisk Betongteknologi 1992.
- /8/ Technical Data; Spacers for reinforcement. CONCRETE, No. 3, May/June 1994.

Reidar Kompen og Gunnar Liestøl

Spesifikasjoner for sikring av armeringens overdekning

1 Grunnlag og forutsetninger

1.1 Bruksområde

Disse spesifikasjonene gjelder for slakkarmering i slakkarmerte og spennarmerte betongkonstruksjoner uavhengig av om konstruksjonene er utført plass-støpt eller som prefabrikkerte betongelementer.

1.2 Grunnlag, system for sikring av overdekning

Hovedprinsippene for sikring av overdekning etter disse spesifikasjonene er:

- 1) Prosjekteringsregler for bruer angir krav til **minimumsoverdekning** i den ferdige konstruksjonen. Den prosjekterende fastlegger en **valgt overdekning** c_0 som kan være lik eller større enn denne minimumsoverdekningen.
- 2) Ved prosjekteringen skal det adderes til denne valgte overdekning c_0 en **margin** Δc . **Prosjektert overdekning** blir da $c = c_0 + \Delta c$.
- 3) Ved utførelse skal den konstruktive armeringen bindes med tilsiktet overdekning c . Tillatte avvik for armeringsplassering i den ferdige konstruksjonen skal være $\pm \Delta c$.

Dette systemet er i tråd med ENV 1992-1-1. Systemet gir mulighet for samsvar mellom prosjekteringsforutsetninger og utførelse både med og uten bruk av monteringsstenger.

1.3 Konkret tillemping av systemet for sikring av overdekning

Etter disse spesifikasjonene skal armeringen som hovedregel bindes med systematisk bruk av monteringsstenger.

Den prosjekterende vil alltid ta utgangspunkt i en valgt overdekning c_0 . Overdekningen vil som hovedregel være lik den minimumsverdi som er angitt i «Prosjekteringsregler for bruer», men kan også velges større for å gi bedre bestandighet for miljøpåkjenninger og sikre god utførelse.

Marginen Δc må normalt være minst 10-15 mm for å ivareta variasjonen i overdekning. Etter spesifikasjonene nedenfor skal marginen Δc velges så stor at det gir rom for bruk av monteringsstenger med tilstrekkelig dimensjon/stivhet.

Marginen Δc bør generelt ikke reduseres i forhold til verdiene angitt nedenfor, verken for frie (uforskalte) overflater eller for forskalte flater hvor monteringsstenger sløyfes.

Monteringsstenger utenfor den konstruktive armeringen (nærmere betongoverflaten) skal være av vanlig svart kamstål, med mindre det er spesielt beskrevet korrosjonsbeskyttede monteringsstenger (for eksempel epoxybelegg eller tilsvarende).

Dimensjon av monteringsstenger og marginen Δc bør nyanseres etter valgt overdekning c_o , se tabell 1.

Tabell 1. Størrelser av margin Δc og monteringsstenger.

	Valgt overdekning c_o , mm	
	< 70	≥ 70
Margin Δc , mm	15	20
Monteringsstenger	\emptyset^*12	\emptyset^*16

Δc vil være tilnærmet lik det virkelige byggemålet for de angitte monteringsstengene.

Av hensyn til produksjon og lagerhold av armeringsstoler bør det tilstrebes en variantbegrensning ved angivelse av overdekning på tegninger. Krav til minimums-overdekning er gitt i «Prosjekteringsregler for bruer». Løsningene med hensyn til armeringsstoler og monteringsstenger i tabell 2 skal anses som **de normale og prefererte** mot forskalte flater.

Tabell 2. Normale og prefererte løsninger mot forskalte flater.

	Valgt overdekning c_o , mm		
	40	60	100
Margin Δc , mm	15	15	20
Prosjektert overdekning for konstruktiv armering c , mm (kfr. ENV 1992-1-1 «Nominal cover»)	55	75	120
Monteringsstenger	\emptyset^*12	\emptyset^*12	\emptyset^*16
Høyde av armeringsstoler, mm	40	60	100

For frie overflater (uforskalte flater hvor monteringsstenger utenfor konstruktiv armering ikke benyttes) anbefales det å benytte samme verdi for marginen Δc som mot forskalte flater.

For enkelte konstruksjonsdeler (spesielt tynne prefabrikkerte betongelementer og midtpartiet av meget lange bruspenner) kan det **som unntak** være aktuelt å forutsette en mindre verdi for Δc , som ikke tillater bruk av monteringsstenger. I så fall må det settes inn ekstra tiltak for å sikre overdekningen.

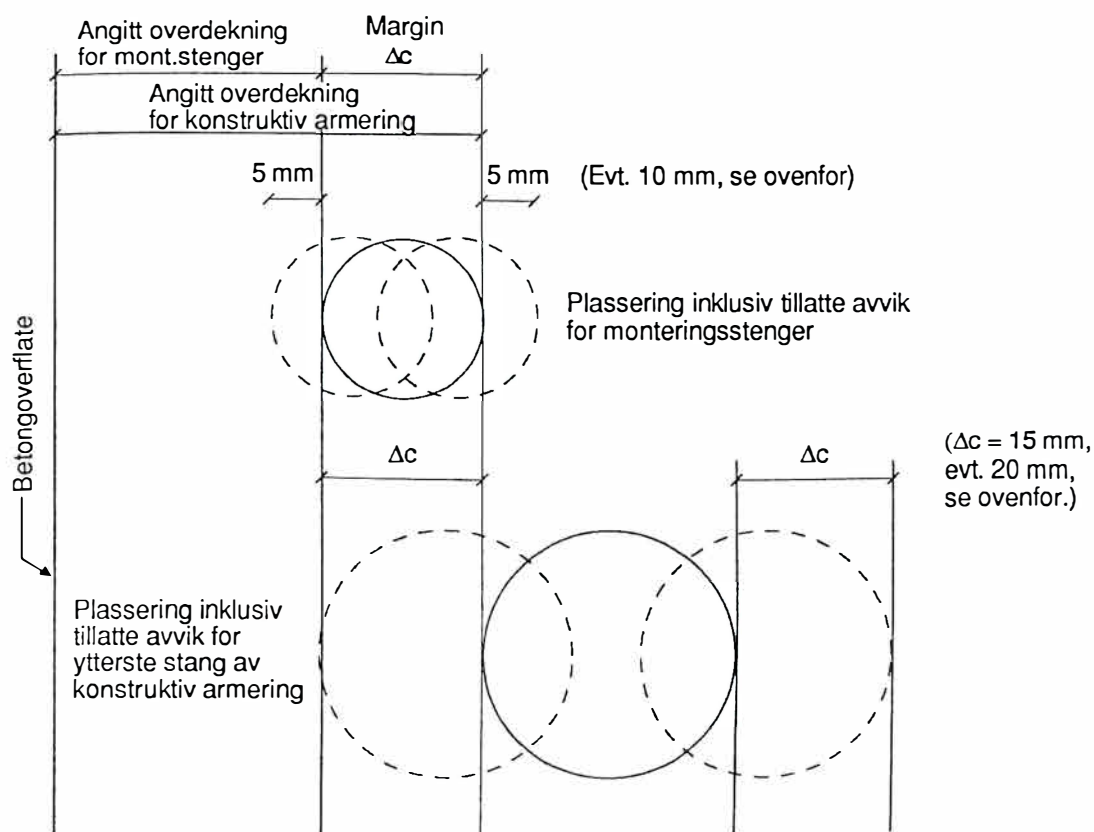
Armeringsutførelsen skal alltid være i samsvar med angivelsene på arbeidstegningene. Om den prosjekterende forutsetter større valgt overdekning enn den minimums-overdekning «Prosjekteringsregler for bruer» foreskriver, gir ikke det automatisk større tillatte avvik for armeringsplasseringen.

1.4 Toleranser og tillatte avvik

Monteringsstenger skal i den ferdige konstruksjonen ha en overdekning lik den som er angitt for monteringsstenger på tegningene, innenfor et tillatt avvik på ± 5 mm ved angitt overdekning mindre enn 70 mm, ± 10 mm ved angitt overdekning større eller lik 70 mm.

Ytterste lag av konstruktiv armering skal i den ferdige konstruksjonen ha en overdekning lik den som er angitt for konstruktiv armering, innenfor et tillatt avvik på ± 15 mm ved angitt overdekning for konstruktiv armering mindre enn 85 mm, ± 20 mm ved overdekning større eller lik 85 mm. Samme tillatte avvik i forhold til forutsatt plassering gjelder for armering på tvers av og innenfor ytterste armeringslag.

Ved armering bestående av parallelle stenger i flere lag gjelder ovenstående tillatte avvik for ytterste armeringslag. For de neste lag gjelder dessuten at av hensyn til bæreevne skal den konstruktive armerings tyngdepunkt ha beliggenhet som forutsatt. Den samlede armerings tyngdepunkt (ytterste lag pluss øvrige lag) skal ikke være forskjøvet innover fra betongoverflaten med mer enn 5 % av betongens tverrsnittsmål oppad begrenset til 30 mm.



Figur 1. Forutsatt plassering av armering, med tillatte avvik for det spesialtilfellet at marginen Δc er lik monteringsstangens byggemål (se prefererte løsninger, tabell 2).

De angitte toleransene inkluderer virkningen av alle mulige delavvik som kan opptre. Hvis det ved kontroll på den ferdige konstruksjonen viser seg at armeringen eller deler av den har plassering utenfor de angitte toleranser, er det å betrakte som avvik fra spesifiserte krav.

1.5 Angivelse på tegninger

På arbeidstegninger skal det være angitt detaljert hvilke forutsetninger som gjelder for utførelsen. Det skal være angitt:

- overdekning for konstruktiv armering
- om det skal benyttes monteringsstenger, og i så tilfelle hvilken type (eventuell korrosjonsbeskyttelse av overflaten angis spesielt)
- hvilken overdekning monteringsstengene skal ha
- toleranser for monteringsstenger og for konstruktiv armering.

Eksempel

Overdekning: 40 mm til Ø^k12 monteringsstenger
 55 mm til konstruktiv armering
 Tillatte avvik: ± 5 mm for monteringsstenger
 ± 15 mm for konstruktiv armering.

1.6 Byggemål for kamstål

På grunn av kammene har kamstål større byggemål enn den nominelle diameteren. Det må det tas hensyn til ved armeringsutformingen. Virkelig byggemål avhenger av hvordan stengene ligger, om kammer ligger an mot kammer og så videre. Det har innvirkning blant annet på hvilke avvik fra angitt plassering armeringen blir bundet med. For beregning av åpninger og avstander mellom armeringsstenger og så videre bør det regnes med at byggemålet for kamstål er som gitt i tabell 3.

Tabell 3. Byggemål for kamstenger.

	Kamstål dimensjon						
	Ø ^k 8	Ø ^k 10	Ø ^k 12	Ø ^k 16	Ø ^k 20	Ø ^k 25	Ø ^k 32
Byggemål, mm	10	12	15	20	25	30	40

1.7 Definisjoner

Armeringsshiv : En bunke av armeringsjern som løftes i én operasjon fra lagerplass til montasjested for montering.

Armeringsstol : Prefabrikkert enhet som sikrer at armeringen monteres med riktig overdekning og beholder denne under utførelse av støping og i den ferdige konstruksjonen. (Bemerk engelsk navn: *spacer*.)

Avstandsholder : Prefabrikkert enhet som sikrer riktig avstand mellom armeringslag ved montering, og som sikrer avstanden mellom armeringslagene under utførelse av støping og i den ferdige konstruksjonen. (Bemerk engelsk navn: *chair*.)

- Avvik : Forskjellen mellom den virkelige størrelsen (målt overdekning) og den man søker å oppnå (prosjektert overdekning).
- Bindtråd : Tråd som brukes til å binde/feste armeringsstenger til hverandre og til armeringsstoler/avstandsholdere.
- Hest : Vanlig brukt navn på avstandsholder mellom uk. og ok. armering i dekker. Spesielt bøyd/tildannet kamstål med anleggslengde for monteringsstang eller ok. nettet, og bein som hviler på uk. nettet.
- Konstruktiv armering : Slakkarmering inklusive bøyer som er bestemt ved prosjektering/dimensjonering av konstruksjonen.
- Linjeholder : Armeringsstol med stor utstrekning i én retning, slik at den kan understøtte flere armeringsstenger (slange, ål, banan, boomerang).
- Lukke-side : Den forskalingssiden som utføres sist, etter at armeringen er bundet ferdig.
- Margin Δc : Det tillegget den prosjekterende adderer til den valgte overdekningen for å ivareta den variasjon i overdekning som vil opptre i den ferdige konstruksjonen.
- Minimumsoverdekning : Den minste tillatte avstanden mellom betongens overflate og overflaten av armeringen, herunder også monteringsstenger.
- Krav til minimumsoverdekning er angitt i «Prosjekteringsregler for bruer».
- Monteringsstenger : Ekstra armeringsstenger som brukes av den utførende som hjelpemiddel til å plassere og holde den konstruktive armeringen på plass under montasje og under utstøping av konstruksjonen.
- Nest : Biter av bindtråd som er klippet av og er avfall fra binding av armeringen.
- Nål : Vanlig brukt navn på armeringsstang som brukes som avstandsholder mellom parallelle stenger i flere lag.
- Oppsett-side : Den forskalingssiden som utføres først og som armeringen monteres i forhold til.
- Overdekning : Det begrepet som benyttes for å betegne avstand mellom betongens overflate og overflaten av en armeringsstang.
- Overdekning regnes fra avrettet betongoverflate eller fra forskalingsoverflate til overflaten av armeringsstangen, uten hensyntagen til overflateporer.

- Overdekningen kan variere langs en stang, og være forskjellig fra stang til stang.
- Prosjektert overdekning c : Den overdekningen som den prosjekterende har lagt til grunn for det ytterste jern av den konstruktive armeringen ved prosjektering/dimensjonering av konstruksjonen.
- Denne overdekning skal også være angitt på armerings-tegninger og skal gjelde som tilsiktet midlere overdekning for ytterste jern av den konstruktive armeringen ved utførelse av armeringsarbeidene.
- $$c = c_o + \Delta c.$$
- (Bemerk engelsk navn: *Nominal cover.*)
- Tillatt avvik : For armeringsoverdekning: Det maksimale overdekningen tillates å variere i forhold til prosjektert overdekning. Tillatte avvik oppgis som $\pm x$ eller $+ x/- y$. Toleransen er summen av absoluttverdiene av det positive og det negative tillatte avvik.
- Tillatt minus-avvik : For armeringsoverdekning: Det maksimale overdekningen tillates redusert med i i forhold til prosjektert overdekning.
- Tillatt pluss-avvik : For armeringsoverdekning: Det maksimale overdekningen tillates økt med i i forhold til prosjektert overdekning.
- Toleranse : *Generelt:* Det området en mengde, et mål, et areal eller lignende skal ligge innenfor. En toleranse har ikke noe fortegn.
- For overdekning:* Det området overdekningen tillates variert innenfor i den ferdige konstruksjonen.
- Toleranse gjelder for utførelsen og skal angis av den prosjekterende enten direkte som tillatte avvik eller ved referanse til et standard beskrivelsesdokument.
- Valgt overdekning, c_o : Den overdekningen den prosjekterende har fastlagt som minste tillatte verdi i den ferdige konstruksjonen.
- Den prosjekterende kan fastlegge en valgt overdekning som er større eller lik de minimumsverdier som «Prosjekteringsregler for bruer» angir.

2 Armeringsstoler og avstandsholdere

2.1 Armeringsstoler

2.1.1 Generelt

Spesifikasjonene under dette punktet gjelder uavhengig av hvilket materiale armeringsstolene er laget av.

2.1.1.1 Materiale

Materialet i armeringsstoler skal være ikke-metallisk og ikke-korroderende.

2.1.1.2 Geometrisk utforming

Armeringsstolen skal ha slik geometrisk utforming at:

- den kan omstøpes uten hulrom av betydning
- den ikke kan falle ut av den ferdige konstruksjonen selv om den fullstendig skulle mangle den forutsatte heft til omgivende betong
- den synlige delen på betongoverflaten blir minst mulig
- festemidler som for eksempel spiker blir fullstendig omstøpt ved betongoverflaten.

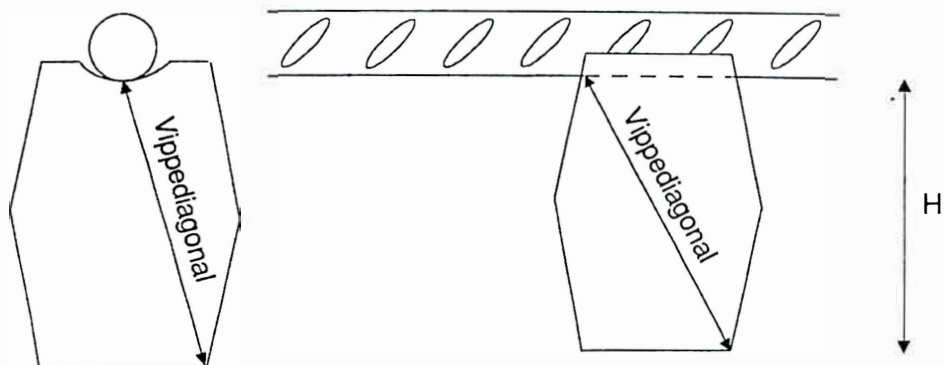
Armeringsstoler skal ha sadel eller klips for anlegg av armeringsstang eller ha så stor utstrekning tvers på armeringsstangen at stangen ikke kan vippe eller rulle ned av armeringsstolen (se avsnitt 2.1.1.6).

Armeringsstoler skal ikke ha hull som kan benyttes for spikring i det området hvor armeringsstangen skal legges.

Armeringsstoler skal ha en slik anleggsflate mot forskaling og armering at den ved belastning ikke kan velte eller vippe. Armeringsstolens «vippediagonaler» skal være minst lik armeringsstolens høyde pluss 5 mm, se figur 2.

2.1.1.3 Dimensjonsnøyaktighet

Tillatt høydeavvik er ± 2 mm for armeringsstoler med nominell høyde mindre enn 70 mm og ± 4 mm for armeringsstoler med nominell høyde 70 mm eller mer. Armeringsstolens høyde måles som avstand mellom et plant underlag til en linjal som spenner mellom to like stoler med 150 mm avstand, og som ligger an mot stolens sadel, eller i bunnen av stolens klips.



Figur 2. "Vippediagonal" for armeringsstoler.

2.1.1.4 Styrke og stivhet

Armeringsstoler skal ha slik styrke og stivhet at de tåler:

- vekten av armering, støpemanskap og støpetrykk uten brudd eller større egen-deformasjon enn 1 mm
- vekten av armering ved aktuell varmebelastning uten større deformasjon enn 2 mm, dersom utførelsesforholdene er slike at varmebelastning kan bli aktuell.

Varmebelastning kan for eksempel være:

- steaming for fjerning av snø/is
- kombinasjon meget varmt vær og solbestråling.

Armeringsstolens styrke (bruddlast eller last ved 1,0 mm deformasjon) skal oppgis av leverandøren dersom den er lavere enn 6 kN. Ved stikkprøvekontroll skal den målte styrken for armeringsstolen ikke være mindre enn 6 kN, alternativt ikke avvike fra det oppgitte med mer enn 25 %. Armeringsstolers styrke måles som beskrevet i avsnitt 2.1.4.2.

2.1.1.5 Monteringshjelpemiddel

Armeringsstoler skal kunne festes solid til armeringen med for eksempel innstøpt bindtråd eller klips, eller med bindtråd gjennom hull i stolen. Innstøpt bindtråd og klips skal ha tilstrekkelig styrke til å sikre forbindelsen armeringsstol/armeringsstang.

Armeringsstoler som skal benyttes ved armeringsmontasje på skrå flater eller oppsett-sida på vertikale flater (for eksempel vegger og bjelker), skal kunne festes stivt til forskalingen, for eksempel ved spikring. Armeringsstoler som bare skal fungere som understøttelse av armering eller monteringsstang, trenger ikke ha festeanordning til forskalingen men må kunne bindes til armeringen.

Spiker som blir innstøpt i overdekningen skal være av rustfritt stål. Det gjelder også spiker for feste av for eksempel innstøpningsgods til forskalingen. Utstikkende spiker etter riving av forskalingen skal som hovedregel kappes av jevnt med betongoverflaten.

Avstanden mellom spiker for montering av armeringsstolen og armeringsjern skal ikke være mindre enn 50 % av høyden på armeringsstolen. Spikerhull skal være vinkelrett på forskalingsoverflaten.

Overdekning for bindtråd og metallklips for festing av armeringsstolen til armeringen skal ikke være mindre enn 50 % av høyden av armeringsstolen.

2.1.2 Armeringsstoler av plast

Armeringsstoler av plast kan benyttes for bygningsdeler i Miljøklasse NA og MA uten kloridbelastning, men ikke Miljøklasse SA og MA med kloridbelastning.

Kloridbelastede flater er betongoverflater som er permanent eksponert for marint miljø, og flater på konstruksjoner på veger som saltes, og som utsettes for sprut, saltholdig dremsvann eller salt-tåke fra kjørebanelen.

2.1.3 Armeringsstoler av mørtel/betong

2.1.3.1 Massesammensetning

Betong og mørtel for armeringsstoler skal ha:

- maksimal kornstørrelse D_{maks} høyst lik 1/4 av høyden av armeringsstolen
- masseforhold $m = v/(c + 2 \cdot s)$ høyst 0,40
- innhold av silikastøv (s) 5-10 masseprosent av portlandsement mengden.

Portlandsement og silikastøv skal oppfylle henholdsvis NS 3098 og NS 3045.

Betongens/mørtelens delmaterialer skal tilfredsstillende NS 3420's krav og skal ikke inneholde tilsetningsstoffer utover godkjente plastiserende og luftinnførende betong-tilsetningsstoffer.

Armeringsstoler av mørtel/betong kan være utstøpt og komprimert ved vibrering eller ekstrudering. Massen kan inneholde fiber av ikke-korrosivt materiale.

Armeringsstoler skal ikke ha fet/glatt overflate for eksempel fra slippmidler brukt i produksjonen, og skal heller ikke være tettet ved for eksempel overflateimpregnering eller hydrofoberende tilsetningsstoffer.

Armeringsstoler skal ha minimum 7 døgn fuktig herding ved minimum 15 °C før levering.

2.1.3.2 Egenskaper til herdnet mørtel/betong

Mørtelens/betongens vannoppsug målt direkte på armeringsstoler skal være maksimalt:

- 5,0 % etter 30 minutter
- 8,5 % etter 24 timer.

Vannoppsuget måles som beskrevet i avsnitt 2.1.4.1.

2.1.4 Prøving av armeringsstoler

Kvaliteten av armeringsstoler forutsettes dokumentert av produsent som en del av et kvalitetsikringssystem. I tillegg kan vannoppsug og styrke av armeringsstoler kontrolleres stikkprøvemessig på leverte produkter.

2.1.4.1 Prøving av vannoppsug

Linjeholdere kappes i ca. 100 mm lange biter før prøving. For armeringsstoler med innstøpt bindtråd eller metallklips, klippes utstikkende metalldeleer bort før prøving.

Prøving utføres på 3 like armeringsstoler fra samme leveranse. Armeringsstolene tørkes i 48 timer i ventilert tørkeskap ved 105 ± 5 °C. Etter tørking skal prøvestykkene veies enkeltvis på vekt med feil mindre enn 2 gram.

Prøvestykkene avkjøles så i 24 timer ved 20 ± 2 °C før de legges i vann med 20 ± 2 °C. Etter 30 minutter i vann tas prøvestykkene opp. Fritt vann på overflaten tørkes bort med en klut, og prøvestykkene veies enkeltvis. Deretter legges prøvestykkene tilbake i vann. Etter totalt 24 timer i vann, gjentas veiingen av overflatetørre prøvestykker.

Vannoppsuget regnes ut i prosent av tørr masse for hvert prøvestykke, og som middelerdi for alle 3 prøvestykkene. Middelerdien skal tilfredsstille kravene (både for 30 minutter og 24 timer) i 2.1.3.2.

2.1.4.2 Prøving av styrke

For armeringsstoler av vannsugende materiale måles styrken i løpet av 30 minutter etter at vannoppsugingstesten (avsnitt 2.1.4.1) er fullført.

Armeringsstoler plasseres sentrisk i trykkpressa. Et glattstål Ø16 mm legges oppå armeringsstolen, i sadelen eller i klipset. Rundtstålet skal korrespondere med den ene senteraksen for pressa. Ved prøving av armeringsstoler av sprø materialer plasseres armeringsstolen på et kompressibelt mellomlegg, for eksempel en 12 mm trefiberplate.

Lasten påføres med en hastighet av 20 ± 10 kN/min opp til brudd. For duktile materialer registreres sammenhørende verdier av last og deformasjon. Armeringsstolens styrke målt som bruddlast (sprø materialer) eller last ved 1,0 mm deformasjon (duktile materialer) oppgis for hvert enkelt prøvestykke og som middelerdi.

2.2 Avstandsholdere

2.2.1 Geometrisk utforming

Avstandsholdere skal ha anlegg mot armeringen på begge sider, ikke mot forskalingen. Avstandsholdere kan for eksempel være av bøyde stenger («hester») eller av prefabrikkerte, sveiste enheter av stål. Utformingen skal være slik at avstandsholderne oppfyller de krav til overdekning som gjelder for konstruktiv armering.

2.2.2 Styrke og stivhet

Avstandsholdere skal ha slik styrke og stivhet at de kan bære vekten av armering, støpemanskap og støpetrykk uten deformasjon som medfører at de tillatte avvik for armeringsplassering overskrides.

3 Binding av armering

3.1 Krav til ferdig bundet armering

Armeringen skal monteres som angitt på arbeidstegningene, og med slik nøyaktighet at armeringen i den ferdige konstruksjonen får den plassering som er angitt på tegningene innenfor de oppgitte toleranser.

Som **hovedregel** skal det på tegningene være forutsatt armeringsmontasje med systematisk bruk av monteringsstenger. Det gjelder for alle typer konstruksjonsdeler, både plasstøpte og prefabrikkerte, mot horisontale, skrå og vertikale flater. Dersom det ikke er angitt bruk av monteringsstenger på tegningene, skal armeringen bindes med angitt overdekning **uten** bruk av monteringsstenger utenfor den konstruktive armeringen.

De oppgitte toleranser inkluderer virkningen av alle mulige delavvik, deriblant også høydeavvik for armeringsstoler, inntrykking av disse i underlaget, formavvik for armeringsstenger og så videre. Før utstøping skal armeringens avvik fra riktig plassering ikke være større enn at det fins margin for de forskyvninger og deformasjoner som måtte opptre under utstøpning. Dersom kontroll av overdekning under armeringsutførelsen eller før utstøpning viser at denne marginen er utilstrekkelig, skal avvikene korrigeres før utstøping starter.

Det er den utførendes ansvar at den endelige fordelingen og plasseringen av monteringsstenger, armeringsstoler, avstandsholdere og sammenbindingspunkter og så videre er slik at toleransene for armeringsplassering i den ferdige konstruksjonen blir overholdt. Reglene angitt i det etterfølgende er derfor å betrakte som minimumskrav.

Ved enkelte spesielle armeringsarbeider, for eksempel utstøpte stålrørspeler og visse betongelementer, kan ulike motstridende hensyn tilsi at reglene bør fravikes. I slike tilfeller skal utførelsesdetaljene avtales mellom byggherre og utførende.

3.2 Armeringsarbeid generelt

Armeringsstål skal lagres slik at det ikke blir forurenset eller skadet, for eksempel av oljeprodukter, leirbelegg, rust eller mekaniske påkjenninger.

Dersom armeringsstål skal lagres mer enn 4 uker i marint klima, skal det lagres tørt og være beskyttet mot forurensning av klorider.

Armeringsstoler og avstandsholdere skal tilfredsstillende spesifikasjonene i kapittel 2 og ha slik styrke og stivhet (se avsnitt 2.1.1.4) at de kan bære armeringen og øvrige laster med tilstrekkelig sikkerhet, og ha slik anleggsflate mot underlaget at inntrykningen i underlaget ikke overstiger 1,0 mm.

Hiv av armering skal legges midlertidig på labanker, ikke direkte mot forskalingen for å unngå belegg av forskalingsolje og unngå skader på forskalings huden.

Merkelapper på armeringen skal fjernes før støp.

3.3 Bindtråd

Det benyttes normalt glødet ståltråd ved binding av armering og monteringsstenger. Plastbelagt tråd benyttes **bare** når all armering er plastbelagt. Andre bindemidler skal forelegges byggherren for godkjenning før de eventuelt benyttes.

Ender av bindtråd utover vanlig utstikk på 5-10 mm skal bøyes inn i betongtverrsnittet, og ikke stikke ut i overdeknings-sjiktet.

Dersom armeringen bindes i kryssningspunktene med plastklips, skal det likevel bindes med vanlig bindtråd så tett at det overalt sikres god elektrisk ledningsevne mellom armeringsstengene.

3.4 Monteringsstenger

Monteringsstenger skal være av vanlig svart kamstål med mindre det spesielt er angitt at de skal være av ikke-korrosivt materiale eller ha korrosjonsbeskyttelse. Monteringsstengene skal ha tilstrekkelig styrke og stivhet til å bære armeringen mellom armeringsstolene. Prefererte dimensjoner for monteringsstenger er angitt i avsnitt 1.3.

Dersom det er beskrevet at monteringsstengene skal ha korrosjonsbeskyttelse, kan kamstålstenger som er epoxybelagt eller beskyttet med galvanisering og PVC-belegg benyttes. Epoxybelagt kamstål skal være i samsvar med NS 3574. Monteringsstenger som legges **innenfor** den konstruktive armeringen (med større overdekning enn den konstruktive armeringen), kan likevel være av vanlig svart kamstål.

Monteringsstenger som er epoxybelagte eller beskyttet med galvanisering og PVC-belegg skal transporteres og håndteres med forsiktighet slik at minst mulig skade oppstår på belegget før montasje. Omfanget av skader på belegget ved montasje av monteringsstenger skal være innenfor de grenseverdier NS 3574 angir. Skader som måtte oppstå på belegget under armeringsmontasjen og som vender fra forskalingen, trenger normalt ikke

utbedres. Kappede ender av epoxybelagte eller galvanisert og PVC-belagte monteringsstenger trenger ikke flikkes med mindre det er spesifisert.

3.5 Montering av armering

Armeringen skal understøttes, bindes og festes slik at den blir liggende fast og stabilt med riktig overdekning, og ikke kan forskyves på grunn av lasten fra egenvekt, støpemanskap, støpeutstyr og støpetrykk, eller på grunn av deformasjoner i forskaling og reis.

Ved plassering av monteringsstenger samt valg av antall og type av armeringsstoler skal det tas hensyn til den totale vekten av armering som skal understøttes og til mulige midlertidige laster, for eksempel armeringshiv.

Alle armeringsjern, både rette og bøyde, skal bindes **ved begge ender** for å unngå grove avvik.

Armeringen bindes dessuten i kryssningspunktene så tett at den ligger stabilt i alle retninger, at støpetrykket blir fordelt på flere stenger, og at bindingen ikke løsner under utstøping.

Armeringen skal **ikke** bindes til forskalingsstag eller andre gjennomføringer. Dersom armeringstettheten gir mulighet for det, bør armeringen monteres med minst like stor overdekning mot forskalingsstagene som mot forskalingen.

3.5.1 Montering av armering med bruk av monteringsstenger

Avstanden mellom monteringsstenger og mellom avstandsholdere må sees i sammenheng, og bestemmes av det understøttede armeringslaget som består av stenger med minst dimensjon.

Mot horisontale flater skal monteringsstenger legges med innbyrdes avstand maksimalt 75 ganger diameteren av armeringen som understøttes, se tabell 4. Mot vertikale flater skal monteringsstenger plasseres med innbyrdes avstand maksimalt 100 ganger diameteren av armeringen som understøttes. For konstruksjonsdeler med store strekkspenninger bør monteringsstengene fortrinnsvis legges i 45° med hovedstrekkretningen for å redusere monteringsstengenes virkning som rissanvisere.

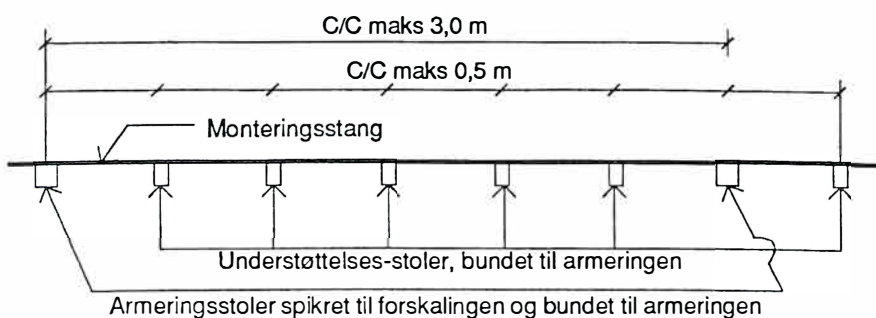
Monteringsstenger skal alltid plasseres ved endene av armeringsjern, maksimalt 20 ganger diameteren fra enden av jernene. Monteringsstenger plasseres minimum 150 mm innenfor dryppneser.

Tabell 4. Regler for plassering av monteringsstenger.

Konstruktiv armering i understøttet lag	Maksimale avstander		
	Innbyrdes mellom monteringsstenger		Fra ende av jern
	uk. dekker	vegger	
	75 Ø	100 Ø	20 Ø
Ø ^k 12	0,9 m	1,2 m	0,24 m
Ø ^k 16	1,2 m	1,6 m	0,32 m
Ø ^k 20	1,5 m	2,0 m	0,40 m
Ø ^k 25	1,9 m	2,5 m	0,50 m
Ø ^k 32	2,4 m	3,2 m	0,64 m

På vertikale og skrå overflater skal armeringsstoler for monteringsstenger festes solid til forskalingen, for eksempel ved spikring (se avsnitt 2.1.1.5). Avstanden mellom spikrede armeringsstoler skal være maksimum 3,0 m. Mellom fastspikrede armeringsstoler skal monteringsstengene understøttes med armeringsstoler bundet til monteringsstengene.

Avstanden mellom understøttelsene tilpasses monteringsstangdimensjonen og belastningen slik at brudd eller deformasjoner utover angitt toleranse unngås, men skal ikke overstige 0,5 m for dekker eller 1,0 m for vegger.

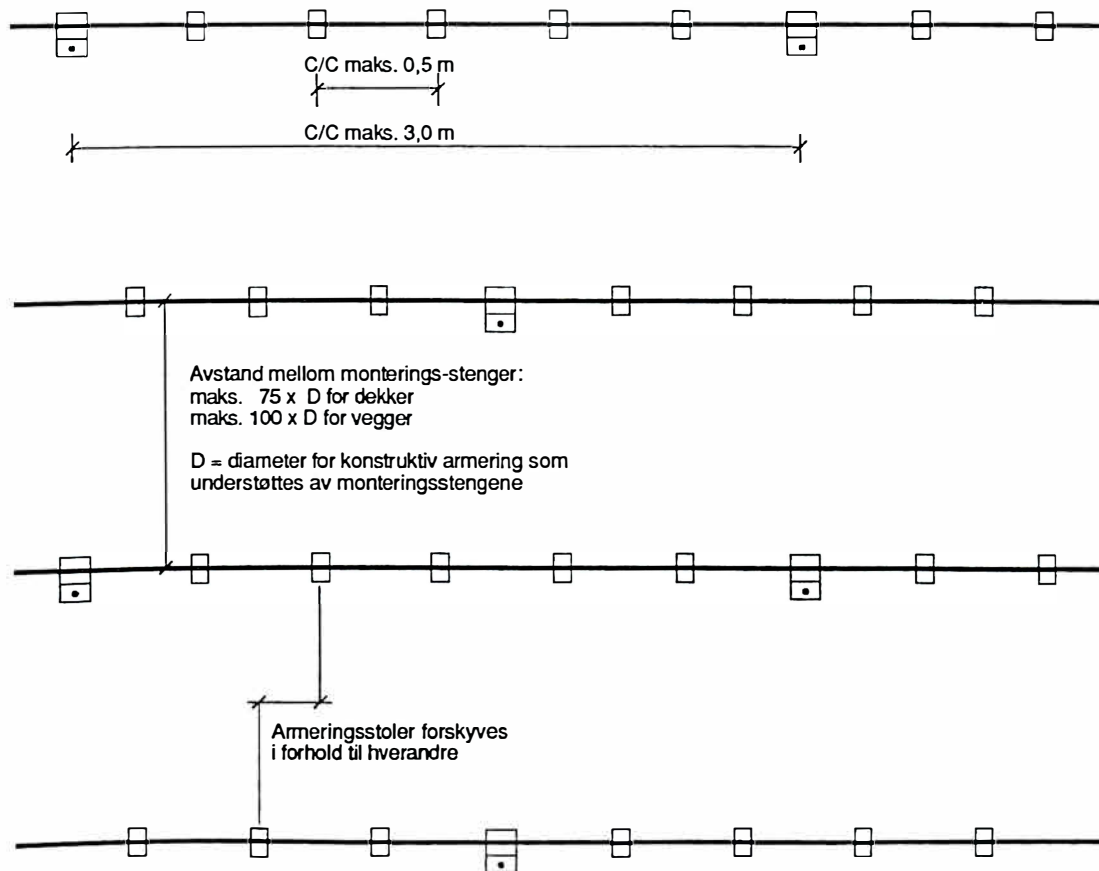


Figur 3. Understøttelse av monteringsstenger med armeringsstoler.

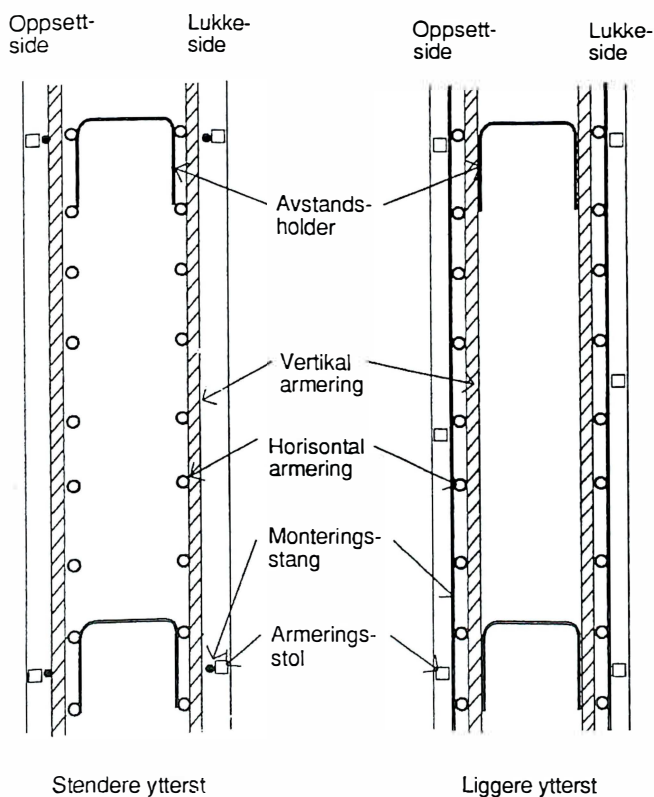
Såvel spikrede armeringsstoler som understøttelsesstoler skal plasseres forskjøvet fra stang til stang, som vist i figur 4.

Spikrede armeringsstoler kan også benyttes mot horisontal forskaling.

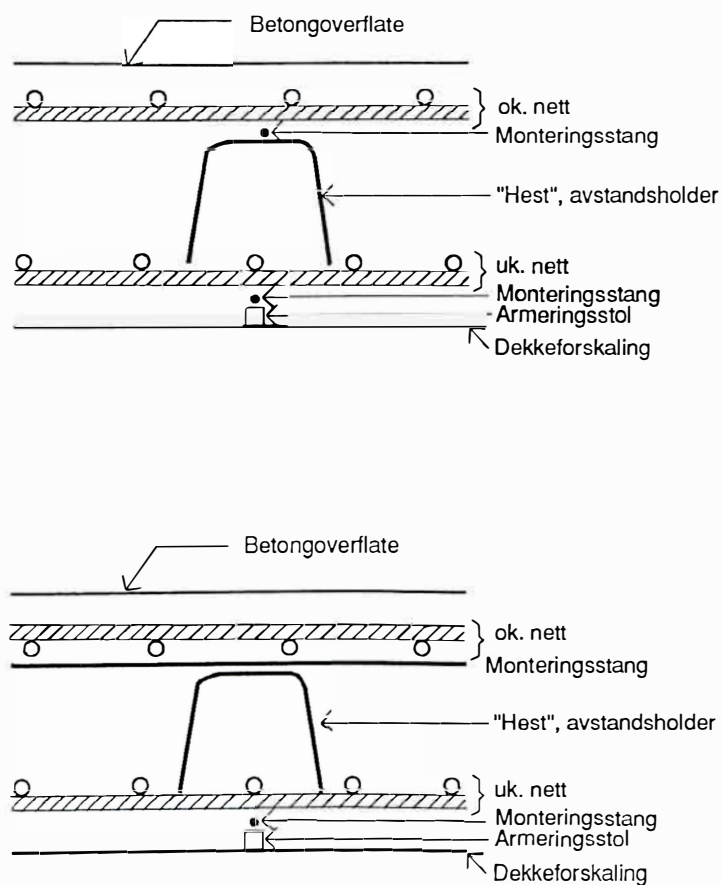
Armeringen legges ut på og bindes til monteringsstengene. System av armeringsstoler og monteringsstenger er vist i figur 4. Eksempler på plassering av monteringsstenger er vist i figur 5 (vegger), figur 6 (dekker) og figur 7 (brutverrsnitt).



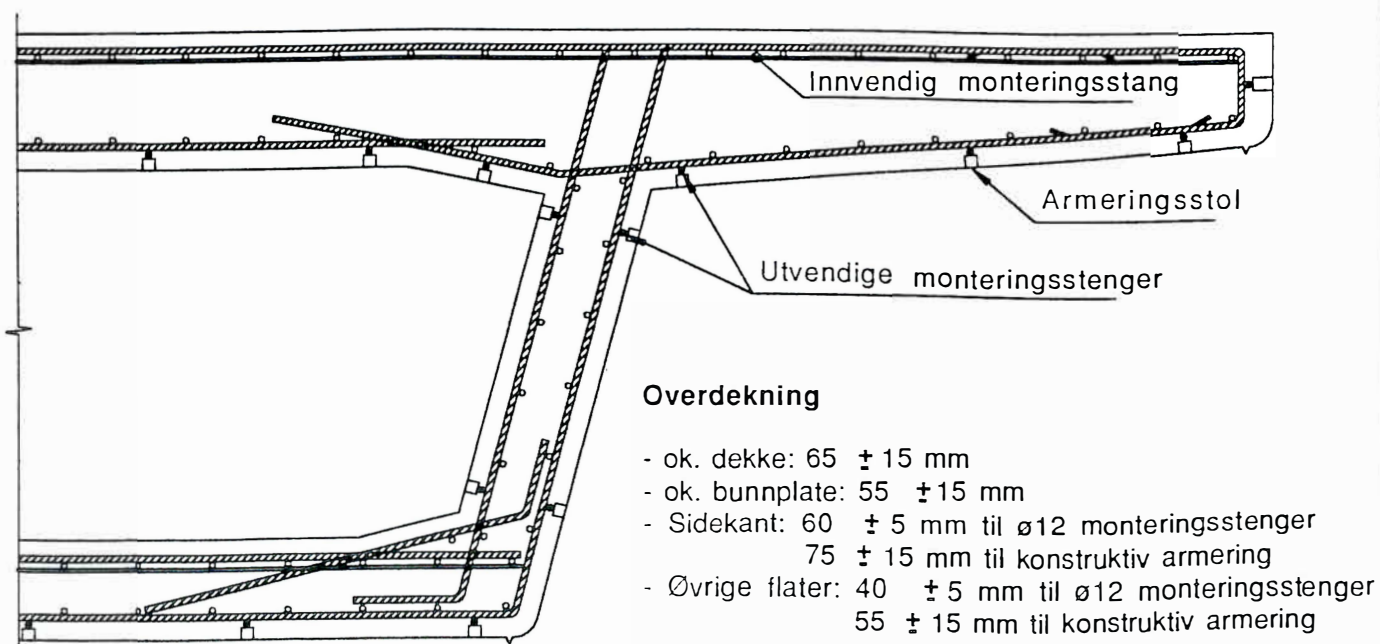
Figur 4. System av armeringsstoler og monteringsstenger.



Figur 5. Armeringsmontasje i vegger (vertikalsnitt).



Figur 6. Armeringsmontasje i dekker.



Figur 7. Armeringsmontasje med plassering av armeringsstoler/monteringsstenger og nyansering av overdekningskrav for et brutversnitt.

3.5.2 Montering av armering uten bruk av monteringsstenger

Dersom monteringsstenger ikke benyttes, må det benyttes armeringsstoler på hver eneste stang i det ytterste armeringslaget til sikring av overdekning.

Det skal benyttes:

- minst én armeringsstol pr. 1,0 m understøttet stang
- armeringsstolene skal plasseres forskjøvet fra stang til stang
- minst annethvert kryss av armeringsstenger skal være bundet.

3.5.3 Montering av armering med «linjeholdere»

Alternativt til monteringsstenger og punktvis armeringsstoler kan det for uk armering i dekker benyttes «linjeholdere». «Linjeholdere» skal forskyves minimum 150 mm i hver skjøt. «Linjeholdere» skal ikke legges over skjøter i forskalings huden.

Innbyrdes avstand mellom senterlinje av «linjeholdere» skal ikke være større enn angitt for monteringsstenger.

Dersom «linjeholdere» skal understøtte armering av større dimensjon enn Ø^k16, skal lengden av hver «linjeholder» ikke overstige 500 mm.

3.5.4 Montering med bruk av avstandsholdere

Ingen del av avstandsholdere skal ha mindre overdekning enn angitt for konstruktiv armering. Det gjelder også for «nåler».

Avstandsholdere mellom armeringslag skal plasseres rett over armeringsstoler/ monteringsstenger for armeringslaget nærmest forskalingen.

Kontinuerlige avstandsholdere skal plasseres med samme senteravstand som monteringsstengene og med senterlinje rett over disse. «Hester» (på dekker) og avstandsbøyler (i vegger) plasseres med senteravstand maksimalt 1,0 m langs med og ut for hver monteringsstang.

Dersom avstandsholdere ikke er kontinuerlige (for eksempel sveiste enheter) men punktvis (for eksempel «hester» av kamstål), plasseres monteringsstenger av vanlig kamstål på avstandsholderne. Neste armeringslag legges ut på og bindes til monteringsstengene.

3.6 Skjøtejern

Utstikkende skjøtejern skal sikres med hensyn til overdekning og retning med egnet avstøtting, midlertidige monteringsstenger av grov dimensjon eller lignende.

3.7 Sikring på lukkesida av forskalingen

Før forskalingen på lukkesida monteres (vegger, bjelker og så videre), skal det monteres armeringsstoler på armeringen nærmest lukkesida. Armeringsstolene skal stå rett utenfor avstandsholderne, og ha avstand lik den innbyrdes avstanden mellom avstandsholderne i den ene retningen, og maksimalt 1,0 m i den andre retningen.

Armeringsstoler på lukkesida skal være så stive og stabile at de ikke velter eller deformeres mer enn tillatt når forskalingen monteres og forskalingsstag strammes til (se avsnitt 2.1.1.2 og 2.1.1.4).

Dersom armeringen på oppsettsida er bundet med bruk av monteringsstenger, skal det også på lukkesida benyttes tilsvarende monteringsstenger utenfor konstruktiv armering. Monteringsstengene på lukkesida skal gis tilsvarende plassering som på oppsettsida. Armeringsstolene på lukkesida skal ha høyde lik den overdekning som er angitt for monteringsstenger og ha anlegg mot monteringsstengene.

Alternativt kan armeringsstoler og monteringsstenger festes på lukkeforskalingen før den monteres.

Dersom armeringen på oppsett-sida er montert uten monteringsstenger, benyttes det heller ikke monteringsstenger utenfor konstruktiv armering på lukkesida. Armeringsstolene skal da ha høyde lik den overdekningen som er angitt for konstruktiv armering.

Før lukking starter, sjekkes armeringsplassering og binding ved å sikte langs armeringen og fra toppen ned i vegger og bjelker. Svanker i armeringen rettes opp, løse jern bindes fast, utstikkende enkeltjern og jernender korrigeres.

Det aksepteres ikke å gå ut fra at deformasjoner i forskalingen under utstøping vil resultere i tilstrekkelig overdekning.

3.8 Rengjøring av form og armering

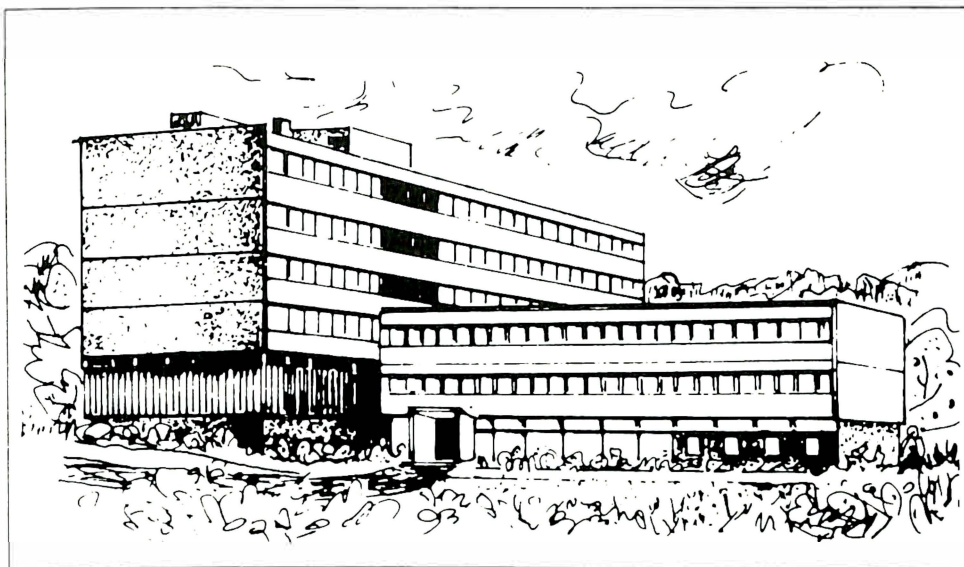
Nest (avklippede bindtråd-ender), løse spiker, sagflis, trebiter og andre fremmedelementer skal fjernes fra forskalingen og støpeskjøter før støp.

Armering som har blitt utsatt for sjøsprøyt (saltvann) før, under eller etter montasje, skal spyles med ferskvann, steames eller rengjøres på annen godkjent måte før den innstøpes.

Publikasjoner fra Veglaboratoriet

27. T. THURMANN-MOE. Hulrom i asfaltdekker (Void contents of bituminous surfaces). 9 p. 1966.
28. K. FLAATE. Factors influencing the Results of Vane Tests. 9 p. 1966.
29. K. FLAATE. Field Vane Tests with Delayed Shear. 17 p. 1966.
30. A. GRØNHAUG. Grus-separasjon i USA (Gravel aggregates benification in USA). 8 p. 1967. Utsolgt (out of print, copies available).
31. A. GRØNHAUG. Evaluation and Influence of Aggregate Particle Shape and Form. 20 p. 1967.
32. T. THURMANN-MOE, R. WOLD. Praktiske forsøk med noen forskjellige vinterlappemasser og litt om reparasjon av asfaltdekker (Evaluation of bituminous patching materials for winter maintenance). 7 p. 1967.
33. R. E. OLSEN, K. FLAATE. Pile-Driving Formulas for Friction Piles in Sand. 18 p. 1968.
34. H. BRUDAL. Vegforskning i Norge (Road Research in Norway). 30 p. 1968.
35. A. SKOGSEID. Telesikring ved isoleringsmaterialer (Prevention of frost heave in roads with insulating materials). 15 p. 1968.
36. T. THURMANN-MOE. Slitasje på forskjellige vegdekke-typer forårsaket av piggdekk og kjettinger (Pavement wear caused by the use of studded tyres and snow chains). 10 p. 1970.
37. A. SKOGSEID. Frostsikring av veger ved isolering. Litt om det fysiske grunnlaget (Prevention of frost heave in roads. An outline of the theory for the use of insulating materials).
R. SÆTERS DAL. Varmeisolasjonsmaterialer i veg-overbygningen (Insulation materials in road construction).
Å. KNUTSON. Frostsikre veger med bark. Orientering om pågående undersøkelser (Frost protection of highways by a subbase of bark).
H. RUISTUEN. Kostnader ved frostsikring av veger (Costs for frost protection of roads). 34 p. 1971.
38. Ø. JOHANSEN. Varmeledningsevne av forskjellige veg-byggingmaterialer (The thermal conductivity of various road aggregates). 18 p. 1971.
39. R. S. NORDAL, E. HANSEN. Vormsund Forsøksveg, Del 1: Planlegging og bygging (Vormsund Test Road, Part 1: Design and Construction). 48 p. 1971.
40. R. S. NORDAL. Vormsund Forsøksveg. Del 2: Instrumentering (Vormsund Test Road, Part 2: Instrumentation). 38 p. 1972.
41. K. FLAATE and R. B. PECK. Braced Cuts in Sand and Clay. 29 p. 1972.
42. T. THURMANN-MOE, S. DØRUM. Komprimering av asfaltdekker (Compaction of Asphalt Pavements). Hurtige metoder for komprimeringskontroll av asfaltdekker (Rapid Methods for Compaction Control of Asphalt Pavements). 39 p. 1972.
43. Å. KNUTSON. Dimensjonering av veger med frostakkumulerende underlag (Design of Roads with a Frost accumulating Bark Layer).
K. SOLBRAA. Barkens bestandighet i vegfundamenter (The Durability of Bark in Road Constructions).
G. S. KLEM. Bark i Norge (Bark in Norway). 32 p. 1972.
44. J. HODE KEYSER, T. THURMANN-MOE. Slitesterke bituminøse vegdekker (Characteristics of wear resistant bituminous pavement surfaces).
T. THURMANN-MOE, O. E. RUUD. Rustdannelse på biler (Vehicle corrosion due to the use of chemicals in winter maintenance and the effect of corrosion inhibitors).
T. THURMANN-MOE, O. E. RUUD. Kjemikalier i vintervedlikeholdet (Norwegian saltpeter and urea as alternative chemicals for winter maintenance).
O. E. RUUD, B-E. SÆTHER, F. ANGERMO. Understellsbehandling av biler (Undersealing of vehicles with various sealants). 38 p. 1973.
45. Proceedings of the International Research Symposium on Pavement Wear, Oslo 6th-9th June 1972. 227 p. 1973.
46. Frost i veg 1972. Nordisk Vegteknisk Forbunds konferanse i Oslo 18-19 sept. 1972 (Frost Action on Roads 1972. NVF Conference in Oslo 1972). 136 p. 1973.
47. Å. KNUTSON. Praktisk bruk av bark i vegbygging (Specifications for Use of Bark in Highway Engineering).
E. GJESSING, S. HAUGEN. Barkavfall - vannforurensning (Bark Deposits - Water Pollution). 23 p. 1973.
48. Sikring av vegtunneler (Security Measures for Road Tunnels). 124 p. 1975.
49. H. NOREM. Registrering og bruk av klimadata ved planlegging av høgfjellsveger (Collection and Use of Weather Data in Mountain Road Planning).
H. NOREM, J. G. ANDERSEN. Utforming og plassering av snøskjermer (Design and Location of Snow Fences).
K. G. FIXDAL. Snøskredoverbygg (Snowsheds).
H. SOLBERG. Snørydding og snøryddingsutstyr i Troms (Winter Maintenance and Snow Clearing Equipment in Troms County). 59 p. 1975.
50. J. P. G. LOCH. Frost heave mechanism and the role of the thermal regime in heave experiments on Norwegian silty soils.
K. FLAATE, P. SELNES. Side friction of piles in clay.
K. FLAATE, T. PREBER. Stability of road embankments in soft clay.
A. SØRLIE. The effect of fabrics on pavement strength - Plate bearing tests in the laboratory.
S. L. ALFHEIM, A. SØRLIE. Testing and classification of fabrics for application in road constructions. 48 p. 1977.
51. E. HANSEN. Armering av asfaltdekker (Reinforced bituminous pavements).
T. THURMANN-MOE, R. WOLD. Halvsåling av asfaltdekker (Resurfacing of bituminous pavements).
A. GRØNHAUG. Fremtidsperspektiver på fullprofilboring av vegtunneler (Full face boring of road tunnels in crystalline rocks).
E. REINSLETT. Vegers bæreevne vurdert ut fra maksimal nedbøyning og krumming (Allowable axle load (technically) as determined by maximum deflection and curvature). 52 p. 1978.
52. T. THURMANN-MOE, S. DØRUM. Lyse vegdekker (High luminance road surfaces).
A. ARNEVIK, K. LEVIK. Erfaringer med bruk av overflatebehandlinger i Norge (Experiences with surface dressings in Norway).
J. M. JOHANSEN. Vegdekkers jevnhet (Road roughness).
G. REFSDAL. Vegers bæreevne bestemt ved oppgraving (indeksmetoden) og nedbøyningsmåling. Er metodene gode nok? (Road bearing capacity as decided by deflection measurements and the index method). 44 p. 1980.
53. E. HANSEN, G. REFSDAL, T. THURMANN-MOE. Surfacing for low volume roads in semi arid areas.
H. MTANGO. Dry compaction of lateritic gravel.
T. THURMANN-MOE. The Otta-surfacing method. Performance and economy.
G. REFSDAL. Thermal design of frost proof pavements.
R. G. DAHLBERG, G. REFSDAL. Polystyrene foam for lightweight road embankments.
A. SØRLIE. Fabrics in Norwegian road building.
O. E. RUUD. Hot applied thermoplastic road marking materials.
R. SÆTERS DAL, G. REFSDAL. Frost protection in building construction. 58 p. 1981.

54. H. ØSTLID. High clay road embankments.
A. GRØNHAUG. Requirements of geological studies for undersea tunnels.
K. FLAATE, N. JANBU. Soil exploration in a 500 m deep fjord, Western Norway. 52 p. 1981.
55. K. FLAATE. Cold regions engineering in Norway.
H. NOREM. Avalanche hazard, evaluation accuracy and use.
H. NOREM. Increasing traffic safety and regularity in snowstorm periods.
G. REFSDAL. Bearing capacity survey on the Norwegian road network method and results.
S. DØRUM, J. M. JOHANSEN. Assessment of asphalt pavement condition for resurfacing decisions.
T. THURMANN-MOE. The Otta-surfacing method for improved gravel road maintenance.
R. SÆTERS DAL. Prediction of frost heave of roads.
A. GRØNHAUG. Low cost road tunnel developments in Norway. 40 p. 1983.
56. R. S. NORDAL. The bearing capacity, a chronic problem in pavement engineering?
E. REINSLETT. Bearing capacity as a function of pavement deflection and curvature.
C. ØVERBY. A comparison between Benkelman beam, DCP and Clegg-hammer measurements for pavement strength evaluation.
R. S. NORDAL. Detection and prediction of seasonal changes of the bearing capacity at the Vormsund test road.
P. KONOW HANSEN. Norwegian practice with the operation of Dynaflect.
G. REFSDAL, C-R WARNINGHOFF. Statistical considerations concerning the spacing between measuring points for bearing capacity measurements.
G. REFSDAL, T. S. THOMASSEN. The use of a data bank for axle load policy planning and strengthening purpose.
T. S. THOMASSEN, R. EIRUM. Norwegian practices for axle load restrictions in spring thaw. 80 p. 1983.
57. R. S. NORDAL, E. HANSEN (red.). Vormsund forsøksveg. Del 3: Observasjoner og resultater (Vormsund Test Road, Part 3: Observations and Results). 168 p. 1984.
58. R. S. NORDAL, E. HANSEN (red.). The Vormsund Test Road. Part 4: Summary Report. 82 p. 1987.
59. E. LYGREN, T. JØRGENSEN, J. M. JOHANSEN. Vannforurensning fra veier. I. Sammendragsrapport. II. Veiledning for å håndtere de problemer som kan oppstå når en veg kommer i nærheten av drikkevannforekomst (Highway pollution). 48 p. 1985.
60. NRRL, ASPHALT SECTION. Surfacing for low volume roads.
T. E. FRYDENLUND. Superlight fill materials.
K. B. PEDERSEN, J. KROKEBORG. Frost insulation in rock tunnels.
H. ØSTLID. Flexible culverts in snow avalanche protection for roads.
K. FLAATE. Norwegian fjord crossings why and how.
H. S. DEIZ. Investigations for subsea tunnels a case history.
H. BEITNES, O. T. BLINDHEIM. Subsea rock tunnels. Preinvestigation and tunnelling processes. 36 p. 1986.
61. Plastic Foam in Road Embankments:
T. E. FRYDENLUND. Soft ground problems.
Ø. MYHRE. EPS - material specifications.
G. REFSDAL. EPS - design considerations.
R. AABØE. 13 years of experience with EPS as a lightweight fill material in road embankments.
G. REFSDAL. Future trends for EPS use.
Appendix: Case histories 1-12. 60 p. 1987.
62. J. M. JOHANSEN, P. K. SENSTAD. Effects of tire pressures on flexible pavement structures - a literature survey. 148 p. 1992.
63. J. A. JUNCA UBIERNA. The amazing Norwegian subsea road tunnels. 24 p. 1992.
64. A. GRØNHAUG. Miljøtiltak ved vegbygging i bratt terreng (Environmental measures for road construction in mountain slopes).
Ø. MYHRE. Skumplast uten skadelige gasser (The phase out of hard CFCs in plastic foam).
T. JØRGENSEN. Vurdering av helsefare ved asfaltstøv (Evaluation of health risks of dust from asphalt wear).
N. RYGG. Miljømessig vegtilpassing (Environmental road adjustment). 52 p. 1992.
65. C. HAUCK. The effect of fines on the stability of base gravel.
A. A. ANDRESEN, N. RYGG. Rotary-pressure sounding 20 years of experience. 24 p. 1992.
66. R. EVENSEN, P. SENSTAD. Distress and damage factors for flexible pavements. 100 p. 1992.
67. STEINMATERIALKOMITEEN. Steinmaterialer (Aggregates). 20 p. 1993.
68. Å. KNUTSON. Frost action in soils. 40 p. 1993.
69. J. VASLESTAD. Stål- og betongelementer i løsmassetunneler (Corrugated steel culvert and precast elements used for cut and cover tunnels).
J. VASLESTAD. Støttekonstruksjoner i armert jord (Reinforced soil walls). 56 p. 1993.
70. SINTEF SAMFERDSELSTEKNIKK. Vegbrukers reduserte transportkostnader ved opphevelse av telerestriksjoner (Reduced transportation costs for road user when lifting axle load restrictions during spring thaw period). 144 p. 1993.
71. R. Evensen, E. Wulvik. Beregning av forsterkningsbehov basert på tilstandsvurderinger - analyse av riks- og fylkesveg-nettet i Akershus (Estimating the need of strengthening from road performance data). 112 p. 1994.
72. Fjellbolting (Rockbolting). 124 p. 1994.
73. T. BÆKKEN, T. JØRGENSEN. Vannforurensning fra veg - langtidseffekter (Highway pollution - long term effect on water quality). 64 p. 1994.
74. J. VASLESTAD. Load reduction on buried rigid pipes.
J. VASLESTAD, T. H. JOHANSEN, W. HOLM. Load reduction on rigid culverts beneath high fills, long-term behaviour.
J. VASLESTAD. Long-term behaviour of flexible large-span culverts. 68 p. 1994.
75. P. SENSTAD. Sluttrapport for etatsatsingsområdet «Bedre utnyttelse av vegens bæreevne» (Final report «Better utilization of the bearing capacity of roads»). 48 p. 1994.
76. F. FREDRIKSEN, G. HASLE, R. AABØE. Miljøtunnel i Borre kommune (Environmental tunnel in Borre Municipality).
F. FREDRIKSEN, F. OSET. GEOPLOT - dak-basert presentasjon av grunnundersøkelser (GEOPLOT - CAD-based presentation of geotechnical data). 48 p. 1994.
77. R. KOMPEN. Bruk av glideforskaling til brusøyler og -tårn (Use of slipform for bridge columns and towers). 16 p. 1995.
78. R. KOMPEN. Nye regler for sikring av overdekning (New practice for ensuring cover).
R. KOMPEN, G. LIESTØL. Spesifikasjoner for sikring av armeringens overdekning (Specifications for ensuring cover for reinforcement). 40 p. 1995.



Veglaboratoriet

Organisasjon

Statens veglaboratorium ble etablert i 1938 og er en avdeling i Vegdirektoratet. Veglaboratoriet er internt organisert i fem seksjoner – **Asfalt og kjemi, Betong, Bærelag, Geologi og Geoteknikk**, samt et sekretariat.

Oppgaver

Hovedoppgavene er å drive forskning- og utviklingsarbeid på det vegtekniske området samt å virke som rådgiver innenfor de fagområder som laboratoriet dekker. I dette arbeidet inngår kurs- og opplæringsvirksomhet.

Postadresse: Vegdirektoratet, Veglaboratoriet
Postboks 8142 Dep
0033 OSLO

Besøksadresse: Gaustadalleen 25 (Blindern), Oslo

Telefon: 22 07 39 00
Telefax: 22 07 34 44
Telex: 21542 sreg n



Statens vegvesen
Vegdirektoratet

Returadresse:
Veglaboratoriet
Postboks 8142 Dep
0033 Oslo