



BETONGDEKKER





Statens vegvesen
Vegdirektoratet

BETONGDEKKER

Del 1
Planlegging og utførelse

Del 2
Vedlikehold

Håndbøker i Statens vegvesen

Dette er en håndbok i Vegvesenets håndbokserie, en samling fortløpende nummererte publikasjoner som først og fremst er beregnet for bruk innen etaten.

Håndbøkene kan kjøpes av interesserte utenfor Statens vegvesen til de priser som er oppgitt i håndbokoversikten - håndbok 022.

Det er den enkelte fagavdeling innen Vegdirektoratet som har hovedansvaret for utarbeidelse og ajourføring av håndbøkene.

De daglige fellesfunksjoner som utgivelse av håndbøker fører med seg, blir ivaretatt av det sentrale håndboksekretariat.

Vegvesenets håndbøker utgis på 2 nivåer:

- Nivå 1 - Rød farge på omslaget - omfatter Forskrifter, Normaler og Retningslinjer godkjent av overordnet myndighet eller av Vegdirektoratet etter fullmakt.
- Nivå 2 - Blå farge på omslaget - omfatter Veiledninger, Lærebøker og Vegdata godkjent av den enkelte fag-avdeling i Vegdirektoratet.

Betongdekker

Nr.179 i Vegvesenets håndbokserie

Opplag: 800

Trykk: a.s Joh. Nordahls Trykkeri

ISBN 82-7207-377-3

Forord

Denne håndboken inneholder

- Del 1: Betongdekker, Planlegging og utførelse
- Del 2: Betongdekker, Vedlikehold

I Del 1 er det regnet med bruk av plastisk betong med høyfast kvalitet og stor slitestyrke. I Del 2 er omhandlet vedlikehold av betongdekker i såvel normal som høyfast betong.

Arbeid med utvikling av betongdekker, som et alternativ til asfaltdekker, har pågått i Statens vegvesen siden 1976. I 1988 ble prosjektet «Høyfaste betongdekker» startet opp i samarbeid med firma NORCEM A/S. Det ble i dette prosjektet lagt stor vekt på forsøk utført på «Veisliter'n», tilhørende NORCEM A/S. Det ble kjørt en rekke prøver og det lyktes å fremstille betongdekker med meget stor slitestyrke.

Prosjektet ble i 1991 omstrukturert. I tillegg til en overordnet styringsgruppe, ble det organisert 3 rådgivningsgrupper med personell fra vegkontorene og bransjen. Disse samlet erfaringer fra tidligere lagte dekker, fra tilgjengelig litteratur, fra dekker som ble lagt som del av prosjektet og fra prøver i «Veisliter'n», og det ble utarbeidet en projektrapport.

I 1992 ble det organisert to grupper som sammen med to konsulenter fikk i oppdrag å utarbeide et veiledningshefte for planlegging og utførelse av betongdekker og et vei-ledningshefte for vedlikehold av betongdekker. Heftene kunne senere danne grunnlag for en håndbok om betongdekker. Den overordnede styringsgruppen utarbeidet og fastsatte en disposisjon for hver av de to heftene. Som eksterne konsulenter ble valgt BRUER IKB A/S for heftet om planlegging og utførelse, og SINTEF VEGTEKNIKK for vedlikehold. I de to gruppene deltok følgende personer:

DEL 1, Planlegging og utførelse:

Siviling. Arne Steffensen	Veglaboratoriet, Vegdirektoratet
Avd.ing. Jan Erik Dahlhaug	Statens vegvesen, Nordland
Siviling. Eivind Heimdal	Selmer Anlegg A/S
Siviling. Arne Sørli	Bruer IKB A/S, konsulent

DEL 2, Vedlikehold:

Siviling. Bent Skari	Veglaboratoriet, Vegdirektoratet
O.ing. Knut Aaness	Statens vegvesen, Sør-Trøndelag
Avd.ing. Per Øyvind Ohnstad	Statens vegvesen, Hordland
Siviling. Leif Bakløkk	Sintef Vegteknikk, konsulent



Statens vegvesen
Vegdirektoratet

BETONGDEKKER

DEL 1

PLANLEGGING OG UTFØRELSE

Innhold

DEL 1

1	INNLEDNING	
1.1	Generelt	9
1.2	Betongdekketyper	11
1.3	Armering	12
1.4	Fugeutførelser	12
1.5	Spesielle bruksegenskaper	13
2	BRUKSOMRÅDER	15
2.1	Generelt	15
2.2	Hovedveg	15
2.3	Samleveg	16
2.4	Adkomstveg	16
2.5	Tunneler	16
2.6	Bruer	17
	PLANLEGGING OG DIMENSJONERING AV BETONGDEKKER	18
3	KOSTNADSSAMMENLIKNINGER DEKKETYPEN - MODELL	19
3.1	Innledning	19
3.2	Kostnadsanalyse	19
3.3	Bruk av program for kostnadsbetraktninger	20
4	PLANLEGGING	21
4.1	Generelt	21
4.2	Betongkvaliteter	22
4.3	Geometrisk utforming	23
4.4	Fundament/vegelementer	27
4.5	Trafikkbelastninger	29
4.6	Miljøfaktorer	29
4.7	Fremtidig vedlikehold	30
5	DIMENSJONERING AV BETONGDEKKER	31
5.1	Innledning	31
5.2	Bruk av dimensjoneringsdiagram	31
5.3	Materialkvalitet	36
6	KRAV TIL DEKKET	37
6.1	Generelt	37
6.2	Krav til ferdig dekke	37
6.3	Materialkrav	39

7	KONTRAKTSUTFORMING	43
7.1	Innledning	43
7.2	Kontraktsforutsetninger/beskrivelser	43
7.3	Kontraktsform	44
7.4	Reseptoppbygging/reseptkrav	44
7.5	Krav til blandeverk/rigg	45
7.6	Krav til transport	46
7.7	Krav til utlegging	46
7.8	Kvalitetssikring	47
8	LEGGING OG UTFØRELSE AV BETONGDEKKER	49
8.1	Rigg	49
8.2	Produksjon	49
8.3	Transport av betong til utleggerstedet	50
8.4	Utlegging av betongdekket	51
8.5	Fugeutførelse	51
8.6	Behandling av dekkeoverflaten	53
8.7	Trafikkavvikling	53
9	KVALITETSSIKRING	55
9.1	Kvalitetsplan	55
9.2	Oppfølging, gjennomføring	56
	LITTERATURREFERANSER	59

1

Innledning

Betongdekker har gått gjennom en omfattende utvikling i tiden 1986-1991. Bakgrunnen er i første rekke den tekniske utvikling av betong til andre formål, særlig i forbindelse med utbygging i Nordsjøen. Disse kunnskapene er brakt inn i vegmiljøet, for en stor del gjennom et samarbeid mellom Statens vegvesen og Norcem. Fra Vegvesenets side har det vært en klar målsetting å utvikle betongdekker til å bli et alternativ til asfaltdekker. En viktig brikke i arbeidet har vært Norcems prøvemaskin «Veisliter'n» som kan gi 10 års piggdekkslitasje på noen uker, se ref. 20. Maskinen gir derfor mulighet til en praktisk og realistisk utprøving av forskjellige betongresepturer og tilslagsmaterialer.

1.1 GENERELT

Historikk

Portlandssementen kom på markedet i midten av 1800-tallet, men det var først i begynnelsen av 1900-tallet at det ble særlig utbredelse av betongdekker på veier. I USA var det fram til 1925 bygget ca. 600 mill. m² betongdekker. I Europa var det først fra 1930-årene at betongveger ble bygget og da først og fremst i Tyskland. De aller fleste «Autobahn» fikk vegdekke av betong. (ref. 8)

I Norge ble de første betongvegene bygget i begynnelsen av 1930-årene, men dekketyper fikk ingen stor utbredelse. Fram til 1965 var den samlede veglengden utført med betongdekke bare 123 km. (ref. 1). De neste 20 årene ble det lagt 28,5 km, hvorav det meste i Akershus og Vestfold samt noen tunneler i Hordaland. I årene 1986-1991 ble det lagt 41 km betongdekke. I tillegg til nevnte fylker er det også lagt betongdekker i Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag og og Nordland.

Bruk av valsebetong på veg startet i Telemark i 1981. Etter to delvis mislykkede forsøk i 1983 og 1985 falt interessen, men Nordland overtok initiativet og la flere dekker med god kvalitet de påfølgende årene. Totalt er det lagt 54 km valsebetong på 10 år. En vesentlig del av dekkene ligger i tunnel. Noe over halvparten er i Nordland (29 km). Andre fylker som har lagt valsebetong er Hordaland (9,5 km), Møre og Romsdal (8,8 km) og Sogn og Fjordane (5 km). (ref. 1).

Erfaringer

En del av betongdekkene som ble lagt i tiden før 1960, fikk med årene en del skader, hovedsaklig pga. dårlig fundament for dekket og fordi trafikkbelastningen økte. Til tross for mangelfull konstruksjon, ble enkelte av disse dekkene liggende under trafikk til langt ut i 80-årene. Blant disse er rv 283 i Drammen som ble bygget i 1933 og lå under trafikk til 1986.

Mange betongdekker ble liggende for lenge før dekkefornyelse og fikk etterhvert dårlig jevnhet over fugene. Det karakteristiske «dunk-dunk»

over fugene har nok vært en medvirkende årsak til at trafikantene ikke er så positive til betong.

I mange europeiske land og i USA er betongdekke langt mer vanlig enn i Norge. Årsakene til dette er flere. Varmt klima gjør at asfaltdekke får plastiske deformasjoner som betong ikke har. Denne fordel er mindre i Norge sammenlignet med de fleste andre land. I Norge vil telehiv være et større problem for betong- enn for asfaltdekker. Inntil for få år siden manglet også egnet reparasjonsmetode for sporslitasje i betongdekker, noe som reduserte viljen til å satse på betong.

Mellom 1965 og 1985 ble det bygget mindre enn 30 km veg med betongdekke. I tiden 1986-1991 har det vært en økende interesse for betongdekker. Årsaken er at det har vært en betydelig utvikling av betong som materiale. Høyfast betong i fasthetsklasse C75 med slitesterke tilslag har to ganger så høy slitestyrke som betong i fasthetsklasse C45 som ble lagt på slutten av 1970-tallet, og 3 ganger så høy som Ab16-asfalt. Det er vunnet erfaring med diamansliping, sporfylling og påstøp som gjør at betongdekke kan være et varig dekke.

Valsebetong er utviklet til et aktuelt alternativ på veier med liten til middels trafikk. Det er i den senere tid lagt valsebetong med fasthet og slitestyrke som for plastisk betong i fasthetsklasse C65. Valsebetong er et alternativ for veier med ÅDT = 3.000 - 10.000. Valsebetong er et rimeligere alternativ enn konvensjonell betong. Betongdekke har tidligere vært forbeholdt nye veier med relativt stor trafikk. Valsebetong har gjort betongdekke mer attraktivt ved at prisen er lavere.

Styrke

Betongdekkets styrke ligger i at det har stor evne til å tåle høyt ringtrykk, høy temperatur og statiske belastninger (vegkryss) uten å få plastiske deformasjoner. Betongdekkets høye slitestyrke medfører mindre slitasjestøv, men andelen svevestøv er relativt stor og kan være like stor som for asfaltdekker. Betongdekket er dessuten lyst og reduserer behovet for belysning i tunnel.

Betongdekket tåler det fuktige miljøet i tunnel bedre enn asfalt. Statens vegvesen, håndbok-018 Vegbygging (ref. 2), anbefaler at det benyttes betongdekke i tunnel.

Svakhet

Som en svakere side ved betongdekker må nevnes at anleggskostnadene blir relativt høye og at dekket er noe mer ømfintlig for telehiv og ujevne setninger. Beregning av kostnader til framtidig vedlikehold vil avgjøre om betongdekke likevel blir lønnsomt på lang sikt. Dekket må stenges for trafikk under og etter sporfylling og påføring av nytt slitedekke til den utlagte betong er nok herdet, dvs. C35.

Litteraturhenvisninger

Det er skrevet mye om betongdekker og en del av dette er benyttet som litteraturreferanser i denne veiledningen. Blant de viktigste referansene nevnes:

Statens vegvesen, håndbok-018 Vegbygging (ref. 2). er retningslinjer som inneholder krav til materialer, utførelse og til ferdig vegdekke, både for grus-, asfalt og betongdekke, samt underliggende lag.

Statens vegvesen, håndbok-111 Vedlikeholdsstandard 111, (ref. 3). Retningslinjene inneholder beskrivelse av alle vedlikeholdsoppgavene og krav til utførelse og tilstand på vegen. Av betydning for betongdekke er krav til spor og jevnhet som vil utløse dekkefornyelse eller annet vedlikeholdstiltak.

Statens vegvesen, håndbok-155 Valsebetong (ref. 4). inneholder «alt» om valsebetong fra forundersøkelser og materialvalg, til etterbehandling av utlagt valsebetong.

Norsk standard, NS 3420 kapittel K og L (ref. 5). De nevnte kapitlene i standarden inneholder krav til betongen og til ferdig dekke samt de materialene som inngår i betongen.

Statens vegvesen, håndbok-179 Betongdekker Del 1 og Del 2 (ref. 10). Veiledningen er en fortsettelse av foreliggende rapport og tar for seg vedlikehold av betongdekker

1.2 BETONGDEKKETYPEN

Betongdekker kan deles inn i følgende forskjellige typer:

- Uarmerte plater, fugeavstand 4-6 m
- Slakkarmerte plater, fugeavstand 12-20 m
- Slakkarmerte, kontinuerlige dekker, uten fuger
- Forspente dekker
- Stålfiberarmerte dekker
- Valsebetong

Høyfast betong

Betong med fasthetsklasse C65 og høyere regnes som høyfast, men det betraktes som en betongkvalitet og ikke en egen dekketype. Annen betong med lavere fasthet blir i en del sammenhenger betegnet som normalbetong.

Uarmerte dekker

De aller fleste betongdekkene i Norge har vært uarmerte plater. Selve dekket støpes kontinuerlig, men det sages tversgående fuger med fastsatt mellomrom, fra 4 til 6 m. Fugene sages 3-4 mm brede. Bredden vil normalt øke noe pga. svinn under herdingen. Fugene blir ikke fylt med fugemasse og er ikke merkbare for trafikantene. Vanligvis legges dybler i fugene. Fuger er nærmere beskrevet i pkt. 4.3 og 8.5.

Armerte dekker

Ved å legge inn armering kan avstanden mellom fugene økes til 12-20 m (slakkarmerte plater). Fordelen med færre fuger vil vanligvis ikke oppveie den merkostnaden som armeringen medfører. Dekketypen er ikke vanlig i Norge.

Forspente vegdekker

Forspente vegdekker er ikke forsøkt i Norge.

Stålfiberarmerte dekker

Stålfiberarmerte dekker har vært brukt som påstøp på brudekker og i forbindelse med reparasjon av spor. Stålfiber gir en sterk og seig betong. Ved vanlige mengder fiber blir imidlertid betongen så kostbar (tilnærmet dobling) at bruken begrenses til der fiber er absolutt nødvendig.

Valsebetong

De første prosjektene med valsebetong ble utført i store

damkonstruksjoner i USA i begynnelsen av 1970-årene. Valsebetong ble senere utviklet til bruk som vegdekke på veier og plasser. USA og Canada har lagt mest valsebetong, mens Spania har lagt mest i Europa med 4 mill. m² (ref.4).

Valsebetong er en jordfuktig betong som kan legges ut med en stor asfaltutlegger med stampekniver, eller til nød høvel, og komprimeres med vibrasjonsvalse. Det finnes en egen veiledning, Statens vegvesen, håndbok 155 Valsebetong. (ref. 4).

1.3 ARMERING

Med noen få unntak er alle norske vegdekker av betong uarmerte. Uarmerte dekker utføres normalt med dybler i tverrfugene og forankringsjern i de langsgående fugene. Dybler og forankringsjern blir vanligvis ikke betegnet som armering.

De viktigste typer av armering er:

- Kamstål
- Armeringsnett
- Stålfiber
- Plastfiber

Omfanget av armerte dekker begrenses av relativt høye kostnader. Armerte dekker har vært benyttet på enkelte korte strekninger, for å sikre kontinuitet der en har særlig dårlige grunnforhold, og inn mot bruer for å unngå setninger og for å forsterke plater mot landkar som ikke står vinkelrett på vegen. Mot bruer og faste konstruksjoner må man ha 20 mm ekspansjonsfuger. Forøvrig henvises til «Vegbygging» side 320.

Fiberarmerte dekker har vært benyttet i påstøp på bruer.

Stålfiber øker betongens seighet og gir en bedre spenningsfordeling. Normal mengde fiber varierer fra 40 til 80 kg/m³ avhengig av fibertype og stedlige betingelser.

1.4 FUGEUTFØRELSER

Kontraksjonsfuger

Betongen får svinn under herdingen. Svinnet kan medføre at store flater, som f.eks. et vegdekke, kan sprekke opp. Derfor utformes betongdekker med fuger, kontraksjonsfuger, som får dekket til å sprekke opp på «anviste» steder. Platene bindes sammen med lastoverførende dybler.

Vinkelendringsfuger

Når dekkebredden overstiger 5 m, vil det bli utført med en eller flere langsgående vinkelendringsfuger. På 2-felts veg plasseres vinkelendringsfugen som regel midt på dekket.

Ekspansjonsfuger

På varme sommerdager kan varmeutvidelsen av et betongdekke overstige svinnet fra herdingen. Det kan da oppstå trykkspenninger i dekket som kan medføre knusningsskader i fugene og i alvorlige tilfeller kan betongplatene reise seg. Derfor blir betongdekker også utformet med ekspansjonsfuger som tar opp utvidelsen uten at dekket skades. Fuger er nærmere beskrevet i pkt. 4.3 og 8.5.



Fig. 1.4 Betongdekke med fuger

1.5 SPESIELLE BRUKSEGENSKAPER

Betongdekket er stivt i motsetning til asfaltdekket som er fleksibelt. Det er årsaken til at betongdekket behandles som en egen dekketype i vegnormalene.

Stivhet

Stivheten til betongdekket gir både fordeler og ulemper. Trafikkbelastningene fordeles bedre enn med ett fleksibelt dekke. Et vegdekke vil bøye seg ned under en hjullast, jo større last desto større nedbøyning. For personbiler er nedbøyningen minimal mens tunge biler vil skyve en «bølge» foran hvert hjul. Betongdekker gir vesentlig lavere nedbøyning under tunge hjullaster enn asfaltdekker. Rullemotstanden blir dermed også lavere.

Betongdekkets stivhet gjør imidlertid at det ikke kan følge bevegelsene i underlaget i samme grad som et asfaltdekke.

Stabilitet

Betong får ingen deformasjoner ved statisk belastning og blir heller ikke myk ved høye temperaturer om sommeren. Betongdekket er derfor ikke utsatt for plastiske deformasjoner som asfalt. Problemene for asfalt er særlig tydelige i lyskryss, busslommer og andre steder med stillestående tungtrafikk. Spordannelsen i betong blir derfor utelukkende på grunn av slitasje.

<i>Slitestyrke</i>	<p>Betong slites mest den første vinteren etter at dekket er lagt. Årsaken er at mørtelen og de finere fraksjoner av tilslaget har dårligst slitestyrke. Etterhvert som det grove tilslaget frilegges, blir slitestyrken større.</p> <p>Betong har stor evne til å motstå slitasje fra piggdekk og kjettinger. Betongdekker er normalt 2,7 - 3,0 ganger mer slitesterke enn Ab16t dekker. Bildet er imidlertid noe nyansert fordi slitestyrken er avhengig av tilslagsmaterialenes og bindemiddelets egenskaper samt betongens fasthet. Asfaltens slitestyrke kan forbedres vesentlig ved å benytte modifisert bindemiddel, men da blir også kostnaden vesentlig høyere.</p> <p>Et vått dekke slites normalt dobbelt så mye som et tørt, men forskjellen avtar for betongdekker ved økende betongfasthet. De klimatiske forholdene vil derfor påvirke slitasjen på et konkret vegdekke.</p>
<i>Friksjon</i>	<p>Vått, nylagt dekke kan ha relativt dårlig friksjon. Som regel blir betongdekket strukturert med kost rett bak utleggeren, noe som gir en økt ruhet når dekket er nytt. Friksjonen kan også forbedres ved å slipe bort noe av mørtelen i overflaten. Etter den (de) første piggdekk-sesongen (-e) vil mørtelen i overflaten være slitt bort slik at det grove tilslaget gir overflaten gode friksjonsegenskaper.</p>
<i>Lyshet</i>	<p>Den lyse overflaten til et betongdekke med lyst steinmateriale medfører at effekten på belyningsanlegg kan reduseres. Særlig i tunnel kan dette utnyttes til å redusere anleggs- og driftskostnadene.</p>
<i>Jevnhet</i>	<p>En slitesterk og steinrik betong er tung å bearbeide og vanskelig å legge ut. Dette kan påvirke dekkets jevnhet. Dyktige folk på utleggeren og på valsen for valsebetong, samt en skikkelig oppfølging av kontroll- og kvalitetsplanen, er avgjørende for et godt resultat.</p>
<i>Støy</i>	<p>I utbygde områder er det ønskelig at støyen blir så lav som mulig. Ved trafikk som går sakte (< 50 km/time), vil motorstøyen være dominerende, men for trafikk i stor fart er støyen fra hjul og karosseri den viktigste støykilden. Hjulstøyen er bl.a. avhengig av omgivelser, dekktype samt jevnhet og overflateruhet på vegdekket. Det vises til intern rapport nr. 1487, som viser samme støynivå for betongdekker som for Ab16t.</p>
<i>Støv</i>	<p>Betongdekker avgir støv ved slitasje, hovedsaklig fra piggdekk. I tunneler må støv spyles og feies etter behov, og hver enkelt tunnel må ha sin egen vedlikeholdsrutine. Støv er et miljøproblem som foreløpig ikke er regulert med bestemmelser for trafikken. Siden betongdekket har større motstand mot slitasje, vil det bli mindre støv fra betong enn asfalt.</p>

2

Bruksområder

2.1 GENERELT

De fleste betongdekker har hittil vært lagt på veger med relativt stor trafikk. Pga. betongdekkets lyshet og bestandighet mot vann, er det også lagt endel betongdekker i tunneler som ikke har så stor trafikk. Levetiden på asfaltdekker i tunnel er kortere enn i det fri, hovedsakelig p.g.a. fuktighet. Betongdekke i tunnel blir derfor anbefalt i Statens vegvesen, håndbok-018 Vegbygging (ref. 2).

Betongdekke skal ha et fundament som sikrer mot skadelige setninger og telehiv. Det kreves spesielle tiltak på dårlig grunn.

Betong må ha en viss dimensjonerende minstetykkelse for ikke å sprekke når det utsettes for trafikkklaster. Minstetykkelsen gjør at konkurranseforholdet til asfaltdekker faller ut i betongens disfavør på lite trafikkerte veger, herunder atkomstveg og gang- og sykkelveg.

Gjennom utviklingen av valsebetong er betongdekke blitt et alternativ på veger med mindre trafikk.

De forskjellige vegtyper, med krav til geometri, vegbredde og andre parametre, er nærmere beskrevet i Statens vegvesen, håndbok-017 Veg- og gateutforming (ref. 7). En del av kravene til ferdig dekke er også gjengitt i figur 6.1.

2.2 HOVEDVEG

Hovedveger skal dekke behovet for transport mellom distrikter, områder og bydeler.

Krav til linjeføringsparametre er gitt i Veg & gateutforming (ref. 7) og vil være like for betong- og asfaltdekke. Trafikkmengden vil bestemme antall kjørefelt og bredden på kjørefelt og skulder mm. For stamveger er det satt egne størrelser i tverrprofilet, som i hovedsak vil være noe større enn for andre hovedveger. Linjeføringsparametrene bestemmes av dimensjonerende fart.

Også krav til jevnhet på langs og tvers samt øvrige geometriske krav er i hovedsak de samme for betong- og asfaltdekke. Et unntak er krav til avvik fra teoretisk høyde (± 10 mm) som gjelder for betongdekker, mens det for asfaltdekker bør settes krav til høydetoleranse hvor det er nødvendig pga. tilpasning til konstruksjoner ol. (ref. 2, fig. 620.4).

2.3 SAMLEVEG

Samleveger er forbindelsesveger innenfor distrikter, områder og bydeler. De vil ha blandet transport- og adkomstfunksjon og forbinder adkomstvegene med hovedvegene.

Krav til linjeføringsparametre er gitt i Statens vegvesen, håndbok-017 Veg- og gateutforming (ref. 7) og vil være like for betong- og asfaltdekke. Et unntak er krav til avvik fra teoretisk høyde (± 15 mm) som gjelder for betongdekker, mens det for asfaltdekker *bør* krav til linjeføringsparametre er gitt i settes krav til høydetoleranse hvor det er nødvendig pga. tilpasning til konstruksjoner ol. (ref. 2, fig. 620.4).

Frostsikringslag benyttes ved ÅDT over 1500 og sterkt varierende grunnforhold (store ujevne telehiv er ventet). Ved betongdekke *bør* frostsikringslag også benyttes ved noe varierende grunnforhold, se figur 4.5.

2.4 ADKOMSTVEG

Krav til linjeføringsparametre er gitt i Veg & gate utforming (ref. 7) og vil være like for betong- og asfaltdekke. Et unntak er krav til avvik fra teoretisk høyde (± 20 mm) som gjelder for betongdekker, mens det for asfaltdekker *bør* settes krav til høydetoleranse hvor det er nødvendig pga. tilpasning til konstruksjoner ol. (ref. 2, fig. 620.4).

Betongdekke, særlig valsebetong, *bør* vurderes som et alternativ, kanskje med unntak når grunnforholdene er dårlige og bruk av betongdekke krever spesielle tiltak mot setninger og telehiv.

Et spesialdekke er mønstret betongdekke. Det er et dekke av vanlig plastisk betong som preges med et mønster i overflaten, f.eks. som brustein. Dekket egner seg der man vil gi vegen en miljøprofil. Mønstret betongdekke kan også kombineres med bruk av farge.

2.5 TUNNELER

«Vegbygging» (ref. 2) angir at betongdekke *bør* benyttes i tunneler. Årsaken er bl.a. at betongdekket har god evne til å tåle den fuktigheten og vanddrypp som kan forekomme i tunnel uten platetak eller utstøping. Asfalt får kortere levetid i tunnel enn i friluft pga. fuktighet.

Som nevnt i pkt. 1.5 er betongdekkets lyse overflate en stor fordel i tunneler. Belysningsanlegg kan installeres med ca. 20 % lavere effekt enn for mørke dekker (asfalt) (se ref. 14), og det gir tilsvarende årlige besparelser i driftskostnader. I den senere tid er også lagt enkelte asfalttyper med lyse tilslagsmaterialer, som etter noen tids piggdekk-slitasje gjør disse asfaltdekkene lysere enn de mest vanlige typene.

Bruk av høyfast betong vurderes der trafikken er stor. I tunnel med liten trafikk kan valsebetong være et alternativ.

2.6 BRUER

På bruer må det sikres at eventuelt salt fra vintervedlikeholdet ikke kan trenge inn i betongen og forårsake korrosjon på armeringen. Vanligvis regnes at 10 cm betong over armeringen er tilstrekkelig når dekket støpes i ett. Hvis slitedekket støpes etter at konstruksjonsbetongen er herdet, må det sikres tilstrekkelig heft mellom lagene ved bruk av heftforbedrende midler som epoksy og sementmørtel tilsatt lateks. Dekket må rengjøres ved sandblåsing før påstøp.

Ved asfaltering av brudekket må dekket rengjøres ved sandblåsing, påføres membran og beskyttelseslag (10 mm) før asfaltering blir utført.



*Fig. 2.6 Betongdekke på hovedveg.
Ådt. ca. 10.000*

PLANLEGGING OG DIMENSJONERING AV BETONGDEKKER

3

KOSTNADSSAMMENLIKNINGER

Dekketype-modeller

3.1 INNLEDNING

Kostnadene vil alltid være en viktig faktor ved valg av dekketype. Man må imidlertid ta alle kostnadene med i betraktning, både anleggs-, vedlikeholds- og trafikantkostnader. Det vil også være mest riktig å beregne årskostnadene, dvs. at man tar hensyn til antall år dekket ventes å vare ved sammenligning av forskjellige alternativer.

3.2 KOSTNADSANALYSE

Det må som regel, gjøres en separat kostnadsanalyse for hver enkelt parsell. Mange forskjellige parametre gjør at kostnadene vil variere fra anlegg til anlegg. Dekketykkelse, betongkvalitet, transportlengder og anleggets størrelse er noen av de parametrene som påvirker kostnadene.

Ønsket om ensartet dekketype på en gjennomgående vegstrekning kan gjøre kostnadsanalysen for en mindre delstrekning mindre viktig. Kostnadsanalysen vil dermed bare være en av flere forhold som vil være med på å avgjøre valg av vegdekketype.

Kostnadsanalysen må knyttes opp mot en gitt tidsperiode. Tidsperioden bør fortrinnsvis være nær dekkets forventede levetid, men man kan også beregne en restverdi for dekket hvis perioden er kortere. De fleste vegtraseer ligger uendret i mer enn de 20 år som er vanlig dimensjoneringsperiode i Norge. Betongdekker, som heller har en levetid på 40-50 år, har en betydelig verdi som dekke eller underlag for et nytt dekke etter 20 år. Denne «restverdien» kan defineres som differensen mellom kostnaden for et nytt dekke og utbedringskostnaden som er nødvendig for en ny dimensjoneringsperiode. For betongdekke er det ønskelig med en periode på 40 år.

En kostnadsanalyse kan deles inn i:

- Anleggskostnader (investering)
- Drift- og vedlikeholdskostnader
- Trafikantkostnader
- Samfunnskostnader

Anleggskostnader

Anleggskostnadene kan vanligvis beregnes med rimelig nøyaktighet ut fra gitte forutsetninger for det enkelte anlegg. Variable parametre er vegbredde og -lengde, dekketykkelse, rigg, transportlengde, dybler og forankringsjern, etterbehandling samt lønn og maskiner. Prisen på betongen vil være avhengig av sementmengde, tilslagsmaterialer, blandekostnader, samt tilsetninger og diverse.

En del av anleggskostnadene som f.eks. rigg, kan være uavhengig av anleggets størrelse. På små anlegg kan disse faste kostnadene utgjøre en større andel enn på store anlegg. Betongdekke vil derfor være mer konkurransedyktig på litt lengre strekninger, det vil si over 2 km.

Drift og vedlikehold

For å beregne drifts- og vedlikeholdskostnadene må det gjøres antagelser om hvilke tiltak som vil bli nødvendig i den tidsperioden analysen knyttes til. Aktuelle tiltak vil være fresing/sliping av dekket for å fjerne spor, sporfylling eller påstøp og reparasjon av sprekker og skadede fuger. Det vises til egen veiledning om vedlikehold av betongdekker, se ref. 10. Kostnadene til vedlikehold må omregnes til nåverdi og fordeles over antall år i tidsperioden. Statens vegvesen benytter en realrente på 7 %. Eksempel: Kostnaden for et vedlikeholdstiltak i år 5 må divideres med $(1,07)^5=1,40$ for å kunne regnes sammen med anleggskostnaden.

Trafikantkostnader

Det har vært noe forskjellig praksis med hensyn til beregning av trafikantkostnader. I en beregning av alternative utførelser vil det være naturlig å ta med de elementene som er forskjellige for alternativene. Blant disse elementene vil være forsinkelser pga. dekkefornyelser, forskjellig rullemotstand mm.

Samfunnskostnader

Samfunnskostnader er i hovedsak ulykkeskostnader. Miljøkostnader som støy og avgasser hører også inn under denne gruppen, men tallfesting av disse kostnadene er vanskelig.

3.3 BRUK AV PROGRAM FOR KOSTNADSBETRAKTNINGER

Det er utviklet flere EDB-programmer til bruk ved kostnadsberegning. Vegdirektoratet fikk utarbeidet et program kalt «Økdekk» som ble en del brukt i siste halvdel av 1980-årene, men dette er nå ikke lenger i bruk.

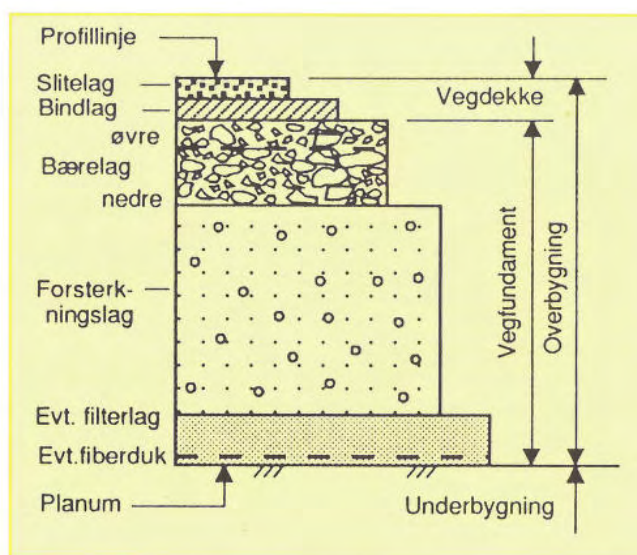
4

Planlegging

4.1 GENERELT

Det er ønskelig at beslutningen om valg av betongdekke tas på et tidlig stadium i planleggingen, slik at det blir lettere å tilpasse materialtyper og lagtykkelser i overbygningen.

Figuren nedenfor viser navn på de forskjellige lag som kan benyttes ved bygging av veger. Betongdekket vil ofte være både slitelag/bindlag og bærelag, se figur 4.1.



Figur 4.1 Definisjoner av forskjellige lag i veg (ref. 2)

Valg av dekketype

Først må det avgjøres hva slags type betongdekke som skal legges. Valsebetong har hittil stort sett vært lagt på veger med liten til moderat trafikk, mens høyfast plastisk betong har vært den mest aktuelle typen på veger med stor trafikk. I spesielle tilfeller kan det være aktuelt å vurdere kontinuerlig dekke med slakkarmering eller fiberarmert dekke. Betongdekker og fundamentet dimensjoneres slik at det skal gi tilstrekkelig bæreevne hele året. Dimensjoneringsmetoden i kapitel 5 har utgangspunkt i de stedlige grunnforhold og trafikkbelastningen, og skal gi dekket tilstrekkelig bæreevne, forutsatt at dekketykkelsen ikke blir redusert med tiden. Andre viktige parametre ved beregningen av konstruksjonen er materialtyper som brukes og lagtykkelser, se kap. 5.

Statens vegvesen, håndbok-111 Vedlikeholdsstandarden (ref. 3) setter krav til spordybde og til dekkets friksjonsegenskaper. Selv om det er satt krav til spordybde, er det ingen krav til slitestyrken. Det blir derfor et økonomisk regnestykke med hensyn til hvor lang tid det skal gå før

dekket må fornyes. På veger med stor trafikk bør man ta hensyn til at dekkefornyelser vil medføre trafikkforstyrrelser og forsinkelser for trafikantene.

4.2 BETONGKVALITETER

Stor trafikk vil i praksis medføre ønske om dekke av høyfast betong og bruk av spesielt slitesterke tilslagsmaterialer. Slitesterke materialer er som regel dyrere og medfører ofte ekstra transportkostnader i forhold til lokale materialer. Det blir dermed et regnestykke om de økte kostnadene gir tilsvarende eller større gevinst i form av økt levetid på dekket (bedre motstand mot slitasje). Hvis det er mulig, bør det gjøres slitasjeforsøk med prøveblandinger.

SPSV

I vurderinger om vegdekkers slitasjeegenskaper brukes begrepet «Spesifikk piggdekkslitasje», SPS. Dette er den mengden av vegdekke som en personbil med 4 piggdekk sliter bort pr. kjørt km. Tidligere ble mengden målt i gram, men det er nå vanlig å benytte volum, cm^3 , og man bruker da gjerne forkortelsen SPSV. SPS-verdier for asfalt- og betongdekker er ikke uten videre sammenlignbare, fordi asfaltdekker i tillegg til slitasjen har en plastisk deformasjon om sommeren, som betong ikke har.

Betongfasthet

Fram til midten av 1980-årene var det vanlig å legge betong i fasthetsklasse C40 eller C45. Fra 1986 har C75 vært relativt vanlig. God økonomi får man som regel når det er samsvar mellom betongfastheten og tilslagsmaterialenes slitestyrke.

I god tid før dekket skal legges skal det gjøres en forundersøkelse med proporsjonering av betongen. Det skal gjøres fasthetsprøving som dokumenterer at den valgte materialsammensetning vil gi en betong som tilfredsstiller de krav som er stillet og er egnet for utleggerutstyret, se ref. 5, kap. L.

Pga. den økte styrken på høyfast betong, kan dekketykkelsen reduseres noe. Dimensjoneringsmetoden i «Vegbygging» (ref.2) vil gi en reduksjon som er avhengig av betongens fasthet, se kap. 5, Dimensjonering. Reduksjonen medfører en besparelse som i hvert fall delvis kompenserer merkostnaden ved høyfast betong, sammenlignet med normalfast betong. Eksempelvis koster høyfast betong ca. 100 kr./ m^2 eller 1 kr./ cm^2 mer enn normalfast betong. Et ferdig lagt dekke med tykkelse 20 cm ville f.eks. koste 280 mot 260 kr./ m^2 . Imidlertid kan et 20 cm tykt dekke i C45-kvalitet erstattes av et høyfast dekke i C75-kvalitet med tykkelsen 18,4 cm på en veg med ÅDT = 5.000 - 15.000, se kapittel 5.3. Med betongpriser på f.eks. 700 kr./ m^2 for C75 og 600 kr./ m^2 for C45 vil kostnaden for det høyfaste dekket bli 268,80 kr./ m^2 , altså ikke 20, men 8,80 kr./ m^2 høyere. Når dette innebærer en halvering av slitasjen, vil det høyfaste dekket bli det billigste alternativet i det lange løp.

4.3 GEOMETRISK UTFORMING

Tverrprofil
Lengdeprofil

Betongdekke stiller ingen spesielle krav til den geometriske utformingen. Vegtype og trafikkmengde vil bestemme utforming av tverrprofil og vegbredden. Minstekrav til stigninger, vertikal- og horisontalkurvatur bestemmes også av dimensjonerende fart. Nærmere beskrivelse finnes i Veg & gate utforming (ref. 7).

Dekke av plastisk betong har vært lagt i stigning opp til 7 % uten spesielle problemer. Tilsvarende har valsebetong vært lagt i stigning på 10 %. Betongteknisk kan dekket legges i opptil 10 % stigning, men det forutsetter at leggemaskinen er sterk nok. Alternativt kan dekket legges utover i hellinger.

I Veg- og gateutforming (ref.7) er vegene klassifisert etter vegtype: hovedveg, samleveg, adkomstveg og gang-/sykkelveg. I tillegg er det gjort en gruppering i 3 etter mengde bebyggelse langs vegen slik at det er ialt 12 standardklasser. En del geometriske mål og krav varierer også med trafikkmengden innenfor en standardklasse, bl.a. vegbredden.

Tverrfall

Tverrfallet på vegen er varierende og bestemmes av standardklasse og kurvatur. Valg av vegdekke vil ikke ha noen betydning for tverrfallets størrelse.

Platelengden

Platelengden på uarmerte plater har blitt redusert i de senere årene. Fordelene med korte plater vil være at de får lavere spenninger fra temperatur- og fuktgradienter i dekket og at de blir mindre utsatt for oppsprekking pga. ujevne telehiv og setninger. Korte plater gjør også at betongens svinn fordeles på flere fuger, dvs. at hver fuge får mindre åpning. Lastoverføringen i fugen blir dermed bedre enn ved lange plater. Dimensjoneringsdiagrammet er basert på 5 m platelengde. Hvis platelengden er større, må dekketykkelsen økes. Det er ikke gjort norske beregninger av økningen, men etter nederlandske normer økes dekketykkelsen med ca. 1 cm pr. 0,5 m økning av platelengden.

For dekker av plastisk betong i friluft bør platelengden ikke overstige 25x minste dekketykkelse og 30x minste dekketykkelse i tunneler. (ref.2)

Betongdekke i tunnel får mindre fukt- og temperaturspenninger enn dekker i dagen. Dessuten er det ingen problemer med setninger eller dårlig undergrunn. Platelengden bør ikke overstige 30x dekketykkelsen (ref.2)

Dekker av valsebetong har ikke dybler i fugene. For å sikre god lastoverføring er det derfor best med korte plater og tynne fuger. På den annen side er valsebetongen tørrere og vil få mindre svinn enn plastisk betong. Det anbefales at platelengden på valsebetong som legges i dagen er på 5-7 m. I tunnel kan platelengden økes til 6-8 m(Ref.4)

Platebredde

Ved tverrfugene er ytterkanten av betongdekket det svakeste stedet på dekket. Derfor bør man ha så brede dekker at trafikklaster ledes minst 0,5 m fra platekanten. For å få til dette må dekket legges et stykke ut på skulderen. Hvis dekkebredden overstiger 5 m, legges inn en eller flere vinkelendringsfuger med forankringsjern.

Minstetykkelser

Det er satt minstekrav til den totale overbygningstykkelsen, se figur 5.4. Selve dekket blir dimensjonert ut fra K-modul på fundamentet og trafikkbelastningen, og det er for plastisk betong ikke satt minstekrav til dekketykkelsen. Når dekketykkelsen er bestemt, gjelder imidlertid spesielle regler for akseptkontroll, se ref. 2, pkt. 633.1.

Valsebetong skal ikke legges tynnere enn 15 cm ferdig komprimert.

Fuger

Betong vil utvide seg og trekke seg sammen ved endringer i temperatur og fuktighet. For å unngå ukontrollert oppsprekking legges inn fuger i dekket, både på langs og tvers. Det må også lages fuger mot faste konstruksjoner.

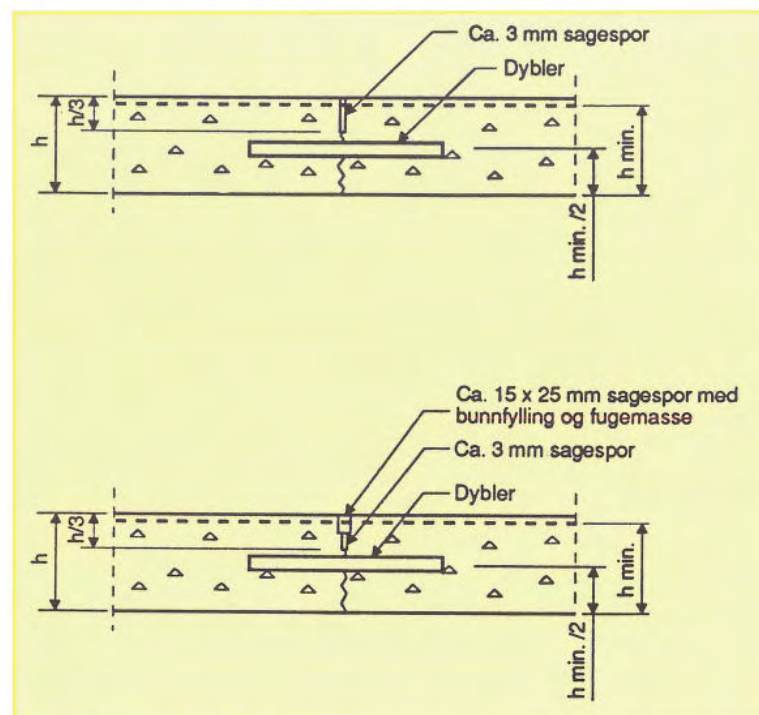
Fuger deles inn i 3 hovedgrupper:

- kontraksjonsfuger
- ekspansjonsfuger
- vinkelendringsfuger

Kontraksjonsfuger

Kontraksjonsfuger er den mest vanlige typen. Den primære oppgaven er å ta vare på betongens svinn og hindre ukontrollert oppsprekking. Fugen gir også mulighet til små vinkelendringer og noe ekspansjon (tilsvarende betongens svinn). Kontraksjonsfuger blir sagt ned til ca. 1/3 av tykkelsen på tvers av lengderetningen ca. 8-12 timer etter støping. Tidspunktet må tilpasses herdingen av betongen under de aktuelle temperaturforholdene. Avstanden mellom fugene er vanligvis ca. 5 m. Tverrfugene må gå over hele dekkebredden, dvs. at de ikke kan stoppe ved en langsgående fuge.

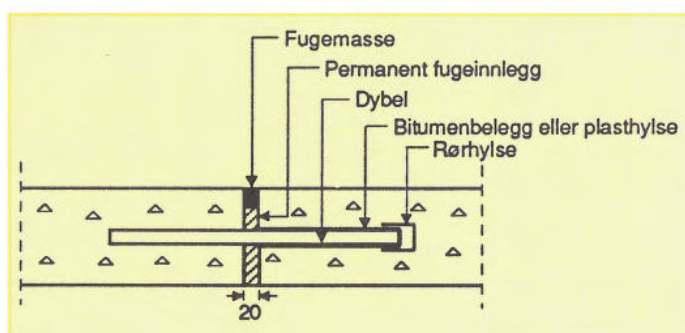
Uarmerte dekker bør forsynes med dybler av glatt stål $\varnothing 25$, c/c 300 mm, lengde 500 mm og stål kvalitet G250. Dyblene skal påføres glidemiddel i minst halve dybellengden +50 mm og må ligge parallelt med overflate og lengderetning av dekket.



Figur 4.2 Eksempler på uforseglet og forseglet tverrfuge (ref. 2).

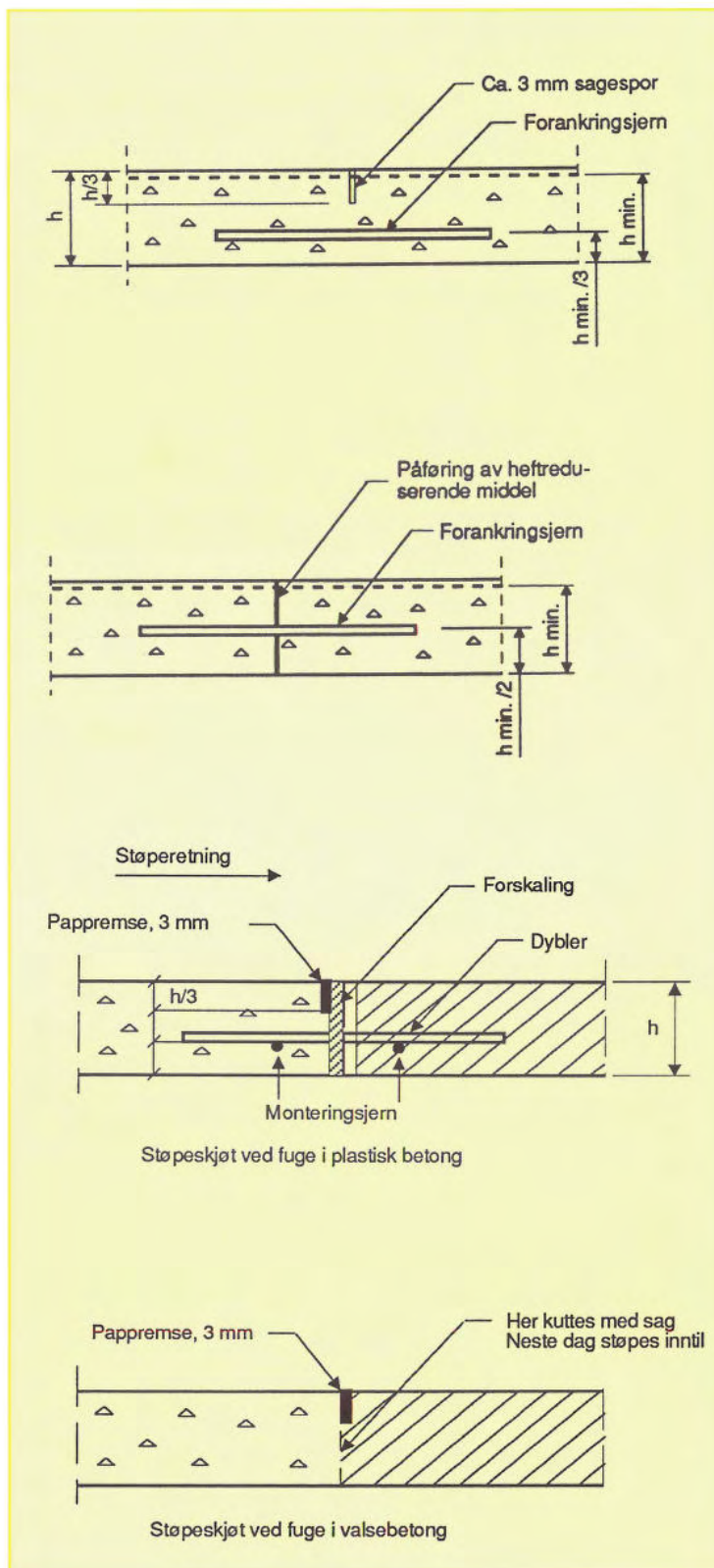
Ekspansjonsfuger

Ekspansjonsfuger brukes mot faste konstruksjoner, f.eks. bruer, og skal gi betongdekket mulighet til å ekspandere ved høy temperatur uten at det oppstår for store trykkspenninger i dekket. Hvis det ikke var slike fuger, kan betongplatene reise seg eller knuses i kantene. Ekspansjonsfuger har lik åpning gjennom hele dekketykkelsen og fylles med et kompressibelt materiale og tettes med fugemasse som hindrer vann, støv og skitt å trenge ned i fugen. Inn mot faste konstruksjoner må platelengden og fugeavstand tilpasses slik at det ikke blir en ugunstig liten avslutningsplate.



Figur 4.3 Eksempel på ekspansjonsfuge (ref. 2).

Vinkelendringsfuger brukes mellom kjørefelt dersom platen er bredere enn 5 m, se ref. 2. Fugen sages hvis flere felt støpes i ett, ellers vil støpeskjøten danne fugen.



Figur 4.4 Eksempler på langsgående fuger, saget fuge og konstruksjonsfuge (ref. 2).

Konstruksjonsfuger

Konstruksjonsfuger kommer ved stopp i utleggingen, f.eks ved avslutning på en arbeidsdag. Slike fuger må legges på stabilt bærelag av asfalt, sementstabilisert grus eller pukk. Ved grusbærelag forøvrig må plassering av konstruksjonsfuger bestemmes på forhånd og stabilisering utføres i god tid før legging av dekket. Utførelsen kan være som for en av de tre ovennevnte fugetypene. Dekker i plastisk betong avsluttes normalt mot en forskaling. I forskalingen monteres dybler i glattstål G 250, med 25 mm diameter og 500 mm lengde, i avstand c/c 300 mm. Et monteringsjern i kamstål med diameter 20 mm kan med fordel nyttes på hver side av fugen. Mellom forskalingen og betongen legges en 3 mm tykk pappremse med bredde h/3 som vist på figuren, istedet for sagsporet.

Før støp neste dag fjernes forskalingen, og dyblenes plassering kontrolleres og eventuelt justeres slik at utstikkende del med glidebelegg blir parallell med overflaten i lengderetningen.

Ved støpeskjøt i valsebetong avsluttes leggingen umiddelbart etter fugen. Før legging neste dag kuttes betongen med sag. Det overskytende fjernes, og utleggingen fortsetter. Også her legges pappremse, som for plastisk betong.

Avslutning mot skuldre

Skuldre bør fortrinnsvis utføres med betongdekke. Dekket på skulderen må da festes til kjørebandedekket med forankringsjern. Hvis skulder får asfaltdekke, bør betongdekket føres minimum 0,5 m ut på skulderen. Formålet med dette er at trafikklastene ikke skal komme på ytterkant av dekket.

Mellom betongdekke og asfaltskulder har det lett for å bli en åpen sprekk. Sprekken kan både lede vann ned i overbygningen og den kan fylles med støv og skitt som i neste omgang gir uønsket vegetasjon. Sprekken kan fylles med fugemasse, men det mangler foreløpig praktisk erfaring med hensyn til holdbarheten.

Avslutning mot asfalt

Avslutning mot asfalt gjøres vanligvis ved at dekkene legges butt-i-butt. Hvis det er forskjellig overbygningstykkelse og det er fare for ujevne telehiv i overgangen, må dette tas hensyn til, jfr. Statens vegvesen, Håndbok 018, kapittel 512.40(Ref.2)

Avslutning mot andre vegelementer

Kantstein blir vanligvis plasstøpt og forankret i dekket. Eventuelle kumlokk og sandfangrister utføres som flytende, og må ha ekspansjonsfuge mot dekket.

Forankring

Ved betongdekker i sterk stigning bør det vurderes om dekket skal forankres for å unngå at det sklir (ref. 2). Såvidt kjent har dette ikke vært utført i praksis.

4.4 FUNDAMENT/VEGELEMENTER

Frostsikring

Et betongdekke er noe mer utsatt for skader ved ujevne telehiv enn asfaltdekke. Frostsikring bør derfor vanligvis benyttes. Det gjøres forskjell på asfalt og betong når det er noe varierende grunnforhold og trafikkmengden er fra 1500 til 15 000 ÅDT, se figur 4.5. For asfaltdekke regnes her bæreevnmessig dimensjonering å være tilfredsstillende.

ÅDT	Vegtype	Grunnforhold	Frostsikring med	
			sand,grus,stein	isolasjonsmat.
0-1500	H, S, A	1,2,3	-	-
1500-15000	H, S	1	b	b
		2	h_2 (maks.1,2m)	h_{10}
		3	h_5 (maks.1,5m)	h_{10}
over 15000	H	1	h_2 (maks.1,2m)	h_{10}
		2	h_5 (maks.1,5m)	h_{10}
		3	h_{10} (maks.1,8m)	h_{10}

Grunnforhold:

1 = forholdsvis homogene, bare små, ujevne telehiv er ventet

2 = noe varierende, en del ujevne telehiv er ventet

3 = sterkt varierende, store, ujevne telehiv er ventet

Forklaringer:

H, S, A = hovedveg, samleveg, adkomstveg

h_2 , h_5 , h_{10} = tykkelser for frostsikringslaget ved en middels, 5 års og 10 års vinter. Verdiene for disse er vist i Statens vegvesen, håndbok-018 Vegbygging (ref. 2) for hver enkelt kommune.

b = bæreevnemessig dimensjonering ansees tilfredsstillende

Figur 4.5 Valg av dimensjonerende tykkelse for frostsikringslag. Veg med betongdekke (ref. 2, fig. 513.8).

Setninger

Et betongdekke vil bli liggende uten fornyelse i mange år. Setnings-skader kan derfor ikke rettes opp og gjemmes under nye slitelag som ved asfaltdekke. På dårlig grunn bør man derfor vurdere å gjøre tiltak i anleggsperioden som kan redusere faren for setningsskader senere. Slike tiltak kan være vertikale dren, forbelastning, lett fyllmasse, kjemisk stabilisering (kalk, sement, salt) eller masseutskifting.

Underlag for betongdekket

I «Vegbygging» er det satt minstekrav til overbygningens tykkelse se figur 4.5. Det er flere argumenter for oppbygging av et skikkelig fundament. Det ene er rent anleggsteknisk. Forsterkningslaget må ha en minstetykkelse for at anleggstrafikken og maskiner ikke skal sette hjulspor og deformere planum under utleggingen. Betongutleggeren må også ha et stabilt og tilstrekkelig jevnt fundament for å kunne legge dekket i riktig høyde og med riktig tykkelse. Det andre argumentet er forholdene i teleløsningen, noe som må tillegges stor vekt ved sammenligning med andre land. (ref. 2).

Det er ikke satt minstekrav til fundamentets bæreevne. Tykkelsen på betongdekket dimensjoneres etter fundamentets bæreevne og trafikkbelastningen. Under planleggingen bør regnes på flere kombinasjoner av forsterkningslags tykkelse og -kvalitet, samt dekketykkelse for å finne den optimale løsning.

*Forsterkningslag-/
Bærelagstyper*

Til forsterkningslag og bærelag benyttes de samme materialtyper som for veg med asfaltdekke. De forskjellige lagene vil gi en bæreevneøkning som avhenger av lagtykkelse og materialenes lastfordelende evne, se kap. 5 dimensjonering.

*Drenering
Erosjonssikring*

Drenering og erosjonssikring utføres som for veg med bituminøst dekke. Det stilles ingen spesielle krav pga. betongdekket. Imidlertid kan konsekvensene av dårlig drenering bli dyrere å utbedre fordi det kan bli nødvendig å legge nytt dekke. Det vises til kap. 11.1 i Statens vegvesen, håndbok-179 Betongdekker, del 2 (Ref.10).

Friksjonsforhold

Det er viktig at det er jevn friksjon mellom dekket og underlaget for å få en jevn oppsprekking i fugene. Ved varierende friksjon kan noen av fugene åpne seg mye, mens andre ikke åpner seg i det hele tatt. I stigninger kan det være nødvendig å forankre dekket mot underlaget for å hindre at platene siger nedover.

4.5 TRAFIKKBELASTNINGER

Aksellast

Betongdekkers varighet er avhengig av den trafikkbelastning dekket utsettes for. Det er antatt at hovedveger har 15 % tunge kjøretøy, 10 % på samleveger og 5 % på adkomstveger. Ved avvikende tungtrafikkandel må det gjøres en forholdsmessig korreksjon (ref. 2)

Ringtrykk

Spenningene som trafikklastene påfører betongdekket vil også være avhengig av andre faktorer som ringtrykk og formen på belastningsflaten. Maksimalt tillatt ringtrykk er $0,9 \text{ N/mm}^2$ (9 kg/cm^2), og det er lagt til grunn ved dimensjonering. Når det gjelder formen på belastningsflaten, er tvillinghjul mindre nedbrytende enn enkle hjul.

Slitasje

Slitasje på dekkets overflate er en annen følge av trafikken. Trafikkens innflytelse på slitasje er avhengig av piggdekkesesongen dvs. antall dager med piggdekk, andel av kjøretøy med piggdekk, andel tunge kjøretøyer, aksellast, hjultrykk og kjørehastighet. Dessuten økes slitasjen kraftig når dekket er fuktig.

4.6 MILJØFAKTORER

Støy og støv er tidligere beskrevet i pkt. 1.5.

Støy

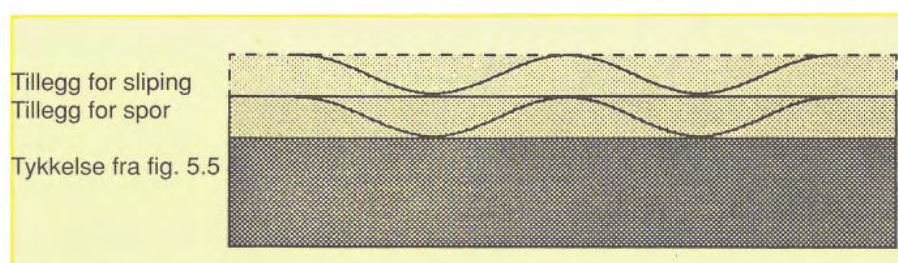
Hjulstøyen er bl.a. avhengig av dekkets overflatestruktur. Et tiltak for å redusere støynivået er å redusere største steinstørrelse. Redusert steinstørrelse vil imidlertid gi dårligere slitestyrke, slik at det må foretas en avveining mellom støy og slitasje.

Det er gjort undersøkelser som viste at støvet fra betongdekker har finere korn enn støv fra asfaltdekker. I tunnel er det finere støvet (svevestøv) et større problem med hensyn til lysspredning og siktreduksjon enn grovt støv og det virvles dessuten lettere opp av trafikken. Asfaltstøvet er noe mer klebrig slik at det lettere blir liggende. Imidlertid er problemene med sikt i tunnel hovedsaklig forårsaket av sot fra eksos (ref. 9), og mengden av slitasjestøv kan reduseres med renhold etter fastsatte rutiner.

4.7 FREMTIDIG VEDLIKEHOLD

Selv om betongdekker har god slitasjemotstand, vil det bli hjulspor som til slutt overskrider den maksimalgrensen som er satt i vedlikeholdsstandarden (ref. 3). Slitestyrken er for en stor del avhengig av betongfastheten og kvaliteten på tilslagsmaterialene.

For betongdekker kan det legges opp til at dekket skal slipes en eller flere ganger. Dekket må da legges så tykt at gjenværende dekke, etter sliping, tåler trafikkbelastningene. Dimensjoneringsmetoden er slik at det ikke må slites slike spor at dekket blir tynnere enn dimensjonerende tykkelse i dimensjoneringsperioden, se figur 4.6.



Figur 4.6 Illustrasjon på total dekketykkelse som er delt opp i tykkelse for nødvendig bæreevne, tillegg for tillatt spordybde og tillegg for sliping av rygger mellom spor som vedlikeholdstiltak (ref.2).

Det er nå også mulig å foreta sporfylling med betong eller påstøp i full bredde i stedet for sliping, og dekket kan da legges uten slipemonn se Veiledning Betongdekker. Del II Vedlikehold. (ref. 10).

5

Dimensjonering av betongdekker

5.1 INNLEDNING

Med dimensjonering mener vi bestemmelse av materialtyper og tykkelser, både for dekket, forsterkningslag og eventuelt bærelag. Dimensjonering av veg med betongdekker er beskrevet i Statens vegvesen, håndbok-018 Vegbygging (Ref.2) Dimensjoneringsmetoden er utarbeidet spesielt for betongdekker og er løst fra dimensjonering av veg med bituminøst dekke. Felles for de to metodene er behandling av trafikkbelastningen og klassifisering av undergrunnen i bæreevnegrupper.

5.2 BRUK AV DIMENSJONERINGSDIAGRAM

Undergrunn

De forskjellige undergrunnstyper er delt inn i bæreevnegrupper etter den bæreevne disse erfaringsmessig har, se figur 5.1. Inndelingen er den samme som for dimensjonering av veg med bituminøst dekke. Det er lagt vekt på materialenes telefarlighet som uttrykk for forholdene i teleløsningen, dvs. når materialene er oppbløtt.

Undergrunn	Bæreevne-gruppe	E-modul MPa	K-modul 10^{-2} N/mm ³
Tunnel			25
Fjellskjæring, steinfylling > 2 m, T1	1	110	9
Grus, sand Cu \geq 10, T1	2	110	9
Sand, enskornig, Cu < 10, T1	3	75	6
Fjellskjæring, steinfylling, T2	3	75	6
Grus, sand, morene, T2	4	50	3
Grus, sand, morene, T3	5	30	2
Leire, silt, T4	6	20	1

Figur 5.1. Inndeling av undergrunnsmaterialer i bæreevnegrupper med veiledende E-modul og K-modul (Ref.2)

På bløt leire, myr og annen særlig dårlig undergrunn skal det utføres spesielle tiltak for å forbedre undergrunnens bæreevne, se «Vegbygging» (Ref.2)

K-modul for undergrunnen kan bestemmes ved platebelastningsforsøk, CPT (Cone Penetration Test), DCP (Dynamic Cone Penetration), sonde, CBR-metoden (Californian Bearing Ratio) o.a. Den målte K-modulen, med et gitt vanninnhold på måletidspunktet, må korrigeres ved laboratorieforsøk i vannmettet tilstand på de samme materialene, fordi konstruksjonen skal dimensjoneres for underbygningens mest ugunstige tilstand.

Av figurene på side 34 (fra Håndbok 018.) brukes den målte K-modul for undergrunnen til å beregne K-modul for den samlede konstruksjonen under betongdekket. Denne danner basis for dekkets tykkelse.

Forsterkningslag og bærelag

Betongdekket legges på et stabilt og nøyaktig avrettet underlag (fundament). Fundamentet kan være et tynt avrettingslag på en god undergrunn, og det kan bestå av flere forskjellige materialtyper i tykke lag på en lite bæredyktig undergrunn. Hvert lag vil gi en økning av K-modulen og reduserer dermed tykkelsen på selve dekket.

Økningen av K-modulen er avhengig av lagtykkelsen og av materialets lastfordelende evne. Man kan få den samme økningen ved å bruke et tynnere lag av et godt materiale sammenlignet med et standardmateriale. I «Vegbygging» (Ref.2) er det 6 diagrammer for forskjellige materialtyper, med lagtykkelser og tilhørende endring av undergrunnens K-modul. Hvilket av diagrammene som skal brukes, kommer an på materialets lastfordelingskoeffisient, se figur 5.3.B

Fremgangsmåten ved dimensjonering blir at man først finner diagrammet for materialtypen i det nederste laget i overbygningen. I diagrammet finnes undergrunnens bæreevnegruppe på horisontalaksen, og man trekker en linje vertikalt opp til kurven for den aktuelle lagtykkelsen. Den korrigerte K-modulen leses av på vertikalaksen til venstre.



Fig. 5.2 Nylagt dekke dimensjonert for 2 ganger sliping

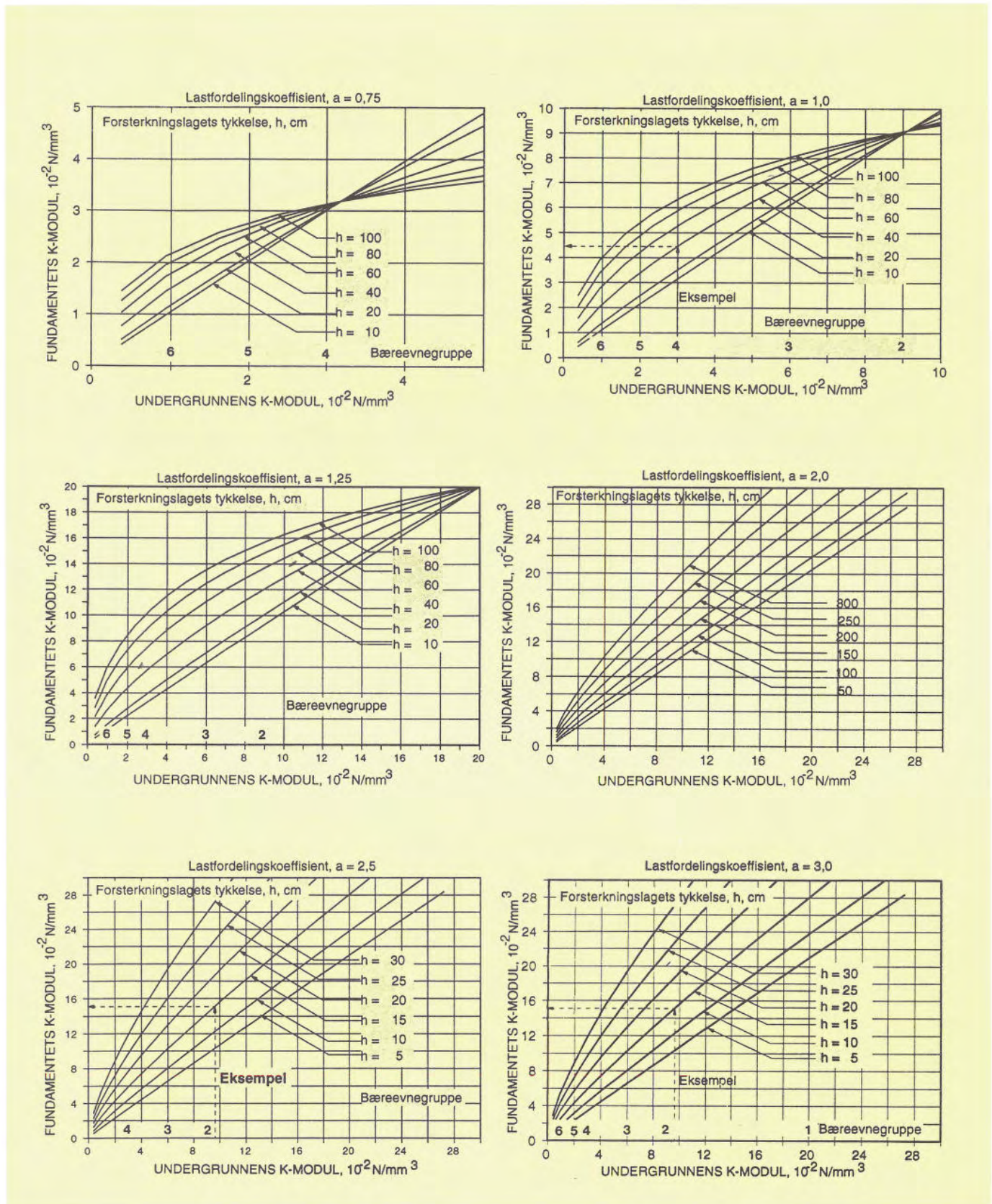
Dersom det er flere lag i overbygningen, fortsetter man i diagrammet for materialtypen i lag 2. Man starter på horisontalaksen med den korrigerte K-modul fra laget under og gjør samme avlesning i diagrammet som beskrevet for nederst lag.

Diagrammene for beregning av korrigert K-modul er vist på figur 5.3.B på side 34.

Materialtype		E-modul MPa	Lastfordelings- koeffisient a
Asfaltert grus	Ag	1) 3000	3,0
Sementstabilisert grus	Cg	2) 2000	2,5
Asfaltert puk	Ap	1000	2,0
Penetrert puk	Pp	375	1,5
Knust grus, knust fjell	Gk, Fk	200	1,25
Kult, sprengt stein med $d_{maks} \leq 0,5 \cdot h$		110	1,0
Forsterkningslagsgrus		110	1,0
Sand, sprengt stein med $d_{maks} > 0,5 \cdot h$		50	0,75

- 1) Normalverdi
- 2) Gjelder ved betongdekke

Figur 5.3. Lastfordelingskoeffisient og veiledende E-modul for noen materialtyper i forsterkningslag/bærelag. (ref. 2 Kap.5)



Figur 5.3.B Beregning av korrigert K-modul for betongdekkets fundament ut fra undergrunnens K-modul samt tykkelse og last-fordelingskoeffisient for forsterkningslag og bærelag (ref. 2 Kap.5)

I «Vegbygging» er det satt minstekrav til overbygningens totale tykkelse, se figur 5.4. Før selve dekket dimensjoneres, bør det undersøkes om tykkelse på forsterkningslag og bærelag samt antatt dekketykkelse vil overholde dette kravet.

Bæreevne-gruppe	ÅDT			
	0-1500	1500-5000	5000-15000	> 15000
3	40	40	50	50
4	40	40	60	70
5	50	55	70	80
6	60	70	90	100

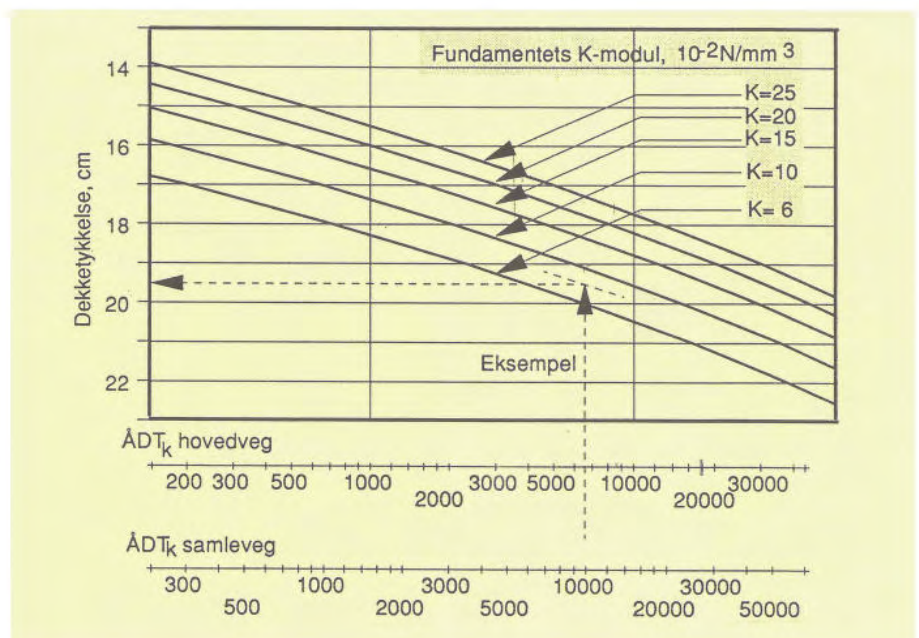
Figur 5.4. Minste overbygningstykkelse, cm. (ref. 2 kap.5)

Dimensjonering av dekket

Dimensjoneringsmetoden er basert på spenningsberegning med bruk av Westergaards ligninger og metoden som er utarbeidet av Portland Cement Association (PCA). Metoden er basert på at hver last gir et bidrag til utmatting av dekket. Størrelsen på utmatningen er avhengig av spenningen som lasten påfører dekket og hvor mange slike pålastninger betongen vil tåle før brudd.

Eksempel

Betongdekket dimensjoneres først for betongkvalitet C45, se figur 5.5. Tykkelsen på dekket er avhengig av trafikkmengden og K-modul på fundamentet (dekkets underlag). I dimensjoneringsdiagrammet trekkes en linje opp fra trafikkmengden for den aktuelle vegtypen til kurven som passer med beregnet K-modul for fundamentet. Om nødvendig kan det interpoleres mellom kurvene. I figuren er det vist dimensjonering av samleveg med ÅDT_k 10 000 og K-modul på 8 (10^{-2} N/mm³). Dekketykkelsen leses av til 19,5 cm på skalaen til venstre i diagrammet.



Figur 5.5. Dimensjonering av betongdekke med betongkvalitet C45 ut fra trafikkmengde og stivheten på betongdekkets fundament.(ref. 2 kap.5)

Ved bruk av betong med høyere fasthet enn C45 kan dekketykkelsen reduseres ved å multiplisere med en korreksjonsfaktor. Korreksjonsfaktoren avtar med trafikkmengden og med økende betongkvalitet, se figur 5.6.

Bestemmelsen av betongdekkets tykkelse skjer i to omganger, en med hensyn til bæreevne og utmatting og deretter gis et tillegg for sporslitasje og for eventuell sliping.

Den bæreevnemessige dimensjoneringen gir en betongdekketykkelse som skal ha tilstrekkelig bæreevne og styrke til å tåle trafikkbelastningene i dimensjoneringsperioden uten å sprekke opp. Piggdekksslitasjen vil redusere dekketykkelsen, og det må derfor gis tillegg på tykkelsen for den reduksjonen som slitasjen medfører, dvs. tillatt spordybde. Videre må det også gis tillegg for sliping, dersom vedlikeholdet av dekket er basert på at spordybden reduseres ved å slipe ned ryggene mellom sporene.

Armerte betongdekker dimensjoneres på samme måte som uarmerte dekker, men på visse forutsetninger kan tykkelsen reduseres, se «Vegbygging» kap.6 (Ref.2)

5.3 MATERIALKVALITET

Trafikkmengden vil være avgjørende for hvilken betongkvalitet som velges. I tillegg må betongsammensetningen tilpasses den dekketypen som skal legges, og hvilken type utlegger som skal benyttes.

Forsøk har vist at økt betongkvalitet gir redusert slitasje. En økning av betongkvaliteten fra C45 til C75 gir nær 50 % redusert slitasje. (ref. 11). For betongkvaliteter over C75 er forskjellen avtagende og er i høy grad også avhengig av tilslagsmaterialene.

Valg av betongkvalitet blir et regnestykke der verdien av betongens slitasjeegenskaper må veies opp mot de merkostnader som økt betongkvalitet og mer slitesterke tilslagsmaterialer medfører.

På veger med stor trafikk (ÅDT > 10.000) vil det være lønnsomt å velge en betongkvalitet på C75. Steinkvaliteten skal oppfylle kravene til steinklasse vist i fig. 6.2. Hvis det finnes alternative muligheter på stedet, og det bør stilles spesielt store krav til slitestyrke, kan det bli aktuelt å utføre slitasjeforsøk på ulike betongsammensetninger og steintyper.

Betongkvalitet	Korreksjonsfaktor				
	C 45	C 65	C 75	C 90	C 105
ÅDT:					
0 - 1500	1,00	0,90	0,86	0,82	0,78
1500 - 5000	1,00	0,92	0,89	0,86	0,83
5000 - 15000	1,00	0,95	0,92	0,89	0,87
over 15000	1,00	0,97	0,95	0,93	0,92

Figur 5.6 Korreksjonsfaktorer for dekketykkelse ved betongkvaliteter høyere enn C 45. (ref. 2 kap.5)

Normalkvalitet
Høyfast betong

6

Krav til dekket

6.1 GENERELT

Kravene til dekket er delt i to - krav til ferdig dekke og materialkrav. Krav til ferdig dekke finnes i håndbok 018 «Vegbygging» (ref. 2).

De viktigste materialkravene finnes i NS 3420, kapittel K37 og L5, og i «Vegbygging»(Ref.2). Det stilles krav både til ferdig betong og til delmaterialene som inngår.

Statens vegvesen, håndbok 025, Prosesskode - 1 (ref. 15), inneholder arbeidsbeskrivelser, men ingen krav hverken til betong eller delmaterialer. Statens vegvesen håndbok-026, Prosesskode - 2 (ref. 16), gjelder hovedprosess 8, bruer og kaier. Denne inneholder en del krav bl.a. til betong, men disse kravene gjelder bare for bruer.

6.2 KRAV TIL FERDIG DEKKE

I hovedsak er det samme krav til overflaten av et betongdekke som til et asfaltdekke. Kravene er gitt i «Vegbygging»(Ref.2) Figur 6.1 gir et sammendrag av kravene.

Vegtype	Hovedveger (H) Enkeltverdi	Samleveger (S) Enkeltverdi	Adkomst- og GS-veger (A) Enkeltverdi
Høyde:			
Maks.	+10	+15	+20
Min.	-10	-15	-20
Bredde:			
Maks.	+200	+200	+200
Min.	-100	-100	-100
Jevnhet tvers:			
Maks.	6 [5]	8 [7]	8 [7]
Jevnhet langs:			
Maks.	4 (2)	6 (2,5)	6 (2,5)
Tverrfall over 2 m	4	6	6

[] Orienterende ULY-verdier

() Orienterende IRI-verdier

Figur 6.1. Toleranser (mm) geometriske krav og jevnhet. For bredde gjelder også at middelvei skal være maks. 200 og min. 0. Krav til jevnhet kontrolleres med 3 m rettholt. Kontrollomfang for tverrfall bør bestemmes etter visuell vurdering. (ref. 2)

<i>Krav til høyde</i>	Krav til høyde gjelder generelt for betongdekker. For asfaltdekker skal det settes krav til høydetoleranser hvor det er nødvendig pga. tilpasning til konstruksjoner ol. (Ref. 2)
<i>Utbedring av svanker</i>	Oppfylling med reparasjonsmørtel som nulles ut mot sidene tillates ikke. Området bør slipes/freses, og påstøp avsluttes mot rettskåret kant på minst 25 mm. Overflaten bør gis en struktur og et utseende som den tilstøtende betongen. Langsgående skjøter i hjulsporet bør ikke tillates. (Ref.. 2)
<i>Jevnhet</i>	Vegdekker av betong skal legges ut med egnet utstyr. Utstyret som brukes, skal dokumenteres å kunne oppfylle gjeldende jevnhetskrav. Før utbedring av ujevnheter skal ujevnhetenes form registreres. På betongdekker skal det ikke brukes utstyr som skader fuger osv. (Ref.2)
<i>Tverrfall</i>	Vegdekker av betong skal ha et tverrprofil som gir god vannavrenning. Når plansliping av sporslitt dekke er forutsatt som fremtidig vedlikeholdstiltak, skal skuldrene være utformet i samsvar med dette. (Ref. 2)
<i>Tykkelse</i>	Dimensjonering av dekkets tykkelse er vist i pkt. 5.5. Dekketykkelsen skal holdes jevnest mulig. Tykkelsen bør ikke på noe punkt avvike mer enn 20 % fra fastsatt forbruk. (Ref.2) Ved prøvetaking bør minst 80 % av prøvene ha tykkelse som er større eller lik den prosjekterte tykkelsen, minst 95 % bør være større eller lik 95 % av den prosjekterte tykkelsen, og ingen prøver bør være mindre enn 80 % av den prosjekterte tykkelsen. Nærmere beskrivelse av prøvetaking, omfang og gjennomføring er gitt i kap. 9 og i Statens vegvesen,håndbok 015 «Feltundersøkelser» (Ref.. 12) og (Ref.2 for valsebetong).
<i>Friksjon</i>	Vedlikeholdsstandarden (ref. 3) setter krav til friksjonskoeffisienten. Friksjonen skal måles på vått dekke i 60 km/time og friksjonskoeffisienten skal ikke ligge under 0,4 på noen del av dekket. Kravet gjelder generelt for faste dekker. Nylagt dekke kan ha lav friksjon pga. en viss mørtelanrikning på overflaten. Problemet reduseres ved å holde en jevn og tett kornkurve. Membranherder på voksbasis kan også medvirke til at nytt dekke blir glatt. Mørtelen i dekkeoverflaten vil bli slitt bort av piggdekkene slik at det grove tilslaget frilegges. Hvor lang tid dette tar vil avhenge av trafikkmengden og betongkvaliteten, men vanligvis er ikke friksjonen noe problem etter den første vinteren.
<i>Overflatestruktur</i>	Betongdekkets overflate skal gi god kjørekraft. For ikke å få en for grov struktur i overflaten når man er ferdig med initialslitasjen, velges vanligvis ikke D ₉₉ større enn 22 mm. (se ref. 2 kap.6)

Strukturen på nylagt dekke kan forbedres på flere måter:

- ved frilegging av steinmaterialene i betongen ved hjelp av retarder og stålkost
- ved teksturering av riller på langs eller tvers av kjørebanelen i forbindelse med utlegging
- ved lett sliping etter herding

Steinreir i overflaten tillates ikke (Ref.5). Faren for steinreir kan reduseres ved å redusere størrelsen på pukktilslaget og ha en jevn kornkurve på tilslaget. Man må ta hensyn til faren for separasjon ved behandling av tilslag og ferdig betong.

Riss er uønsket fordi de medfører en svekkelse av betongens styrke, og det er fare for at riss utvikler seg til sprekker.

6.3 MATERIALKRAV

Betongkvalitet

Trykkfasthet blir som regel benyttet som mål på betongens styrke selv om belastningen på betongdekket tilsier at bøyestrekfasthet er en riktigere parameter. Krav til karakteristisk trykkfasthet og behandling av måleresultatene er vist i NS 3420, kapittel L5. Spaltestrekfasthet brukes også for kontroll av betongens egenskaper.

Kravet til betongens styrke skal både sikre at dekket tåler belastningene fra trafikken uten å sprekke opp og det skal sikre at slitestyrken blir som forutsatt.

Gjennom hele prosessen må det sikres mot separasjon i betongen. Separasjon gir dårlig overflatestruktur, dårlig tetthet og lavere styrke enn forutsatt. Blant tiltak som vil redusere problemer med separasjon nevnes:

- riktig behandling av ferdig betong og tilslagsmaterialer, lagring, lasting og lossing
- jevn kornkurve på tilslaget (ikke partikkelsprang)

Slitestyrken på ferdig dekke blir vanligvis ikke målt. Et stort antall målinger på støpte prøver og utsagde elementer er utført i Norcem's Veisliter'n. Disse målingene har gitt et godt grunnlag til å proporsjonere slitesterk betong. Slitestyrken kan kontrolleres indirekte ved å måle betongfastheten, eller komprimeringsgraden for valsebetong, og holde god kontroll med tilslagets kvalitet (sprøhet, abrasjon og kornfordeling) under produksjon av betongen.

Komprimeringsgrad

For valsebetong er det satt krav til komprimeringsgrad avhengig av trafikkmengde, se ref. 2 kap.6.

Sement og tilsetningsmaterialer

Det skal brukes sement som tilfredsstillende kravene i NS 3098.

Sementer som fyller kravene i NS 3098, kan ha ulik sammensetning og ulike bruksegenskaper. All utprøving skal derfor utføres med den sement som er aktuell.

Da det kan være ulikheter i sementers karakteristika, kan endring av sementtype medføre endringer også i betongens brukskarakteristika og dermed den etablerte brukererfaring. (ref. 5 s. 129)

Til plastisk betong kan det benyttes sement av typene P30, MP30 eller HS65. Til valsebetong har det hittil vært benyttet P30 og RP38. P30 er den vanligste sementen i Norge og kan brukes til de fleste formål. Den har ikke spesielt høy tidligfasthet og har normal varmeutvikling.

MP30 er en modifisert Portlandsement som inneholder 20 % flyveaske. Bruksområdet er det samme som for P30.

HS65 (tidligere kalt P30-4A) er sementen for høyfast betong. Ved bruk av andre sementer er det vanskelig å oppnå høyfast betong.

RP38 er en finmalt sement som gir rask fasthetsutvikling. Den gir også rask varmeutvikling som gjør sementen fordelaktig ved støping i kaldt vær.

Sement skal lagres tørt. Sement som utsettes for direkte fuktighet, kan skades i løpet av kort tid. Sekker som lagres ute på paller o.l., må tildekkes.

Tilslag

Tilslag skal bestå av værbestandige materialer. Porøse, skifrige, forvitrede eller sterkt glimmerholdige bergarter skal ikke brukes. Kornkurven bør være jevn, dvs. uten partikkelsprang. Statens vegvesen håndbok-018 «Vegbygging» (Ref.2)) anbefaler øvre kornstørrelse, D_{99} , i området 16-22 mm. For valsebetong er det samme sted gitt grensekurver for tilslag til valsebetong.

Tilslag skal prøves før bruk. Prøvingen skal minst omfatte bestemmelse av korngradering og innhold av humus og oppslembare stoffer. I enkelte prosjekter har det vært krevet petrografisk analyse av tilslaget.

		ÅDT				
Dekke- type		300 - 1500	1500 - 3000	3000- 5000	5000 - 15000	> 15000
Betong, C70- C90	Steinklasse Flisighetstall Abrasjons- verdi				2 1,45 0,45	1 1,45 0,40
Betong, C40- C70	Steinklasse Flisighetstall Abrasjons- verdi			3 1,45 0,55	2 1,45 0,45	2 1,45 0,40
Valse- betong, C35- C55	Steinklasse Flisighetstall Abrasjons- verdi	3 1,45 (0,65)	3 1,45 0,55	3 1,45 0,55	2 1,45 0,45	

Rastrert felt angir «ikke vanlig bruksområde».
() = ønsket abrasjonsverdi.

Figur 6.2. Krav til steinklasse, flisighet av materialer > 11,2 mm og abrasjonsverdi for dekketilslag (ref. 2).

Tilsetningsmaterialer

Tilsetningsmaterialer er finfordelte materialer som tilsettes betongen i små mengder med sikte på å oppnå eller forbedre spesielle egenskaper. Tilsetningsmaterialene anvendes normalt i slike mengder at deres volum må tas hensyn til ved betongproporsjonering.

Tilsetningsmaterialene utgjør en del av bindemiddelet eller av tilslaget. Av tilsetningsmaterialer kan nevnes:

- Silikastøv
- Flyveaske
- Finmalt slagg
- Steinmel (filler)

I Norge brukes ikke finmalt slagg og flyveaske i nevneverdig grad som tilsetningsmateriale, men flyveaske er innmalt i MP30 sement som en del av denne. (ref. 13)

Silikastøv består av meget små partikler og er et biprodukt fra ferrolegeringsindustrien. Det reagerer kjemisk sammen med sementen og gir en betong som har høyere fasthet, er tettere og har bedre frostbestandighet.

Silikastøvet binder vann i betongen og det må derfor tilsettes plastiserende stoffer for å redusere vannbehovet. Statens vegvesen tillater inntil 5 vektprosent silikastøv i forhold til mengden portlandsement (ref. 16, prosess 84.4.6). (NS 3420 tillater inntil 10 vektprosent silikastøv).

Tilsetningsstoffer

Tilsetningsstoffer skal før bruk prøves med hensyn til dosering og oppnådde virkninger under de stedlige betingelser og med de delmaterialer som skal benyttes til betongfremstillingen, se NS 3420.

Tilsetningsstoffer brukes i relativt små mengder (0,1-2 % av sement + silika) for å oppnå spesielle egenskaper på betongen.

Plastifiserende stoffer, P-stoff og SP-stoff, benyttes sammen med silika for å redusere vannbehovet.

Luftinnførende stoffer, L-stoff, brukes for å øke betongens frostbestandighet samt smidighet og støpelighet.

Vann

Vann skal ikke inneholde forurensninger av en slik art eller slike mengder at det er skadelig for betongen eller armeringen. Det skal ikke benyttes vann som gir trykkfasthet lavere enn 90 % av den fasthet som oppnås ved bruk av destillert vann.

Statens vegvesen godkjenner ikke sjøvann som blandevann i betong av noe slag, selv om NS 3420 tillater rent sjøvann ved fremstilling av uarmerte konstruksjoner.

Masseforholdet

Miljøklasse MA (meget aggressivt) skal brukes for betongdekker. Statens vegvesen har satt høyere krav til masseforholdet enn NS 3420 (maks. 0,40 contra 0,45) og minste bindemiddelmengde (340 contra 300 kg/m³ betong). Bindemiddelmengden er satt sammen av sementmengde og silikamengde multiplisert med virkningsfaktoren 2,0, mens NS 3420 bruker faktoren = 1,0. (Ref. 16).

7

Kontraktsutforming

7.1 INNLEDNING

De aller fleste betongdekker, med enkelte unntak for valsebetongdekker, blir utlyst på anbud. Hensikten med å lyse ut på anbud er å få lavest mulig pris på betongdekker med riktig kvalitet. I en del tilfeller vil Statens vegvesen selv delta, med egenregianbud, på lik linje med entreprenørene. Vegvesenet har i sin strategi for betongdekker lagt til grunn at det skal være konkurranse om legging av vegdekker og at det skal legges en viss mengde betongdekker hvert år slik at betong består som et alternativ til asfaltdekker.

Hensikten med dette kapitlet er å trekke frem en del viktige punkter i forholdet mellom byggherre og entreprenør. Det vil naturlig nok være en del sammenfallende punkter mellom dette kapitlet og kap. 9 kvalitetssikring.

7.2 KONTRAKTSFORUTSETNINGER/ BESKRIVELSER

Statens vegvesen skal benytte retningslinjene Statens vegvesen, håndbok-066 Anbudsgrunnlag, Bygg- og anleggsarbeider» (ref. 18) til alle bygg- og anleggsarbeider. Anbudsgrunnlag inneholder bl.a. anbudsbestemmelser og kontraktsbestemmelser og er den formelle delen av avtalen mellom byggherre og entreprenør. Bestemmelsene skal i hovedsak benyttes uendret, men det er gitt adgang til å gjøre tilpasninger etter behov. For det enkelte anlegg kan det være aktuelt å lage spesielle anbudsregler og kontraktsbestemmelser, og det må utarbeides planer med beskrivelser og mengdefortegnelse.

Mange dokumenter er viktige for kontrakten mellom byggherre og entreprenøren. Som regel vil «Prosesskoden» (ref. 15) være grunnlag for beskrivelse av arbeidet som skal utføres, og for mengdeangivelse. Herunder kommer lengde og bredde (areal) for betongdekket, tykkelse mm.

«Prosesskoden» har bare i liten grad beskrivelse av kvaliteten på det arbeidet som skal utføres. Derfor må anbudet suppleres med spesielle beskrivelser. De spesielle beskrivelsene vil for en del være hentet fra «Vegbygging» (ref. 2). Viktige krav til betongdekket er jevnhet, høyde og betongkvalitet. Betongkvaliteten blir som regel beskrevet som fasthetsklasse, f.eks. C75, selv om betongens motstand mot slitasje er en like viktig parameter.

Anbudet kan være utformet med alternative utførelser på enkelte punkter. Entreprenøren kan da gi flere priser på arbeidet. I kontrakten må det imidlertid beskrives hvilken utførelse byggherren ønsker. Noen ganger blir entreprenøren oppfordret i anbudet til å komme med beskrivelse og pris på alternativ utførelse. Denne kan bli valgt dersom den vil medføre fordeler for byggherren.

Det kan i tillegg stilles en rekke andre betingelser som entreprenøren skal oppfylle og gjøres avtale om en del forhold som ikke er nevnt ovenfor.

7.3 KONTRAKTSFORM

Det er to prinsipielt forskjellige måter å utforme kontrakten mellom byggherre og entreprenør: Enhetspriskontrakt og funksjonskontrakt.

Enhetspriskontrakt

De aller fleste anbud baserer seg på bruk av mengder og enhetspriser. Det stilles forskjellige krav til materialer og utførelse som skal sikre at byggherren får den ønskede kvalitet på dekket. Hvis entreprenøren oppfylder de beskrevne kravene, så er det byggherrens ansvar at resultatet på vegen blir som ønsket.

Funksjonskontrakt

Den andre formen, funksjonskontrakt, har kommet i de senere årene. I funksjonskontrakt stilles krav til hvordan dekket skal være i en avtalt tidsperiode. Det kan f.eks. settes krav om at spordybden ikke skal overstige 15 mm i en 5 års periode. Ansvar for sluttproduktet overlates dermed til entreprenøren og det er opp til ham å velge materialer og utførelse slik at kravet blir oppfylt.

Ved funksjonskontrakt, basert på SPSV, blir det normalt utført spormåling høst og vår som grunnlag for beregning av slitasjen. Denne vinterslitasjen blir benyttet overfor entreprenøren, men for vegholder er det den totale slitasjen, der også spordannelsen for asfaltdekker om sommeren er inkludert, som er avgjørende.

For begge kontraktstypene er det viktig å beskrive hvordan resultatene skal måles, hvor mange prøver og hvordan avvik skal behandles i forhold til oppgjøret mellom byggherre og entreprenør. I funksjonskontrakter vil det også være nødvendig å presisere under hvilke betingelser garantiene gjelder. Det tenkes da bl.a. på trafikkmengde og klimatiske forhold.

7.4 RESEPTOPPBYGGING/RESEPTKRAV

Målet for betongdekket er at det skal være et dekke med gode overflateegenskaper og at det er motstandsdyktig mot piggdekk, bruk av salt i vintervedlikeholdet og at det har styrke til å tåle belastningene fra tunge kjøretøy.

For å oppnå disse målene må det stilles krav til forskjellige egenskaper hos dekket, til betongkvaliteten og til materialene som inngår i betongen.

Arbeidet med å finne frem til den aktuelle sammensetning av betongen

må starte i god tid før dekket skal legges. Første skritt vil være å bestemme en tilsiktet fasthetsklasse for betongen og bestemme hvor tilslagsmaterialene skal hentes fra. Aktuelle tilslagsmaterialer undersøkes i laboratoriet med bestemmelse av kornkurve, sprøhet og abrasjon samt undersøkelse av mineralogisk sammensetning. Materialer til betongproduksjon skal godkjennes av byggherren i god tid før legging av dekket. Tilslagsmaterialene skal tas fra forhåndsgodkjente produsenter.

Videre arbeid vil bli laboratorieundersøkelser for å finne den beste sammensetning av tilslagsmaterialene og gjøre prøveblandinger for å finne fram til den riktige resepturen. For sammensetning av tilslaget vises til Statens vegvesen Intern rapport 1644. «Dekker i betong» og Intern rapport «Kornfordelingens betydning for produksjon av høyfast vegbetong» s. 30-31. Ref. 21 og 22. Prøveblandingen brukes til å måle trykkfasthet. Hvis det er mulig, bør også bøyestrekfasthet eller spaltstrekfasthet måles. Prøvemethodene er beskrevet i Statens vegvesen, håndbok-014 «Laboratorieundersøkelser», se ref. 17 .

Prøveblandingen skal utføres etter den valgte resepten.

En sammenligning mellom forskjellige betongkvaliteters slitestyrke kan gjøres indirekte ved å måle abrasjon og sprøhet på tilslagsmaterialene. Slitestyrken beregnes av produktet $a\sqrt{s}$. Hvis mulig, kan måling av slitestyrke utføres på betongprøver i Norcems «Veisliter'n» eller tilsvarende maskin. Trøger apparat ansees å være mindre godt egnet for å måle slitestyrke på betong.

Betong skal være frostbestandig, men det er vanligvis ikke vanskelig å oppnå for vegbetong.

Hvor mye arbeid som skal legges ned i forundersøkelsene, er avhengig av om det foreligger tidligere prøveresultater med samme tilslagsmaterialer og tilnærmet samme resept.

Før dekkeleggingen settes igang bør det gjøres en prøveutlegging for å undersøke hvordan betongen oppfører seg under produksjon og i utleggeren. Det vil ofte være behov for små justeringer av resepten for å få en betong som går godt gjennom utleggeren og lar seg rette av med god jevnhet og stabilitet.

7.5 KRAV TIL BLANDEVERK/RIGG

Blandeverket må kunne levere betong som er tilstrekkelig godt blandet, og ha leveringskapasitet som er tilstrekkelig for å unngå produksjonsstopp på utleggeren. For blandeverk som ikke tidligere er benyttet til vegbetong, kan det være aktuelt å kreve dokumentasjon av både kapasitet og kvalitet.

Nøyaktigheten i veiing av delmaterialene er helt vesentlig for å kunne produsere betong med ønsket kvalitet.

Videre er verkets blandeeffekt meget viktig. Blandeeffekten er forskjellig for de enkelte blandeverkstypene.

Det vises til pkt. 8.2.

7.6 KRAV TIL TRANSPORT

Det kanskje viktigste kravet til transport er at kapasiteten er tilstrekkelig til å unngå stopp på utlegger og i blandeverket. Særlig er stopp på utlegger uønsket fordi det svært ofte medfører en ujevnhet i dekket. Produksjonsstopp i verket pga. manglende biler er også uønsket fordi den manglende produksjonen kan forplante seg til stopp på utleggeren i neste omgang.

Utleggerens kapasitet vil være dimensjonerende for transportopplegget. Hvis utleggeren krever 100 m³/time, må antall biler beregnes for denne kapasitet med tillegg av en sikkerhetsmargin. Kapasiteten pr. bil blir lasteevnen multiplisert med antall turer pr. time. I tillegg til kjøretid frem og tilbake må det regnes med ventetid både ved verket og ved utleggeren slik at antall turer pr. time gir uttrykk for den reelle kapasiteten. Antall biler finnes da ved å dividere ønsket kapasitet med kapasitet pr. bil.

Betong kan transporteres både med trommelbiler og med vanlige lastebiler. For å redusere faren for separasjon er det ønskelig at vanlige lastebiler har sylinderformet plan, men det har hittil ikke vært vanlig. Trommelbil har lang tømmetid. Ved glideformutlegger er betongen så stiv at det kan gi problemer å bruke trommelbil. Lastebiler bør ha en innsnevring av lastepanet bakerst.

Under transporten må betongen beskyttes mot uttørking. Ved transport på åpne lasteplan skal lasset være dekket med tett presenning.

Dybelkurver eller isolasjon kan gjøre det umulig for bilene å tippe betongen direkte i utleggeren. Man kan bruke betongpumpe eller transportbånd for å føre betongen helt frem til utleggeren. Betongen kan også tippes i en kasse på siden av leggefeltet, og flyttes over foran utleggeren med gravemaskin (f.eks. ved isolasjon med XPS).

All behandling av betongen må utføres på en slik måte at faren for separasjon blir minst mulig. F.eks. må fallhøyde fra blanderen til bil eller betongsilo gjøres så liten som mulig.

7.7 KRAV TIL UTLEGGING

Kravene til det ferdig dekket er allerede beskrevet i pkt. 6.2. De viktigste kravene er hentet fra «Vegbygging» og er de samme som for asfaltdekke.

«Vegbygging» (Ref.2) har også satt detaljerte krav til dekketykkelsen. For å overholde disse kravene vil det vanligvis være nødvendig å holde en gjennomsnittstykkelse som er noe større enn den prosjekterte tykkelsen. Tidligere har det vært en del uoverensstemmelser mellom byggherre og entreprenør med hensyn til konsekvensene av målinger som viser mindre dekketykkelse enn forutsatt. Det bør derfor gjøres nærmere beskrivelse av hvilke konsekvenser det vil få for entreprenøren dersom tykkelsen ikke er som forutsatt. Alternative reaksjoner kan være redusert utbetaling eller krav om at dekket brytes opp og støpes på nytt.

En måte å unngå motstridende krav kan være å gi dekkeentreprenøren ansvar for avretting av underlaget før dekket legges.

Et ujevnt underlag for dekket kan være en av årsakene til at dekketykkelsen varierer. Ujevnt underlag kan også gjøre det vanskeligere å holde god jevnhet på dekket. Før legging av dekket starter bør det foretas nødvendige målinger og entreprenøren må få anledning til å påpeke forhold som han mener vil få konsekvenser for dekkeleggingen og måling av tykkelsen.

Entreprenøren må beskrive hvilken type utlegger som vil bli benyttet. Det må også beskrives hvordan dybler og forankringsjern vil bli plassert i dekket og hvilken nøyaktighet i plassering metoden vil gi. Hvis byggherren er ansvarlig for levering av betong, må entreprenøren gi opplysninger om hvilke kapasitetskrav utleggeren setter til betonglevering.

Tversgående fuger vil, med unntak av dagskjøter, bli saget etter at dekket er lagt. Sagingen må ikke utføres før betongen har fått tilstrekkelig fasthet slik at kantene ikke rives opp. Man må heller ikke vente for lenge pga. risiko for at dekket kan sprekke før eller mens sagingen utføres. Vanligvis bør saging utføres fra 6-12 timer etter at dekket er lagt.

Betongen må sikres gode herdebetingelser for at den tilsiktede fasthet skal kunne oppnås. Vanligvis blir dekket påført en membranherdner som hindrer betongen i å tørke ut. For tørre betonger er det gunstigst med dusjing/vanning så snart som mulig.

Kraftig regn på fersk betong kan gi bortvasking av mørtel på overflaten. Entreprenøren bør derfor ha i beredskap et telt eller annen beskyttelse mot slagregn. Et telt vil også gi beskyttelse mot sollys i perioden mellom utlegging og påføring av membranherdner.

7.8 KVALITETSSIKRING

Kvalitetssikring er også behandlet i kap. 9.

Det skal utarbeides en kvalitetsplan. Planen bør bygge på entreprenørens kvalitetssikringssystem, konkret tilpasset det aktuelle prosjektet, se ref.2.

En kvalitetsplan bør inneholde:

- mål for prosjektet
- organisering av prosjektet
- hvilke kvalitetskrav som gjelder
- hvordan kvalitetssikringen skal utføres for at riktig kvalitet oppnås
- hva som skal gjøres ved avvik
- hvordan kvalitet dokumenteres
- hvem som skal motta dokumentasjon

Det er ledelsen ved det enkelte anlegg som har ansvar for kvalitetssikringen. Herunder ligger også at prosjektet gjennomføres etter den oppsatte tidsplan, se ref. 19, «Kvalitetssikring for vegproduksjon».

8

Legging og utførelse av betongdekker

8.1 RIGG

Det finnes mange betongstasjoner. På et aktuelt anlegg kan det derfor bli et valg mellom å benytte betongstasjonen eller rigge opp et mobilt verk.

Behovet for riggplass er betydelig lavere dersom betongen leveres fra en betongstasjon. Stasjonære verk kan imidlertid ha problem med å holde tilstrekkelig kapasitet uten å stenge for andre leveranser. Det må derfor sikres at leveringskapasiteten er tilstrekkelig. Ofte vil transportlengden fra stasjonære verk være et problem.

Ved valg av riggplass må man først og fremst sikre at arealene har tilstrekkelig størrelse. Det må være plass til oppstilling av verket samt til eventuell mellomlagring av tilslagsmaterialene. Dernest må man ta hensyn til transportlengden for betongen frem til utleggerstedet og eventuell transport av tilslagsmaterialer.

8.2 PRODUKSJON

Behandling av materialer

Mengden av tilslagsmaterialer beregnes ut fra prosjektert volum av betongdekket. Volumet må korrigeres for svinn. Massen må lagres lagvis i maksimum 2 meter tykke lag, for å redusere faren for separasjon. Det må ikke lages for høye hauger, da det lett vil medføre separasjon.

Lasting/lossing

Hvis høye lagringshauger ikke er til å unngå, må tilslaget tas ut av haugen, slik at gravefronten ikke blir høyere enn ca. 5 meter.

Blandeverkstyper

Blandeverk kan i hovedsak deles inn i 3 hovedgrupper:

- Satsblandeverk
- Kontinuerlige blandeverk
- Kombinasjonsblandeverk

Alle typene kan leveres i forskjellige fabrikat og størrelser og med forskjellig grad av automatisering (ref. 4).

Satsblandeverk har stor nøyaktighet i oppmålingen og gir vanligvis god blandekvalitet. De aller fleste stasjonære blandeverk er satsblandere. Satsblandeverk kan være frittfallsblender (trommelblender) eller tvangsblender (tallerken- eller horisontalblender). Tvangsblandere regnes for å ha en del fordeler fremfor frittfallsblandere.

Disse er (ref. 4):

- mer effektiv blanding
- kortere blandetid som gir høyere kapasitet
- kortere tømme tid
- knuser lettere klumper av finstoff

Frittfallsblandere har noe lavere kapasitet og dårligere blande effekt enn tvangsblendere, men har lavere vedlikeholdskostnader. Frittfallsblander anbefales ikke til vegbetong.

Kontinuerlige blandeverk brukes bl.a. i Nordland til valsebetong og sementstabilisert grus. Siden veiing skjer kontinuerlig med vekt på transportbånd, er det en viss fare for ujevn sammensetning.

Kapasiteter

Kontinuerlige blandeverk har kapasiteter i området 40-200 m³/time. Tvangsblandere har også kapasitet fra 40 til 120 m³/time avhengig av størrelse og type.

Reseptstyring

Kontrollen med blandeforholdet er klart best på satsblandeverk. En av svakhetene ved kontinuerlige blandeverk har vært å holde kontroll med vanninnholdet.

Det er også knyttet usikkerhet til måling av vanninnhold i tilslaget, som kan være ujevnt fordelt i lagerhaugene. Målt vanninnhold benyttes til å regulere vanntilsetningen.

Regler for betongblandeverk

Blandeverk skal tilfredsstille kontrollrådets krav til blandeverk kl. A1.

For å unngå separasjon i betongen bør fallhøyden for ferdig masse gjøres så liten som mulig, ved å bygge opp lasterampen under blanderen.

Produksjon (kjøring av verk)

Kapasiteten på blandeverk er gjerne knyttet til vanlig plastisk betong. Vegbetongen er relativt tørr og svært steinrik og kan være vanskelig å få godt blandet. Det er derfor ikke uvanlig å øke blandetiden (20-100 %) for å sikre at betongen er homogen. Den praktiske kapasiteten på verket kan dermed bli betydelig redusert. Standarden sier blanding i 60 sekunder, som økes til 70-120 sekunder avhengig av type blandeverk (tvangsblender).

8.3 TRANSPORT AV BETONG TIL UTLEGGERS-STEDET

Kapasitet

Betongutleggeren krever jevn og tilstrekkelig tilførsel av betong for å arbeide optimalt. Utleggerens behov vil dermed være dimensjonerende både for produksjon og transport av betongen.

I tillegg til utleggerens krav om leveransekapasitet vil transportlengden være med på å bestemme hvor mange biler som er nødvendig. Det må derfor gjøres en registrering av kjørerute for å bestemme tidsforbruket. Tid for opplasting og tømning samt ventetid må også regnes inn.

Transportutstyr

Vanligvis vil det være en fordel å starte med noe overkapasitet på transportsiden for å unngå stopp på utleggeren pga. manglende betong og stopp i verket fordi det mangler biler til å ta unna produsert betong.

Stopp i utleggeren medfører ujevn utlegging og dårlig resultat pga. ujevnheter.

Den betongen som benyttes i vegdekker idag kan like gjerne transporteres i vanlige lastebiler som trommelbiler. En sylindrerformet utforming av lastekassen vil redusere faren for separasjon, men det er lite brukt hittil.

Ved transport av valsebetong brukes også vanlige lastebiler. Betongen bør dekkes til under transporten for å unngå uttørring. Dette er særlig viktig for valsebetong som er svært tørr fra blandeverket.

Det er viktig med god kommunikasjon mellom utlegger og blandeverk. Det blir vanligvis behov for mindre justeringer av blanderesepten, særlig i oppstartingen, og det er da viktig å gi rask tilbakemelding fra utleggeren til blandeverket. Beskjed om driftsforstyrrelser og stopp på utleggeren eller i blandeverket må også gis så raskt som mulig slik at nødvendige tiltak kan gjøres.

Behovet for samband i kjøretøyene er også tilstede, men ansees å være mindre viktig.

8.4 UTLEGGING AV BETONGDEKKET

Utleggerutstyr

Utlegging av betongdekke blir utført med glideformutlegger (slipform-paver) eller sideformutlegger med fast forskaling. Slipform-paveren fordeler betongen over dekkebredden, den komprimerer og glatter ut overflaten. Betongen må være så stiv at kanten står uten sidestøtte bak utleggeren.

Vanligvis legges ett kjørefelt av gangen. For å få riktig høyde og tykkelse på dekket brukes styretråder på sidene. Ved legging av tilliggende kjørefelt brukes en føler på det utlagte dekket.

Sideformutleggere av typen «Bidwell» kan legge hele dekkebredden under ett, mens høyden bestemmes av en justerbar sideforskaling. Med denne utleggertypen kan legges en bløtere betong (5 - 8 cm slump) enn med glideformutlegger (1 - 2 cm).

8.5 FUGEUTFØRELSE

Dagskjøter/døgnskjøter

Det vises til beskrivelse av fuger og figurer i pkt. 4.3, foran. Fuger legges inn for å unngå at betongdekket sprekker opp på uønskede steder. Ved å styre oppsprekningen til fuger kan det gjøres nødvendige tiltak for å sikre lastoverføring og sikre at betongplatene holdes sammen.

Saging av fuger

Utlegging av dekket må avsluttes ved en tversgående fuge. Det bør lages en forskaling som gir rett kant og har utsparing for innsetting av dybler. Se figur 4.4.

Alle tversgående fuger, med unntak av dagskjøter, blir saget. Det benyttes diamantsagblad som lager et 3-4 mm bredt spor. Dybden av sagsporet skal være 1/3 av dekketykkelsen, men ved varierende dekketykkelse kan det være nødvendig å ta noe hensyn til dekketykkelsen under sagsporet for å få lik oppsprekking i alle fugene.

Dersom underlaget er tilstrekkelig stabilt i fuktig tilstand, kan fugen være uforseglet og det gjøres da ikke mer med fugen. Denne metoden er vanlig ved legging av betongdekker i Norge.

Fuger som skal forsegles, må sages på nytt etter at betongen har fått det meste av svinnet. Bredden på fugen skal være 15 mm og dybden 25 mm.

Fugen sages så snart som mulig, men ikke så tidlig at sagbladet river opp kanten av fugen. Saging kan normalt utføres fra 6 til 12 timer etter utlegging av betongen, avhengig av betongsammensetning og temperatur. Hvis sagingen gjøres for sent, er det en risiko for at betongen sprekker utenom det stedet fugen skal være. I tillegg til at sprekken kommer utenfor der dyblene er plassert blir gjerne også sprekke i større avstand enn ønskelig og følgelig blir åpningen i hver sprekke større (dårligere lastoverføring) enn når det sages fuger.

Plassering av dybler

Tverrfuger i plastisk betong utføres med dybler. Dyblene lages av Ø 25 glatt stål i kvalitet min. G 250. De er 500 mm lange og påføres glidemiddel eller en plasthylse i minst 30 cm lengde fra den ene enden. Dyblene plasseres i en høyde lik halve minimumstykkelsen på dekket (etter slitasje) og avstand c/c 300 mm. Avstand fra ytre dybel til platekant bør være lik dekketykkelsen.

Det er to måter å plassere dybler på:

- bruk av dybelkurver
- automatisk dybelnedsetter på utleggeren

Dybelkurver er et stativ som holder dyblene på riktig plass. Med den stive vegbetongen vil det være en viss fare for at utleggeren skyver dybelkurven ut av posisjon, selv om de er festet til underlaget.

Den mest praktiske metoden er å ha en automatisk dybelnedsetter.

Toleransen i vertikal og horisontal plassering av dyblene er henholdsvis +/- 20 mm og +/- 30 mm. Unøyaktig plassering av dyblene vil medføre at platene låses sammen og hindrer den ønskede mulighet til bevegelse av platene. Resultatet kan bli avskalling av betongen i fugen eller tilfeldig oppsprekking av dekket.

Montering av forankringsjern

Forankringsjern benyttes i langsgående fuger for å holde platene sammen. De lages av 0,8 m lange 10 mm kamstål og plasseres i avstand 1 m. I fuger som sages plasseres jernet i en høyde lik en tredjedel av minimumstykkelsen på dekket, mens i konstruksjonsfuger er høyden halve minimumstykkelsen. Ved legging av 1 felt i gangen må forankringsjernene presses inn i utlagt betong. Det bør da nyttes Ø 12 stenger.

Ved konstruksjonsfuge kan monteringen gjøres med borhammer eller annet egnet redskap fra siden like bak utleggeren. Det må påsees at monteringen ikke medfører ujevnheter i dekket. Dersom fugen sages, må jernet settes ned av utleggeren.

8.6 BEHANDLING AV DEKKEOVERFLATEN

Under utlegging av betongen vil det bli et slamlag i overflaten. Dette laget har dårlig slitestyrke og kan gi noe redusert friksjon. Etter en tids piggedeckslitasje vil slamlaget forsvinne, i hvert fall i hjulsporene.

Strukturering (kosting, sliping)

For å forbedre friksjonsegenskapene på nytt dekke kan dekkeoverflaten kostes på tvers rett bak utleggeren. Kostingen gir fine riller i overflaten som øker friksjonskoeffisienten. Den samme effekten kan også oppnås ved å bruke en form for rive etter utleggeren. Sliping med diamantslipemaskin vil også gi forbedret overflatestruktur, men relativt høye kostnader gjør dette mindre aktuelt hvis ikke sliping er ønskelig også pga. dårlig jevnhet.

Avretting av ujevnheter (sliping, fresing, annet utstyr)

Den eneste brukbare metoden for å forbedre dekkets jevnhet er sliping med diamantslipemaskin. Fresing med piggvalsefres vil slå i stykker betongen ved fugene og inntil det er funnet en løsning på dette problemet, vil metoden ikke bli anbefalt. Det blir også hevdet at fresing reduserer slitestyrken fordi det slås sprekker i overflaten på dekket.

Frilegging

Slamlaget i dekkets overflate kan også fjernes ved å påføre en retarder på overflaten som forsinker størkning av betongen. Slamlaget kan dermed spyles av eller kostes og tilslaget frilegges etter noen timer. Dekkets overflate blir dermed grovere og får god friksjon med en gang.

Etterbehandling

Etter støping vil betongen tørke ut i overflaten. For å gi betongen de riktige herdebetingelsene må dekket enten vannes eller påføres en herdemembran som hindrer uttørkingen.

Valsebetong må vales etter utlegging. Det benyttes valse med vibrering og trommelen bør ha gummikledd mantel. Det vises til egen veiledning om valsebetong, ref. 4.

Skader ved utlegging

Ved bruk av steinrik blanding vil det være fare for steinreir i overflaten. Disse må i tilfelle utbedres, se ref. 10.

8.7 TRAFIKKAVVIKLING

Det ferdig utlagte betongdekket må ikke trafikkeres før etter 3 dager eller når betongen har oppnådd fasthet på minimum 35 MPa og da bare med kjøretøy som har hjullast opp til 5 tonn. Konsekvensen er at det nylagte dekket stenger for anleggstrafikk og annen trafikk i anleggsområdet. Trafikkavviklingen må derfor planlegges på forhånd slik at annen virksomhet ikke hindres unødig.

Fremdrift

Utlegging av dekket må ha en tidsplan som til enhver tid viser hvor dekkeleggingen pågår og hvor det ikke vil være mulig å passere. Om

nødvendig må det bygges anleggsveg som sikrer at trafikken kan komme frem. Tidsplanen må legges til grunn for produksjonsplanlegging av andre aktiviteter på anlegget.

Ofte kan dekket legges ut i ett felt av gangen, slik at det vil være mulig å passere utleggeren i det andre feltet. Eventuell kryssende trafikk må dirigeres til steder der det er mulig å komme over, enten foran eller tilstrekkelig langt bak utleggeren.

Øvrig anleggsdrift

Tidsplanen for dekkeleggingen må innarbeides i produksjonsplanen på anlegget.

Skilting

All anleggsvirksomhet på og ved offentlig veg må følge gjeldende regler for arbeidsskilting. På anlegg utenfor offentlig område må det være opp til anleggsleder å bestemme bruk av skilt. Det må være i alles interesse at nyutlagt betongdekke sperres av for all ferdsel.

Herdetid

Herdetiden eller fasthetsutviklingen vil være avhengig av betong-sammensetningen (særlig sementtypen) og temperaturforholdene. Høy temperatur gir en raskere fasthetsutvikling.



Figur 8.1 Legging av skulder.

9

Kvalitetssikring

Med kvalitetssikring menes alle systematiske tiltak som er nødvendige for å sikre at gitte krav til kvalitet blir oppnådd. Kvalitetssikringen er et ledd i arbeidet med å oppnå riktig produkt til riktig tid og til riktig pris. Den må følge prosjektet fra planlegging til drift og vedlikehold og må legges opp slik at alle aktive deltagere får ansvar for å kontrollere og dokumentere at alle krav som gjelder for hans/hennes arbeid, er ivaretatt.

9.1 KVALITETSPLAN

En kvalitetsplan skal utarbeides uansett om arbeidene utføres i egenregi eller i entreprise. Kvalitetsplanen skal være konkret og settes opp for gjennomføring av det aktuelle prosjektet og ikke generelt.

Egenregi

Ved anlegg i egenregi skal anleggsledelsen utarbeide en kvalitetssikringsplan. Planen bør utarbeides samtidig med produksjonsplanleggingen. Kravene i Statens vegvesen, håndbok 144, «Kvalitetssikring», og håndbok 143, «Kvalitetssikring for vegproduksjon», skal legges til grunn.

Entreprise

Ved entreprisanlegg skal det utarbeides en kvalitetsplan. Planen bør bygge på entreprenørens kvalitetssikringssystem, konkret tilpasset det aktuelle prosjektet, se ref. 2 kap.0.

En kvalitetsplan bør inneholde:

- mål for prosjektet
- organisering av prosjektet
- hvilke kvalitetskrav som gjelder
- hvordan kvalitetssikringen skal utføres for at riktig kvalitet oppnås, kontrollplan
- hva som skal gjøres ved avvik
- hvordan kvalitet dokumenteres
- hvem som skal motta dokumentasjon

For enklere og mindre arbeider kan kvalitetsplaner gjøres enklere.

Det er ledelsen ved det enkelte anlegg som har ansvar for kvalitetssikringen. Herunder ligger også at prosjektet gjennomføres etter den oppsatte tidsplan, se ref. 19, «Kvalitetssikring for vegproduksjon».

9.2 OPPFØLGING, GJENNOMFØRING

Under prosjektering og utførelse skal vegen kontrolleres for å

dokumentere at den tilfredsstillende kvalitetskravene som er satt. En viktig del av kontrollen er hvordan man forholder seg hvis det er avvik fra kvalitetskravene (akseptkriterier).

Kontrollsystemet skal beskrive følgende (ref. 2 kap.0):

- kontrollelementer
- kontrollomfang
- kvalitetskrav
- akseptkriterier

Kontrollelementer

Med kontrollelementer menes hva som kontrolleres. Det kan være materialkrav, som f.eks. steinklasse og korngradering, geometriske krav, som f.eks. tykkelse og bredde, og det kan være funksjonskrav som f.eks. jevnhet og friksjon.

Kontrollomfang

Kontrollomfanget knyttes til kontrollenheter som er:

- 500 m veg (tofelts)
- 1000 m³ fjell- og jordmasser
- 250 tonn betong

Antall prøver pr. kontrollenhet avhenger av vegtype.

Hver kontrollenhet betraktes separat med hensyn til kvalitetskrav og akseptkriterier.

Stikkprøvekontroll

For en del krav har det liten hensikt å bestemme omfanget av kontrollen. Selv om det ikke er gitt minstekrav til kontrollomfanget, bør det tas stikkprøver ut fra en visuell teknisk vurdering. Hvis stikkprøvene viser at kravene ikke er oppnådd, skal det tas flere prøver.

Det bør beskrives hvem som skal utføre kontrollen og hvor den skal gjøres. For entreprenørarbeider bør det gå klart frem hvordan entreprenørens resultater skal brukes sammen med byggherrens kontroll.

Rettet kontroll

Det bør spesielt tas kontroll der hvor man ser eller har mistanke om at kvaliteten ikke oppfyller kravene. Disse prøvene skal vurderes sammen med de øvrige prøvene.

Utvidet kontroll

Det kan være nødvendig å øke kontrollomfanget utover minimum som beskrevet i «Vegbygging»(Ref.2), spesielt ved oppstarting av et arbeid.

Kvalitetskrav

Når det gjelder kvalitetskrav, er det skilt mellom dimensjonerende krav og krav til kontrollresultater. Kravene til kontrollresultater gjelder for enkeltverdier. Det kan også være gitt krav til middelveier og toleranser.

Med dimensjonerende krav menes verdiene som benyttes ved dimensjonering, f.eks. betongkvalitet og koprimeringsgrad mm.

Kontrollresultater er målte eller registrerte resultater. På grunn av statistiske variasjoner vil kravene til kontrollresultatene være noe forskjellig fra dimensjonerende krav. Kravene henger noe sammen med antall prøver.

Toleranser

Til mange av kravene er det gitt toleranser. Toleranser er en del av kvalitetskravene og er normale variasjoner som kontrollresultatene skal ligge innenfor. Toleransekravene kan være knyttet både til enkeltverdier og til hele prøveserien.

Eksempel:

Tykkelsen på betongdekket er satt til 20 cm og det er et dimensjonerende krav. For å kontrollere tykkelsen er det tatt prøver. For prøvene gjelder at 80 % av dem skal være minst 20 cm, 95 % skal være minst 19 cm og ingen prøver skal være mindre enn 16 cm.

Akseptkriterier

Akseptkriterier er regler som sier hvordan resultatene skal behandles. Hvis kontrollresultatene faller innenfor toleransegrensene, skal resultatet aksepteres. Hvis kontrollresultatene faller utenfor toleransegrensene, gjelder en hovedregel om at arbeidene snarest bør utbedres til kvalitetskravene er oppfylt. I mellomtiden skal det gjøres tiltak for å minimalisere eventuelle ulemper og skadevirkninger.



Fig. 9.1 Høyre dekkehalvdel er slipt for å oppnå jevnt nok dekke

Trekkregler/bonus

For enkelte arbeider kan det på forhånd avtales at det skal innføres trekkregler hvis kravene ikke er oppfylt. Slike avtaler kan være praktiske for mangler som bare har konsekvens for levetiden på et produkt, f.eks. et vegdekke. Hvis et betongdekke er blitt noe for tynt, kan det være bedre å utnytte den levetiden dekket tross alt har, enn å bryte dekket opp og legge nytt.

Bonus kan avtales på samme måte som trekkregler, slik at entreprenøren får bonus når resultatet er bedre enn avtalt.

Litteraturreferanser

- 1 *Steffensen, A. (1990)*, Slitasjepåvirkende faktorer for betong, Temamøte «Högpresterande vägbetong», NVF, 15.-16. oktober 1991.
- 2 *Statens vegvesen (1992)*, Vegbygging, Håndbok-018.
- 3 *Statens vegvesen (1994)*, Vedlikeholdsstandard. Retningslinjer. Håndbok-111.
- 4 *Statens vegvesen (1990)*, Valsebetong, Veiledning, Håndbok-155.
- 5 *Norsk standard*, NS 3420 kap. K og L.
- 6 *Zaniewski, J. P. (1989)*, Effect of Pavement Surface Type on Fuel Consumption, Portland Cement Association.
- 7 *Statens vegvesen (1992)*, Veg-og gateutforming. Normaler. Håndbok-017.
- 8 *The Finnish Association of Building Materials Industry, Roads and Waterways Administration (1989)*, Cement-Treated and Concrete Pavements: Their applicability in Finland and elsewhere.
- 9 *Myran, Tom, (1985)*, Partikkelforensning i vegtunneler. Sammendragsrapport, SINTEF rapport STF 36 A 85100.
- 10 *Statens vegvesen (1994)* Betongdekker Del 1 Planlegging og utførelse Del II.Veiledning. Håndbok-179
- 11 *Norcem A/S (1986)*, «På god vei inn i fremtiden. Legging av betongdekke på E18 i Vestfold». Brosjyre.
- 12 *Statens vegvesen (1987)*, Feltundersøkelser. Retningslinjer. Håndbok-015.
- 13 *Norcem A/S*, Datablad for sementtyper
- 14 *Statens vegvesen (1992)*, Årsrapport 1991, FoU-prosjektet Dekker i betong, DB91.
- 15 *Statens vegvesen (1994)*, «Prosesskode - 1, Standard arbeidsbeskrivelse for vegarbeidsdrift, Hovedprosess 0-7 og 9», Normaler. Håndbok-025.

- 16 *Statens vegvesen (1988)*, «Prosesskode - 2, Standard arbeidsbeskrivelse for vegarbeidsdrift, Bruer og kaier, hovedprosess 8».Normaler. Håndbok-026.
- 17 *Statens vegvesen (1984)*, Laboratorieundersøkelser. Retningslinjer. Håndbok-014.
- 18 *Statens vegvesen (1992)*, Anbudsgrunnlag, Bygg- og anleggsarbeider. Retningslinjer. Håndbok-066.
- 19 *Statens vegvesen (1994)*, Kvalitetssikring for vegproduksjon. Retningslinjer. Håndbok-143.
- 20 *Bærland, T. (1989)*, Høyfast vegbetong, Norcem A/S.
- 21 *Statens vegvesen: Intern rapport 1644. Prosjektrapport: FOU-prosjektet «Dekker i betong».*
- 22 *Statens vegvesen: Intern rapport. Kornfordelingens betydning for produksjon av høyfast vegbetong; en gjennomgang av utførte prosjekter i perioden 1989-93.*



Statens vegvesen
Vegdirektoratet

BETONGDEKKER

DEL 2

VEDLIKEHOLD



Innhold

DEL 2

10	INNLEDNING	65
10.1	Målet med vedlikehold	65
10.2	Vedlikeholdsstandard	65
11	VEDLIKEHOLDSMETODER FOR BETONGDEKKER	69
11.1	Forebyggende vedlikehold	69
11.2	Reparasjon av sporslitasje	70
11.2.1	Avretting av dekket	70
11.2.2	Påstøp	72
11.2.3	Sporfylling	76
11.3	Reparasjon av sår og mindre skader	77
11.4	Reparasjon av fugeskader	78
11.4.1	Skader i tilknytning til fuger	78
11.4.2	Refuging ved skade på fugemasse	79
11.4.3	Reparasjon av fuger med avskalling	80
11.4.4	Reparasjon av fuger med liten lastoverføring	81
11.4.5	Utskifting av feilplassert dybel	83
11.4.6	Gjenoppbygging av fuge	83
11.5	Reparasjon av sprekker	84
11.6	Støp av nytt dekke	87
11.6.1	Betongdekker med omfattende skader	87
11.6.2	Utbedring av skadet parti på enkeltplater	87
11.6.3	Nedknusing og utlegging av nytt dekke	88
11.7	Overlegg med asfalt	90
12	KVALITETSSIKRING	93
12.1	Kvalitetsplan	93
12.2	Gjennomføring og oppfølging	93
13	LITTERATURREFERANSER	95

10

Innledning

10.1 MÅLET MED VEDLIKEHOLD

Hovedmålsettingen med vedlikeholdet er å sikre at vegen har:

- God framkommelighet
- Høy trafikkikkerhet
- Godt miljø
- God publikumsservice

God kjørekomfort

Dette betyr at en for betongdekkene må sikre at det er tilstrekkelig jevnhet, friksjon og kjørekomfort. I tillegg må ulemper som støy og støv i størst mulig grad søkes redusert.

Ivareta investerte verdier

Vedlikeholdet skal i tillegg ivareta den investerte kapitalen. Dette innebærer å ivareta den strukturelle styrken slik at levetiden på dekket ikke blir redusert. For betongdekker er dette spesielt viktig da disse innebærer en stor investeringskostnad, og vil ha lang levetid dersom bygging og vedlikehold utføres riktig.

For at disse mål skal nås er det nødvendig med en planmessig overvåkning og tilstandskontroll av betongdekkene.

10.2 VEDLIKEHOLDSSTANDARD

Standarden på betongdekker kan hovedsakelig beskrives ved:

- Jevnhet (inkludert hull og skader)
- Spor
- Sprekker
- Friksjon

Dagens krav til dekkestandard på riksveger er gitt i Statens vegvesen, håndbok-111 Vedlikeholdsstandard (Ref. 3) Krav til jevnhet er gitt i håndbok 111 og er som gitt i figur 10.1.

Spor og jevnhet måles automatisk med ultralydmåleutstyr og bør kontrolleres minimum en gang pr år.

Det er utviklet eget utstyr for måling av spordybde. Utstyret består av en bjelke påmontert ultralydsensorer som måler avstanden fra bjelken og ned til vegen. Bjelken monteres på tvers foran på en egnet bil. På grunnlag av avstandene fra sensorene og ned til vegdekkets overflate beregnes spordybden på tvers av vegen.

Det finnes to typer måleutstyr som er i drift i Statens vegvesen. ULY er det opprinnelige utstyret. ULY-bjelken har 10 sensorer og dekker en bredde på vel 1500 mm. Videreutviklingen av spormåleren har fått navnet ALFRED. Dette utstyret anvender samme bjelke til både spor- og jevnhetsmålinger. Som spormåler kan ALFRED-bjelkens bredde varieres mellom 2000 mm og 3375 mm. Denne bredden dekkes av i alt 17 sensorer.

Friksjon	Friksjonskoeffisient ved 60 km/t på våt veg: Minst 0.4		
Spor	Uavhengig av fart og ÅDT		Spordybde: 25 mm *)
Jevnhet	ÅDT	IRI (mm/m)	
		Stamveger	Øvrige veger
	< 300	4,5	6,0
	300 - 1500		5,5
	1500 - 5000	4,0	5,0
> 5000	3,5	4,5	

*) Inntil 10 % av vegstrekningen kan ha lavere standard enn angitt

Figur 10.1 Krav til utløsende standard for dekkevedlikehold

Spor og jevnhet måles automatisk

Til nå er spormåling foretatt for hvert enkelt spor i kjørefeltet (indre og ytre spor). ALFRED-bjelkens bredde gjør det mulig å måle begge spor samtidig, men den kan også måle hvert enkelt spor slik ULY-bjelken gjør.

Metoden med å måle hvert spor for seg gir usikre resultater der hvor målebjelken dekker kant- eller midtlinje (høyden på disse linjene kan være flere mm). Måling av begge spor samtidig innebærer at føreren av målebilen kan kjøre bilen på normal måte i hjulsporene. Dette gir bedre reproduserbarhet på målingene.

Måling for overvåking av sportilstand i forhold til vedlikeholdsstandarden skal foretas om høsten etter at dekkeleggings-sesongen er avsluttet. Ved behov kjøres det tilleggsmålinger om våren for eventuell revisjon av asfalteringsprogrammet for samme år. Det bør tas sikte på å måle hele vegnettet hvert år.

Detaljert måleprosedyre med angivelse av fart under måling, avstand mellom målingene, databehandlingsrutiner, etc for de forskjellige målesituasjonene vil bli utarbeidet senere.

I tillegg vil sprekker ha betydning for den strukturelle styrken til dekket og tiltak bør iverksettes av rent vegtekniske årsaker. Det er derfor helt nødvendig å foreta en årlig tilstandskontroll med kartlegging av alle skader på dekket. Nødvendige vedlikeholdstiltak iverksettes på bakgrunn av en total tilstandsvurdering av dekket.

Ved vedlikehold av betongdekker bør det rettes spesiell oppmerksomhet mot merkemalingen. I forhold til asfaltdekker er det dårligere kontrast mellom dekke og maling, samt at det kan være vanskeligere å få merkemalingen til å sitte på betongdekker. Betongdekker gir dårligere heft enn asfalt til de vanligst brukte merkemalingen, og må forbehandles med en passende primer. Ved nylagte betongdekker må eventuell herdemembran (voks) fjernes (brennes vekk) før malingen påføres. Best resultat oppnås ved å bruke en forholdsvis myk maling (f.eks. myk termoplast) som ikke blir sprø og dermed mer utsatt for avskalling.



Figur 10.1 Slipt dekke.

11

Vedlikeholdsmetoder for betongdekker

11.1 FOREBYGGENDE VEDLIKEHOLD

Forebyggende vedlikehold er god økonomi

For på best mulig måte å ta vare på den kapitalen som ligger i et eksisterende betongdekke, er det viktig å utføre forebyggende tiltak som kan hindre at skader oppstår senere. En del av de skadetyper som opptrer på betongdekker skyldes forhold som kunne vært ivaretatt med forebyggende vedlikeholdstiltak.

Følgende forhold må vurderes, og tiltak iverksettes dersom skadeårsaken er opptredende:

Mange av de skader som opptrer skyldes dårlig drenering og svake skuldre

Mangelfull drenering kan forårsake sviktende bæreevne og ujevne telehiv. Dette kan være svært kritisk for betongdekker og må utbedres. Drenering kan innebære at volumet av de fuktige massene reduseres, og vil da medføre setninger. (Ref. 38).

Svake vegskuldre kan føre til langsgående oppsprekking og en tidlig nedbryting av dekket. Det er derfor viktig med en bred skulder som gir god innspenning av betongdekket. Det er også viktig at vann som renner av betongdekket ikke fører til svekkelse av bæreevnen på skuldra. Dersom det er fare for at vann som renner ned i fugen mellom dekket og skuldra kan føre til en svekkelse av skuldra, bør denne fugen tettes med fugemasse.

Lange platelengder medfører store spenninger i dekket på grunn av fukt og temperaturvariasjoner. Det er derfor viktig å sørge for at alle kontraksjonsfugene er oppsprukket og eventuelt sage dypere dersom fugen ikke sprekker opp etter en vintersesong. Dersom platelengden er større enn 25 ganger tykkelsen (30 ganger tykkelsen i tunneler), bør det vurderes å halvere platelengden ved å sage nye fuger. Dette gjelder valsebetongdekker der det ikke benyttes dybler i fugene.

Jevnheten på dekket har stor betydning for de dynamiske belastningene dekket blir utsatt for. Ujevnheter fører til økte dynamiske tilleggsbelastninger og vil være angrepspunkter for nedbryting av dekket. Avretting av dekket med sliping eller fresing vil derfor være et godt forebyggende vedlikeholdstiltak for å redusere disse påkjenningene. (Ref. 37).

Fuger og sår i dekket er angrepspunkter for skader. Fuger må derfor etterses og renses for fremmedpartikler som kan føre til utspredning av fugekantene. Dersom fugene er tettet med fugemasse, må det utføres rengjøring og ifylling av ny fugemasse der fugemassen er skadet. Sår i dekket som kan utvikles til en større skade, må utbedres.

Kanalisering av trafikken vil føre til smale slitasjespor og raskere sporutvikling. Tiltak som bidrar til å fordele trafikken mest mulig i vegens tverrprofil, bør derfor vurderes. Dette vil i stor grad redusere problemene med slitasjespor.

11.2 REPARASJON AV SPORSLITASJE

11.2.1 Avretting av dekket

Dekket må være dimensjonert for å kunne freses eller slipes

Avretting av et betongdekke med sliping er en god metode for å gjenopprette jevnheten etter sporslitasje. Fresing kan brukes dersom fresen er skånsom og ikke skader dekket. Betongdekket vil da få redusert sin tykkelse. Forutsetningen er derfor at dekket dimensjoneringsmessig kan tåle en slik reduksjon i tykkelse. Også armering og dybler må ha tilstrekkelig overdekning til at det er mulig å avrette dekket ned til bunnen av sporene.

Ved fresing/sliping vil en i tillegg til å utbedre sporslitasjen også utjevne ujevnheter i lengdeprofilet, og en får en mer ru overflate som bedrer friksjonen.

Fresing utføres med en piggvalsefres som består av en ståltrommel med hårdmetalltenner, se figur 11.1.



Figur 11.1 Trommelen på en piggvalsefres

Betong med normal trykkfasthet (C40) kan freses. Det er en fordel å benytte en fres med liten tannavstand (5 mm). Dette gir minst påkjenning på dekket og slett og fin overflate. I tillegg må fresen være så kraftig og tung at den er retningsstabil.

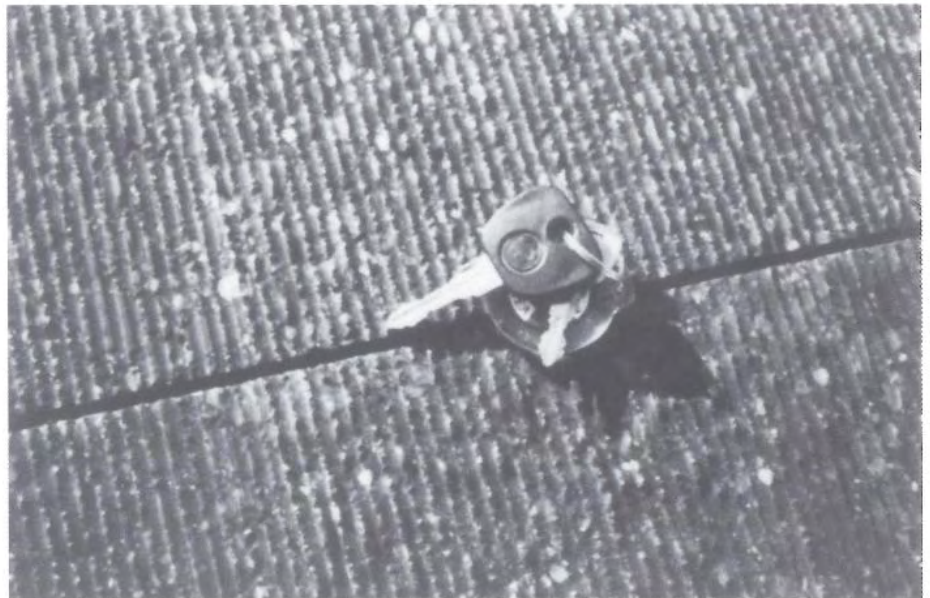
Ulempen med fresing er at metoden kan medføre skader i fugene. I tillegg vil fresemønsteret gi økt dekkstøy. Kapasiteten er imidlertid stor, og de største maskinene kan ta opptil 20 m² pr minutt med en dybde på 2 cm.

Sliping utføres med maskiner som har en serie diamantsagblad montert på en felles aksel. I figur 11.2 er det vist et bilde av en slik maskin.



Figur 11.2 Diamantslipemaskin under arbeid

Med dette utstyret sages riller tett i tett på dekkeoverflaten. Betongen mellom sagkuttene vil brytes av og fjernes fra dekkeoverflaten. Resultatet blir en jevn og tettrillet overflate, se figur 11.3.



Figur 11.3 Betongdekke etter behandling med diamantslipemaskin

Mens fresing skjer ved at fresetennene slår eller river spor i dekket, skjer diamantsliping ved at tettsittende diamantsagblad sager tynne riller i dekket. Dermed unngås faren for skader på kanter og fuger. Kapasiteten er noe avhengig av betongfastheten og kvaliteten på tilslaget. Med en slipetykkelse på 5 mm vil en kunne slipe ca 1500 m² pr dag.

Sliping gir et jevnt og komfortabelt dekke å kjøre på. Før sliping utføres, må alle lokale sår og skader repareres.

Sliping kan utføres på alle dekker uansett betongfastheten, og gir en overflatejevnhet som overgår jevnheten på nye dekker. I tillegg oppnås en lyddempende effekt av de langsgående rillene som dannes ved sliping. Denne effekten vil imidlertid reduseres etter hvert som dekket slites igjen.

Sliping er imidlertid svært tidkrevende og dermed kostbart. Metoden blir spesielt kostbar der det er høye rygger som skal avrettes. I slike tilfeller bør det vurderes å utføre en totrinns avretting. Da benyttes det først en piggvalsefres som tar de største ujevnhetene, før en foretar diamantsliping som en siste "finpuss".

11.2.2 Påstøp

Påstøp er en vedlikeholdsmetode som egner seg best ved kombinasjon av sporslitasje på det eksisterende dekket og behov for å foreta en bæreevnemessig styrking av dekket. Dette er aktuelt der det på forhånd ikke er bygd inn overhøyde med tanke på fresing/sliping eller der økt trafikkbelastning fører til behov for forsterkning.

God heft til underlaget Forutsetningene for at påstøp kan utføres, er at dekket ikke er oppsprukket og at linjepålegget kan heves. Hvis det gamle dekket har sprekker som skyldes setninger eller andre svakheter i underlaget, må dette utbedres før påstøp foretas, ellers vil sprekkenes forplante seg gjennom påstøpen. I tunneler og underganger må tilstrekkelig takhøyde iakttas, og på bruer må konstruksjonens bæreevne ikke overskrides. Heft og samvirke med underlagsplaten er avgjørende for at påstøpen skal bli vellykket.

For å få til et nytt, slitesterkt dekke bør tykkelsen av påstøpen ikke bli for liten. Merkostnadene ved økt tykkelse vil hovedsaklig ligge på materialkostnader for ekstra betong.

Anbefalt minstetykkelse for påstøp ved ren sporutbedring avhenger av forhold som jevnhet (slitasjespor) på eksisterende dekke, forarbeider (fresing, sliping etc.), valgt materialsammensetning og valg av utstyr for utførelse. Normalt bør påstøp ikke legges tynnere enn 5 cm. (Ref. 39).

Ved påstøp som kombinerer forsterkning med utbedring av sporslitasje avhenger påstøpens tykkelse også av det eksisterende dekkets tykkelse og tilstand samt forventet trafikkutvikling og ønsket levetid på det utbedra dekket. Det må da også tas hensyn til eventuell framtidig sliping/fresing og gis tillegg i tykkelse for dette.

Underlaget for påstøpen må ha en overflate med gode forutsetninger for heft. Heftfastheten er svært avhengig av det gamle dekkets sugsevne og overflatestruktur.

Den beste forbehandlingen vil derfor være fresing eller sliping. Dette vil også avrette dekket slik at tykkelsen på påstøpen blir jevnere. Andre aktuelle metoder for forbehandling av eksisterende betongdekker er sandblåsing eller blastring, mens spyling med vannjet kan bli for sterkt. Sandblåsing er tidkrevende og mindre egnet på store flater.

Grundig forbehandling er svært viktig

Etter endt forbehandling må alt løst materiale fjernes fra dekkeoverflata med oljefri trykkluft eller en effektiv støvsuger. Underlaget må være rent uten forurensninger av oljesøl, fett, maling eller lignende.

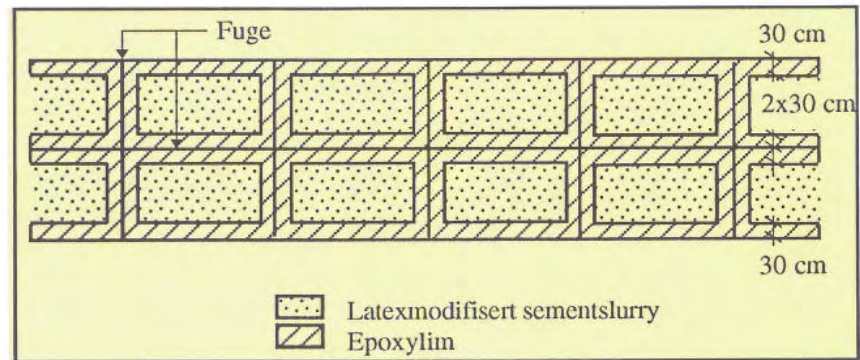
For å sikre tilstrekkelig heft må det i tillegg til grundig forbehandling også benyttes heftforbedrende midler. Dette er spesielt viktig langs alle påstøpens avgrensninger, fuger og ved støpeskjøter. Det er der heftspenningene på grunn av svinn og temperatursvingninger blir størst, og tidligere erfaring har vist at "bom" kommer først her.

Aktuelle heftforbedrende midler er:

- Epoxy
- Latexmodifisert sementslurry

Epoxybaserte midler må påføres i et tynt lag (1-2 mm) på tørr betongoverflate, og gir stor sikkerhet for å oppnå nødvendig heft i tidlig alder. Det er nødvendig å bruke epoxy langs kantene og over eksisterende fuger, med tanke på å unngå kantroising i tidlig herdefase. Det er kun snakk om å påføre epoxy i striper på ca. 30 cm bredde.

For hovedarealet, dvs. arealet innenfor epoxylimet benyttes latex modifisert sementslurry, (se figur 11.4,) som påføres etter at epoxyen er lagt. Latexmodifisert sementslurry på hovedarealet har vist seg å gi god heftfasthet over tid, bare utførelsen gjøres omhyggelig og oppskriftsmessig. Denne produseres ved å blande latex og vann i forholdet 1:2. Sement og sand blandes i forholdet 1:1. Dette blandes så sammen til en passende fløteaktig konsistens. Som sand benyttes vanlig støpesand, f.eks. 0-8 mm. Om massen blir for bløt vil den separere. Massen blandes i vanlig Lescha-blander og transporteres i trillebår. Det er svært viktig at slammemassen koster godt inn i underlaget. Det er ikke tilstrekkelig at massen bare fordeles ut over flaten.



Figur 11.4 Plan for liming av påstøp til underlaget.
Utført i Vestfold 1991.

Betongen må proporsjoneres i hvert enkelt tilfelle

Ved proporsjonering av påstøpsbetong er det flere viktige faktorer å ta i betraktning. Betongen må proporsjoneres for forventet trafikkbelastning. I tillegg må det tas hensyn til dekketykkelse og utleggerutstyr. Det vises til denne håndbokas Del I.

Stålfiber er gunstig i påstøp

Størrelsen av heftspenningene mellom dekke og påstøp er i første rekke avhengig av svinnet i påstøpsbetongen. Stålfiber virker fordelende på svinnspenningene i påstøpen. Dette gir mindre spenningskonsentrasjoner som kan utløse riss og bom. Stålfiberen øker også seigheten for den herdede betongen. Kostnadene vil imidlertid økes betydelig (opptil 50 %) når det benyttes stålfiber i betongen. Vanlig dosering av stålfiber er 50 kg/m³.

Betongen må ha en konsistens og sammensetning som passer til komprimerings- og avrettingsutstyret. Spesielt vil en slipform-paver være kresen på betongen. For hvert nytt prosjekt må det derfor utføres en prøveutlegging for å komme fram til en optimal resept.

Når det benyttes stålfiber, vil disse fungere som ekstremt stenglige tilslagskorn i den ferske betongen og dermed virke sterkt negativt på støpeligheten. Det er svært tungt å flytte på eller fordele betongen manuelt. Dette må kompenseres med høyere mørtelandel og mindre steinandel i betongen. Det tapet dette eventuelt medfører med hensyn til slitestyrke bør kompenseres med høyere fasthetsklasse for betongen.

Stålfiber bidrar sterkt til å øke betongens vannbehov, noe det må tas hensyn til ved proporsjonering og bruk av tilsetningsstoff.

I blandemaskinen går fiberbetongen så tungt at fiberen i de fleste tilfellene må tilsettes etter at P- og SP-stoffene har oppnådd det vesentligste av sin virkning. Eventuelt må det benyttes redusert satsstørrelse.

Plastiserende tilsetningsstoff er nødvendig

Maksimal kornstørrelse D_{90} for påstøpsbetong bør være 16 mm. Større maksimal kornstørrelse kan gi komprimerings-/avrettingsproblemer der påstøpen har liten tykkelse. Mindre maksimal kornstørrelse kan resultere i ugunstig høyt vannbehov for betongen. Steinen bør fortrinnsvis være en ren pukke av slitesterke bergarter, da dette gir bedre heft og høyere betongfasthet enn natursingel. Pukken må være uten slamlag, og bør helst vaskes. (Ref. 5)

Fingrusen bør være velgradert natursand med et innhold av korn mindre enn 0.25 mm på 8-15 %, altså noe mer enn det som er gunstig for bløtstøpbetong av samme fasthetsklasse. Bruk av maskinsand er mindre gunstig ved påstøp enn ved vegbetong på grunn av

- mindre tykkelse og dermed mindre tendens til kantsig
- stålfiberen har allerede redusert støpeligheten så mye som akseptabelt

Type sement til påstøpsbetong bør være P30 eller fortrinnsvis HS65. Ved fasthetsklasse C65 og høyere vil bruk av HS65 som regel være en forutsetning.

Silicastøv bør brukes i påstøpsbetong, men doseringen må begrenses slik at betongen ikke kleber for sterkt til avrettingsutstyret. En normal dosering er 15 kg/m³, som tilsvarer ca 5 % av sementvekten.

Til påstøpsbetong benyttes normalt både P- og SP-stoff. Disse stoffene bidrar til å bedre komprimerbarheten av betongen. $v/(c+s)$ -tallet for påstøpsbetong vil vanligvis ligge i området 0.35-0.40. Dette gir normalt betong med fasthetsklasse C55-C85, avhengig av sement og tilslagstype.

Entreprenøren bør legge frem forslag til resept tilpasset trafikkbelastningen. Desto høyere pukkel i tilslaget, og desto lavere Sa-verdi for tilslaget, jo høyere slitasthet. Det forutsettes velgraderte materialer, og at prøveutlegging foretas med valgt utleggermaskin og resept.

Til utlegging av påstøp anbefales det å benytte glideformsutlegger. Alternativt kan det for mindre arealer benyttes et lettere utlegger-/avrettingsutstyr, men en må da påregne sliping av overflaten.

Bakom avretterutstyret må som regel kantene pusses lett for hånd. Pussing utføres ut mot kanten og mot allerede utstøpt slitelag. Eventuelle defekter i overflaten utbedres for hånd med ny, fersk betong. Deretter avtrekkes dekket med en stiv kost for å gi riller.

*God beskyttelse mot
uttørking er viktig*

Membranherdner sprøytes på umiddelbart etter ferdig overflatebehandling, i to omganger, vinkelrett på hverandre, for å unngå lokal uttørking i herdefasen.

Påstøpen må så raskt som mulig skjæres gjennomgående i alle fuger nøyaktig over fugene i det opprinnelige betongdekket. Ved sterk vind og høy temperatur dekkes med plastfolie.

Ved fare for frost eller store temperatursvingninger bør påstøpen beskyttes med presenninger eller fortrinnsvis 10 mm Ethafoam-matter de første nettene. Påstøp bør utføres i perioden mai til september.

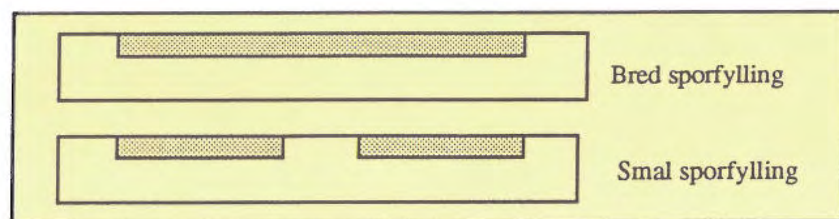
Før trafikken settes på, må betongen ha oppnådd tilstrekkelig fasthet og heft. Trykkfastheten må minst være 30 MPa, og bør kontrolleres med trykkprøving.

Påstøp med valsebetong er også en aktuell reparasjonsmetode. Dette er foreløpig lite prøvd, og en har derfor et mindre erfaringsgrunnlag på dette.

11.2.3 Sporfylling

Ved reparasjon av ren sporslitasje er sporfylling en aktuell vedlikeholdsmetode. Med denne metoden beholdes det eksisterende linjepålegget, slik at en unngår problemer med justering av tilsluttende elementer. (Ref. 9).

Det skilles mellom to hovedtyper av sporfylling som vist i figur 11.5. Det ene er bred sporfylling der begge hjulsporene i hvert kjørefelt blir behandlet som ett spor. I det andre tilfellet behandles hvert hjulspor for seg, og en får da to smale sporfyllinger i hvert kjørefelt.



Figur 11.5 Snitt av forskjellig utforming av sporfylling

For sporfylling i betongdekker er det nødvendig å tildanne spor med vertikale kanter. Dette gjøres med piggvalsefres eller diamantslipeutstyr som beskrevet i kapittel 11.2.1. Også her gjelder at fres er raskest og billigst, men har begrensninger når det gjelder betong med høy trykkfasthet og kan føre til skader på fugene.

For å utføre smal sporfylling kreves frese-/slipeutstyr som er tilpasset sporbredden. Bred sporfylling vil i de fleste tilfeller være mest økonomisk og anbefales.

Tykkelsen på sporfyllingen tilpasses dybden av slitasjesporene, men vil vanligvis være 30 mm. Tykkelsen skal ikke være mindre enn 25 mm.

Når det gjelder utførelse, liming og resept vil sporfylling med betong i prinsippet være nokså lik en påstøp, se kapittel 11.2.2. På grunn av mindre tykkelse bør D_{\max} reduseres til 12 mm. Fordi tykkelsen på det nye laget er liten er det spesielt viktig med god heft. Heftforbedrende midler som beskrevet i kapittel 11.2.2 må derfor benyttes.

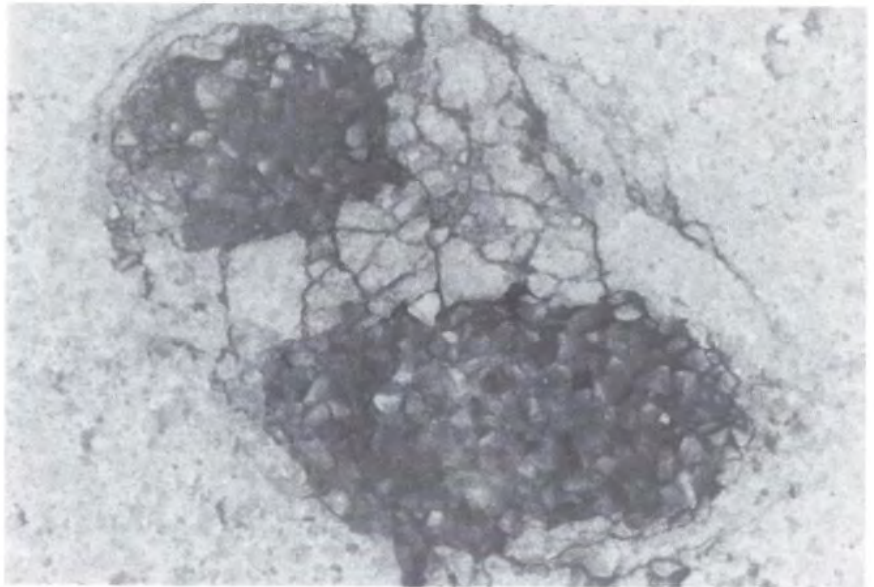
Utlegging av betong i sporfylling bør utføres med glideformsutlegger. Etterbehandling og gjennomgående skjæring av fuger utføres tilsvarende som for påstøp.

Sporfylling med asfalt er også en aktuell vedlikeholdsmetode. Dette vil imidlertid medføre fargeforskjeller på dekket. Det bør benyttes en mest mulig slitesterk asfaltmasse med sterkt tilslag. Aktuelle massetyper er støpeasfalt, topeka, skjelettasfalt eller asfaltbetong. Det bør benyttes

polymermodifisert bindemiddel eller fibertilsetning og det må sikres god heft til betongen med klebing (se kapittel 11.7). Forutsetning for sporfylling med asfalt er at dekket har stor nok bæreevne etter at sporet er frest.

11.3 REPARASJON AV SÅR OG MINDRE SKADER

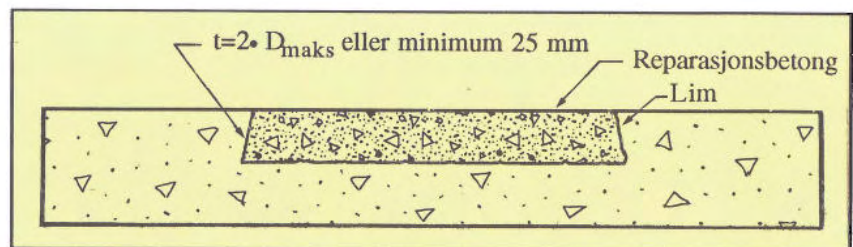
Hull og småskader i betongdekker skyldes oftest inhomogenitet oppstått ved produksjon av dekket eller skader påført etter herding. Inhomogeniteter kan skyldes separasjon ved transport og utlegging av den ferske betongen, urenheter i betongen eller dårlig komprimering. Et eksempel på en slik skade er vist i figur 11.6.



Figur 11.6 Skade på grunn av separasjon (steinreir)

Disse skadene er oftest av svært begrenset omfang, og svekker sjelden den strukturelle styrken av dekket. Skadene bør likevel utbedres omgående, da det kan være fare for at skaden øker dersom den fritt får utvikle seg.

Utbedring av slike lokale skader utføres ved at all dårlig betong først fjernes. Det må da meisles helt ned i kompakt og god betong. For å få god forankring av ny betong bør bunnflaten i det utmeislede området ideelt være større enn overflaten, se figur 11.7. Til utforming av kantene bør brukes betongsag.



Figur 11.7 Utbedring av lokal skade i betongdekke

Minimumstykkelsen ved reparasjon av sår og skader er 25 mm eller $2 \times D_{\text{maks}}$ dersom dette er mer enn 25 mm.

Etter utmeisling må skadestedet rengjøres slik at alle løse partikler fjernes. Utmeislede flater påføres epoxy, før en reparasjonsmasse fylles i såret. Reparasjonsmassen bør være mest mulig lik dekkebetongen i fasthet og slitasjeegenskaper. Bruk av stålfiber anbefales.

11.4 REPARASJON AV FUGESKADER

11.4.1 Skader i tilknytning til fuger

Fugene utgjør en diskontinuitet og danner lokale svakheter i dekket. De vil derfor være angrepspunkt for skader. Mange av de skadene som opptrer på betongdekker er knyttet til fugene.

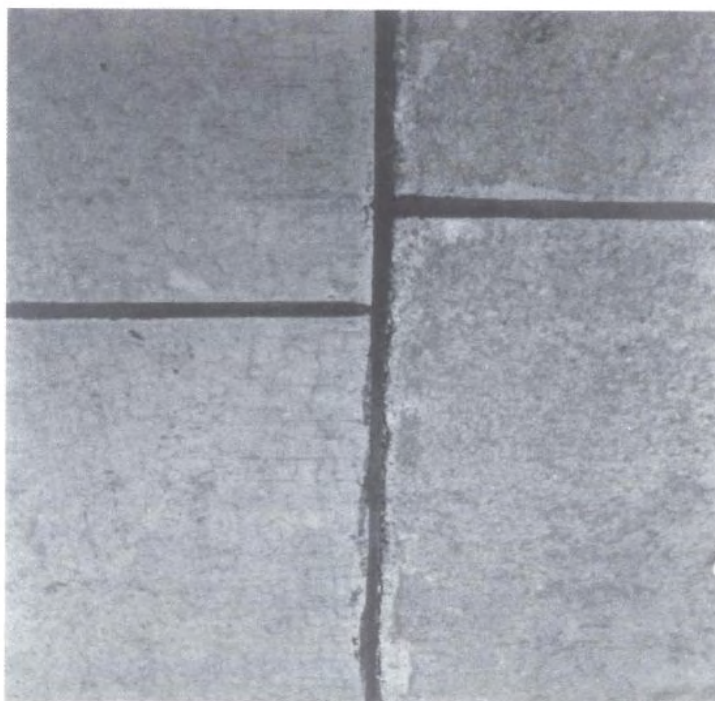
De vanligste fugeskadene er:

- Skader på fugemassen. (Der det benyttes tette fuger med fugemasse)
- Avskalling av betong i fugen
- Fuger med liten lastoverføring
- Skader på grunn av feilplasserte dybler
- Oppsprekking ved siden av fugen
- Skader på dybler

Eksempler på noen av disse skadene er gitt i figurene 11.8, 11.9 og 11.10.



Figur 11.8 Hefibrudd mellom fugemasse og betong



Figur 11.9 Avskalling av betong i fuge



Figur 11.10 Sprekk ved siden av fugen

11.4.2 Refuging ved skade på fugemasse

Ved skade på fugemasse må først all gammel fugemasse og bunnfylling fjernes.

Dersom bredden på fugen er liten eller betongkvaliteten i fugesidene er dårlig, vil det beste være å utvide eksisterende fuge ved saging slik at en kommer inn i kompakt og god betong. Hvis dette ikke er aktuelt, må sideflatene renses med sandblåsing.

Ved ifylling av ny fugemasse er det svært viktig å ha en tørr og fullstendig ren fuge. All sand og støv fra saging eller sandblåsing må fjernes ved rensing med trykkluft. Fugene tettes så med en rund kompressibel bunnfylling som hindrer at fugemassen renner ned gjennom fugen og som samtidig gir en gunstig utforming av ferdig utherdet fugemasse. Bunnfyllingsmaterialet må tilpasses den aktuelle fugemassen ved at det benyttes varmebestandig bunnfylling for varmpåførbar fugemasse.

Aktuelle fugemasser er varmpåførbare eller tokomponent kaldpåførbare masser som er selvutjevne og beregnet for horisontale fuger. De varmpåførbare massene bør være bitumenbaserte. Disse blir flytende i varm tilstand. For disse massene er det nødvendig å benytte egen fugemassekoker for å påføre massen, og de egner seg derfor best for store jobber der det går med mye masse. De kaldpåførbare massene er som oftest polyuretanbaserte og herder etter blanding av de to komponentene. Disse massene påføres i kald tilstand, men krever forholdsvis lang herdetid etter utlegging (avhengig av temperaturen).

Leverandørens anvisninger må følges nøye ved utlegging. Det er svært viktig med god heft til betongen og nøye priming av fugesidene. Fugene må fylles til riktig høyde, dvs til 3-4 mm under kanten av dekket. Denne underfyllingen av fugene er viktig for å beskytte fugemassen mot direkte trafikkpåkjenninger.

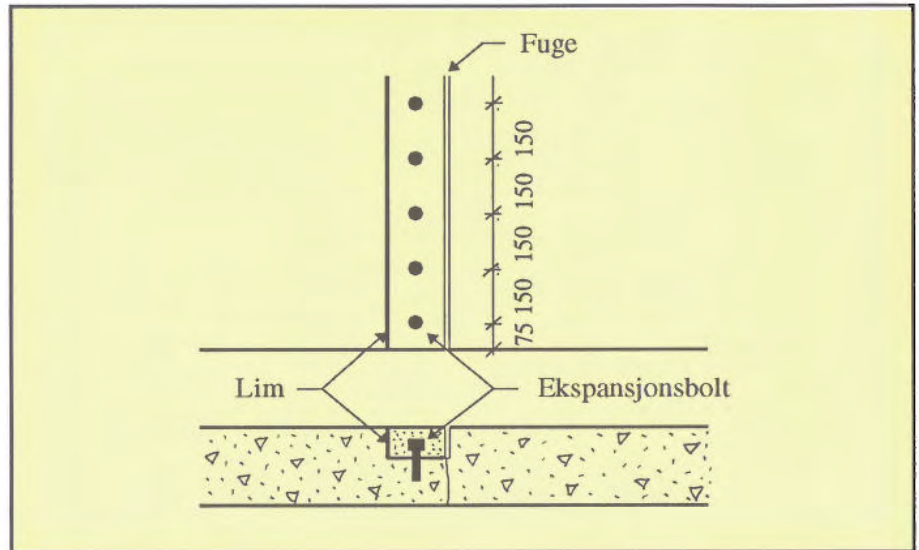
11.4.3 Reparasjon av fuger med avskalling

Avskalling i fuger er blant de mest opptredende skader på betongdekker. Reparasjonstiltakene må tilpasses skadens størrelse og må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Små avskallinger i fuger som ikke er fylt med fugemasse (og som dermed ikke er tett for vannedtrengning), kan stå ureparert dersom det ikke er fare for at skadeomfanget øker og at skaden ikke er til ulempe for trafikken.

Store avskallinger må utbedres ved at hele fugen skiftes. Dette er beskrevet i kapittel 11.4.6.

Mindre avskallinger kan utbedres ved at betongen først skjæres og så meisles bort i en stripe langs fugen. Dette forutsetter at skaden ikke er så dyp at en kommer i konflikt med dyblene. Betongen bør skjæres ut i en bredde på ca 10 cm. Deretter istøpes reparasjonsmasse som beskrevet i kapittel 11.3. Heften mellom de to naboplatene (over fugen) må under denne istøpingen brytes ved at det ilegges plast eller annet materiale med tykkelse 3 mm, som skiller de to delene. Etter at reparasjonsmassen er herdet skjæres ny fuge som tettes med fugemasse (se kapittel 11.4.2) dersom en har valgt å ha tette fuger.



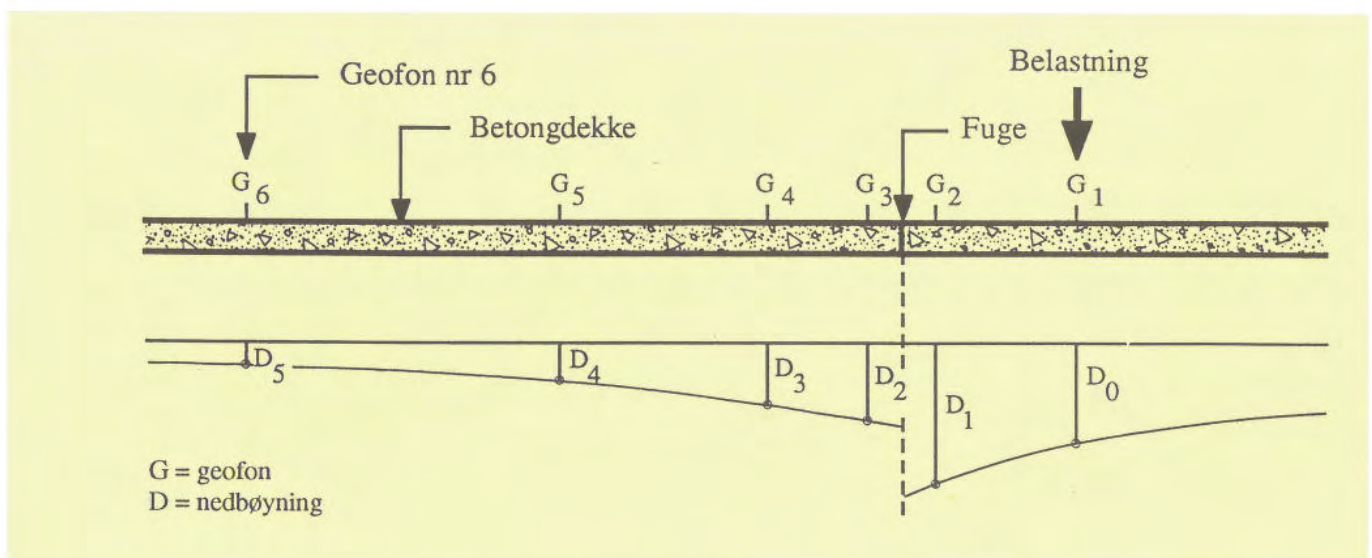
Figur 11.11 Reparasjon av fuge med avskalling

11.4.4 Reparasjon av fuger med liten lastoverføring

God lastoverføring i fugene er viktig for levetiden på dekket

Liten lastoverføring i fugene vil medføre større nedbøyning ved belastninger og dermed kortere tid før det oppstår utmattingsbrudd i platene. God lastoverføring er derfor viktig for å oppnå forutsatt levetid på dekket.

Kontroll av lastoverføring i fugene kan utføres ved belastning med fallodd. En måler da over fugene ved at belastningsplata plasseres på den ene sida av fugen og geofonbjelken går over på naboplate på den andre sida. Med denne prosedyren får en målt forskjeller i nedbøyning på de to naboplatene og får dermed en indikasjon på lastoverføringen mellom platene. I figur 11.12 er det vist en prinsippskisse av hvordan denne målingen utføres.



Figur 11.12 Geofonplassering og typisk nedbøyningsskjema ved måling over fuger

Injisering er aktuelt ved utvasking under platene

Store nedbøyninger av platene ved belastning i fugene kan også skyldes utvasking av mekanisk stabiliserte materialer under dekket. Hvis dette er tilfellet, er en aktuell utbedring å injisere masse under platene. Dette benyttes også ved heving av plater for å utligne høydeforskjeller mellom naboplater (trapping). Ved slik injeksjon er det viktig å ha riktig konsistens på injeksjonsmassen, slik at denne fyller godt ut i hele volumet som er utvasket. En må også passe på å ikke sette på for stort trykk, slik at platen heves ved fugen og blir liggende uten opplagring i midtpartiet. Dekket må ikke trafikkeres før injeksjonsmassen har oppnådd tilstrekkelig herding.

Mer utførlig beskrivelse av injisering er gitt i /32/, /33/ og /34/.

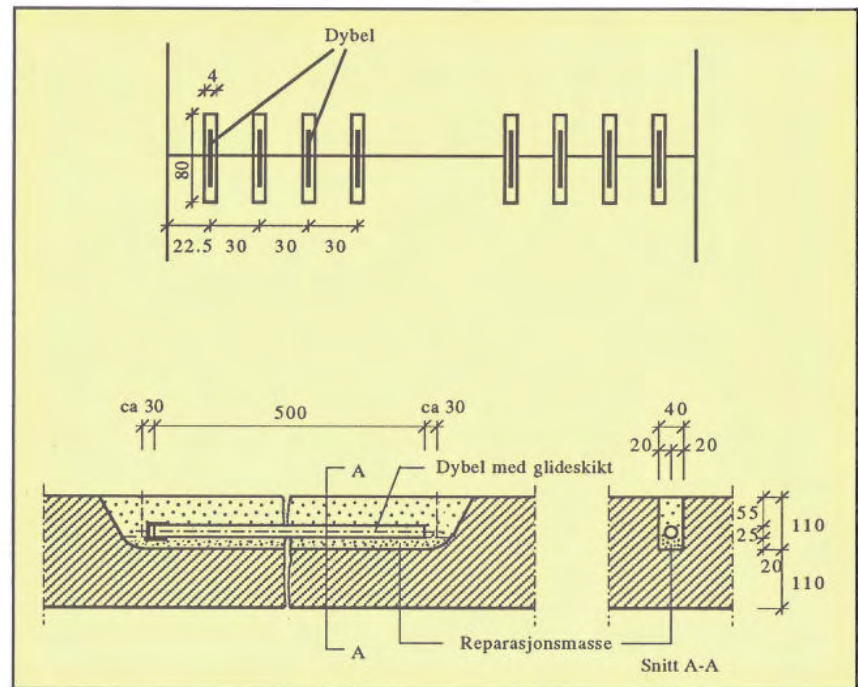
For å forbedre lastoverføringen i fugen kan det installeres prefabrikerte dybelforbindelser. Dette forutsetter at fugen ellers er uskadet. Hvis det er andre skader i tillegg til dårlig lastoverføring, bør det utføres hel utskifting av fugen som beskrevet i kapittel 11.4.6.

De dybelforbindelsene som er mest aktuelle å installere er sylindrisk utformet slik at de kan monteres etter at en har tatt ut en borkjerne midt i fugen. Et eksempel på en slik innretning er vist i figur 11.13. Riktig installert vil denne fungere som en dybel og tillate horisontale, men ikke vertikale bevegelser. Slike mekanismer finnes i flere typer og størrelser.

Vanlige dybler kan også ettermonteres ved at det sages og meisles ut spor, der nye dybler støpes fast med en reparasjonsmørtel. I figur 11.14 er det vist hvordan dette gjøres i praksis.



Figur 11.13 Eksempel på dybelforbindelse ("Freyssinet Connector" /5/)



Figur 11.14 Eksempel på ettermontering av dybler

11.4.5 Utsifting av feilplassert dybel

Ved legging av betongdekker kan det oppstå feilplassering av dybler. Dette kan føre til at dyblene låser for den horisontale bevegelsen mellom platene og til oppsprekking eller utsprenging av betongen. Ved slitasje på dekket kan dyblene bli stående opp av dekkeoverflata.

Dersom flere dybler i en fuge er feilplassert, må hele fugen fjernes og gjenoppbygges (se kapittel 11.4.6). Dette er ofte tilfelle dersom dyblene ble installert med en prefabrikkert armeringsseng (dybelkurv). Hvis en da oppdager at en av dyblene er feil plassert, kan en regne med at flere også vil være det.

Prefabrikerte dybelforbindelser kan benyttes

Reparasjon av feilplasserte dybler utføres ved å sage og meisle ut dybelen og montere en ny på riktig sted. (Se kapitlene 11.3 og 11.4.2 for utførelse av betong og fugereparasjon.) Alternativt til en vanlig dybel, kan det eventuelt benyttes en prefabrikkert dybelforbindelse som beskrevet i kapittel 11.4.4.

11.4.6 Gjenoppbygging av fuge

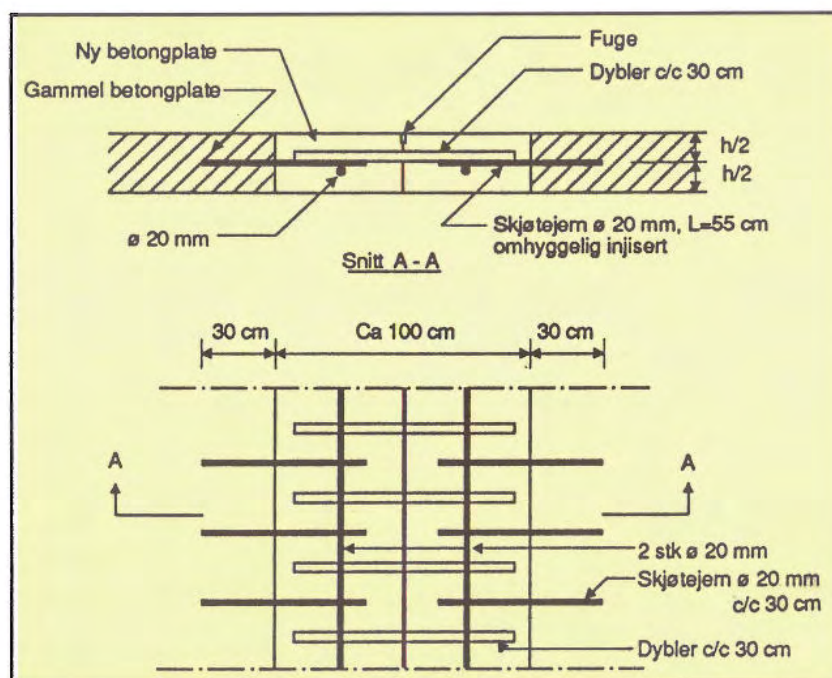
Ved svært dårlige fuger med f.eks. sterk avskalling, feilplassering av dybler, manglende lastoverføring eller oppsprekking parallelt med fugen, er det nødvendig å utføre en fullstendig gjenoppbygging av fuge.

Dette gjøres ved å sage ut et felt på ca 1 m av dekket. En sager da igjennom hele dekketykkelsen ca 0.5 m til hver side av fugen og bryter opp og fjerner dekket mellom disse sagkuttene. Bindjern av 20 mm armeringsstål bores så inn og gyses fast i dekket. Deretter monteres nye dybler ved hjelp av to kamstål som er festet til hver sin rekke med

bindjern, se figur 11.15. Før det støpes i ny betongplate i det utsagde partiet, må sagkuttene mot de gamle betongplatene rengjøres og påføres epoxy. Det må benyttes en betong med tilsvarende kvalitet som i det opprinnelige dekket for å unngå forskjeller i slitasje. Betongen beskyttes mot uttørking, og så snart det nystøpte dekkeselementet er tilstrekkelig herdet, sages en ny fuge.

En alternativ utførelse av denne reparasjonen er å bore inn og gyses fast dyblene i den ene plata. Den utstikkende enden av dyblene må påsmøres et heftbrytende middel for å kunne gli i den nye fugen. En pappremse på ca 3 mm må legges i toppen av fugen over dyblene. I den andre enden der reparasjonsstøpen skal støpes fast, bores inn og gyses fast 25 mm kamstål. Kanten rengjøres, tørkes og påføres epoxylim umiddelbart før støping.

Denne utførelsen medfører at fugen flyttes ca 50 cm og at platelengdene blir noe forskjellige. Det er imidlertid en betydelig enklere og billigere løsning.



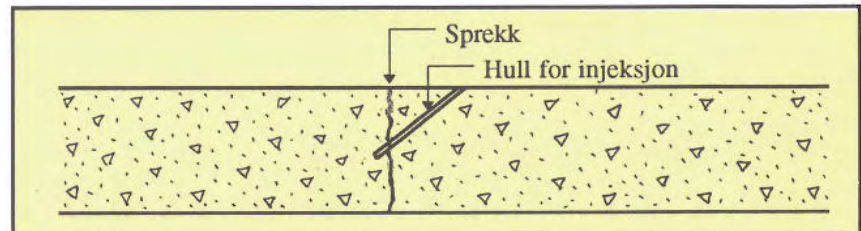
Figur 11.15 Utskifting av fuge

11.5 REPARASJON AV SPREKKER

I betongdekker kan det opptre flere typer sprekker (tversgående, langsgående og diagonalsprekker) og størrelsen vil variere etter alder på sprekken, skadeårsak, type sprekk og belastningene på dekket.

Når det oppdages sprekker i et betongdekke, bør det fastlegges hva årsaken til skaden er. Det er viktig å fastslå om sprekken vil utvikle seg og bli større og om det er fare for ytterligere oppsprekking. Hvis dette er tilfelle, er det viktig å gå inn med tiltak så snart som mulig. Dersom sprekker i dekket skyldes telehiv eller setninger i dekkfundamentet, må det først vurderes aktuelle tiltak for å rette på årsaken til skaden.

Små sprekker og riss (for eksempel på grunn av plastisk svinn ved utstøping), kan repareres med injeksjon. Dette gjøres ved at det bores hull på skrå ned i sprekken, og injeksjonsmassen pumpes inn under trykk. Det finnes også masser som kan påføres dekket i toppen av sprekken.



Figur 11.16 Injeksjon i gjennomgående sprekk

Gjennomgående sprekker bør tettes i toppen

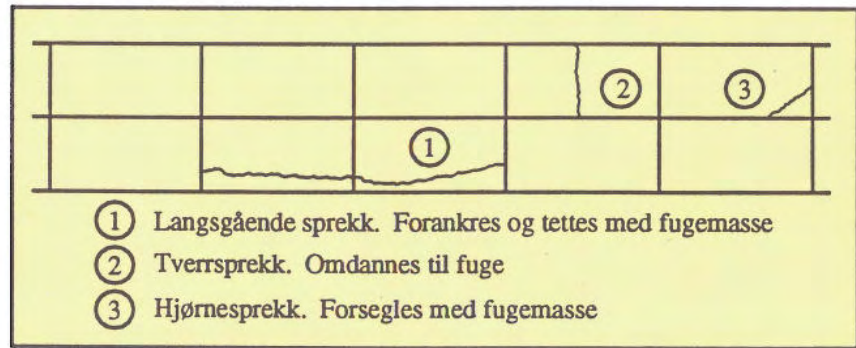
Noe større gjennomgående sprekker bør tettes i toppen som en fuge, dersom fugene også er tettet. Tetting er svært viktig når det under dekket er mekanisk stabiliserte materialer som kan svekkes og eventuelt vaskes ut når vann dreneres ned gjennom sprekken. Forutsetningen for bare å utføre forsegling med fugemasse i toppen av sprekken er at åpningen av sprekken er liten, (ca 1 mm) og at det ikke er fare for at sprekken utvides og blir større. Det vil da fortsatt være fortanning i sprekken som gjør at det er lastoverføring. Dette gjelder platedeler, f.eks. hjørner som ligger "inneklemt" mellom tilstøtende plater. Reparasjonen utføres ved at det skjæres eller freses ut en fuge i toppen av sprekken, og det må benyttes utstyr som er tilpasset dette. Materialer og utførelse av fugingen blir tilsvarende som for ordinære fuger, se kapittel 11.4.2.

Store sprekker kan kreve omfattende reparasjon

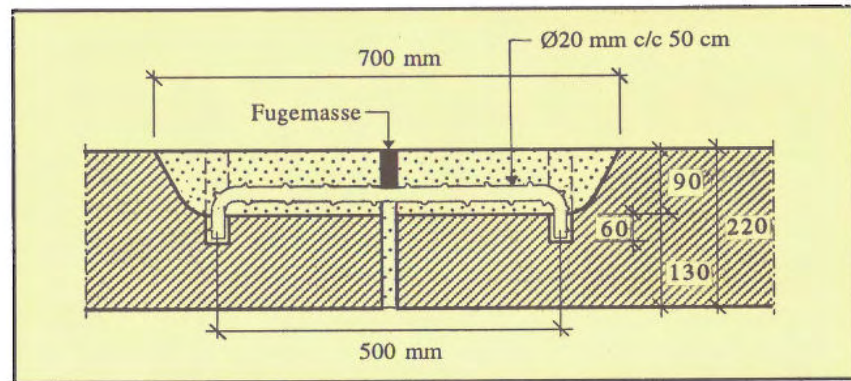
Reparasjon av store sprekker med liten eller ingen lastoverføring (bredde på 1.5 mm) er en forholdsvis omfattende og kostbar operasjon. Det må da først fastlegges om sprekken har stabilisert seg eller om den vil åpne seg ytterligere. "Stabile" sprekker repareres ved å omdanne sprekken til en fuge og legge inn dybler. Har sprekken mulighet til å åpne seg ytterligere, bør det støpes inn forankringsjern. Generelt vil tverrgående sprekker være stabile, mens langsgående sprekker har tendens til å åpne seg mer med tiden fordi dekksegmentene som "ligger løst" her er mindre innspente. Dette vil spesielt være et problem i kurver når det oppstår langsgående sprekker i ytre platerække. En skisse av ulike sprekketypene er vist i figur 11.17.

Ved omdanning av tverrgående sprekker til fuger må det først sørges for lastoverføring ved å montere dybler eller prefabrikerte dybel-forbindelser tilsvarende som beskrevet i kapittel 11.4.4. Deretter utføres forsegling med fugemasse.

For å hindre at sprekken åpnes ytterligere monteres forankringsjern i tilsvarende spor som ved ettermontering av dybler. For å oppnå godt feste bores disse jerna i tillegg inn i dekket som vist i figur 11.18. Det kan alternativt utformes spor slik at de bøyde ender på jerna blir liggende horisontalt.



Figur 11.17 Reparasjonstiltak for ulike sprekketyper



Figur 11.18 Skisse av forankringsjern for å binde sammen en sprekk

Et bilde fra et dekke hvor en slik reparasjon er under utførelse er vist i figur 11.19. Det er viktig at slike sprekker forsegles med fugemasse slik at en hindrer nedtrenging av vann og finstoff som kan forverre skaden.



Figur 11.19 Avbinding av langsgående sprekk med forankringsjern

11.6 STØP AV NYTT DEKKE

11.6.1 Betongdekker med omfattende skader

Ved omfattende skader på et betongdekke kan det være aktuelt med utskifting av større partier.

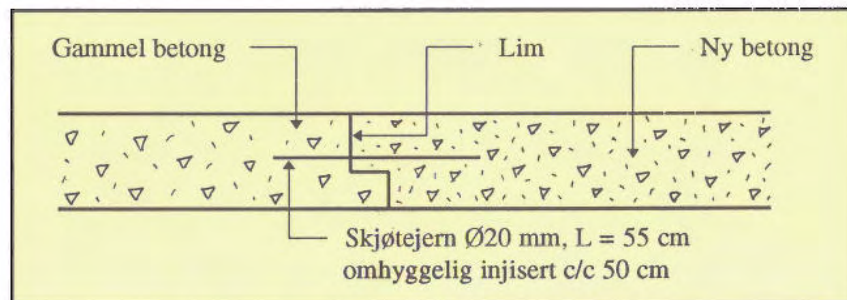
*Lokal oppsprekking
skyldes ofte
fundamenteringen*

Lokal oppsprekking skyldes i de fleste tilfeller svakheter i undergrunn eller feil ved dekkfundamenteringen. Ved utbedring av større skader er det derfor særdeles viktig å bestemme skadeårsak og utbedre dette før nytt dekke støpes.

11.6.2 Utbedring av skadet parti på enkeltplater

Utbedring av deler av enkeltplater utføres ved at skadet parti skjæres ut og fjernes. For å få god forankring mellom gammel og ny betong bør det lages en avtrapping i den gamle betongen. Dette gjøres ved å sage to kutt med avstand 5-10 cm (avhengig av tykkelsen på dekket). Det ytterste sagkuttet bør gå gjennom hele dekkets tykkelse, og den delen av dekket som skal skiftes ut fjernes. Det sages så et nytt kutt med dybde ca 2/3 av dekketykkelsen, og betongen fjernes som vist i figur 11.20.

Fundamentet for den utskårne delen komprimeres og avrettes. Det bores så inn og gyses fast forankringsjern i den gjenstående platedelen. Snittflaten rengjøres, tørkes og påføres epoxy som heftforbedrende middel. I fugen mot tilstøtende plate må defekte dybler skiftes, og det må kontrolleres at alle dybler har et tilfredsstillende glideskikt. Ny platedel støpes så ut og beskyttes mot uttørking. Betongkvaliteten må tilpasses den eksisterende betongen for å unngå forskjeller i slitasje.



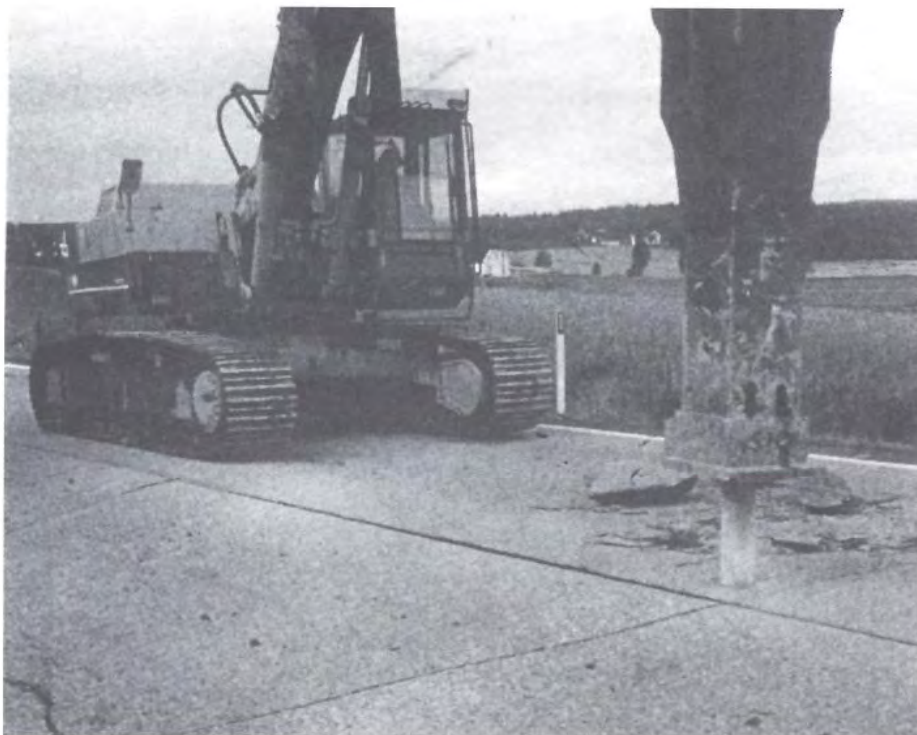
Figur 11.20 Eksempel på skjøt mellom gammel og ny betong

Det er vanskelig å oppnå god jevnhet ved utstøping av små partier

Det må legges stor vekt på å oppnå jevn overflate. Erfaring har vist at dette kan være vanskelig og utstøpingen vil hovedsakelig måtte utføres manuelt. Det kan benyttes maskinelt utstyr for pussing av overflata (f.eks. "helikopter" som benyttes ved pussing av industrigulv o.l.), men dette kan føre til at finstoff trekkes opp slik at en får et mørtellag i toppen. Dette er slitajemmessig uheldig. For å oppnå godt resultat må en være nøye med betongens konsistens, spesielt ved stort fall på dekket. Før trafikken settes på, må betongen ha oppnådd tilstrekkelig fasthet. Trykkfastheten må minst være 30 MPa, og bør kontrolleres med trykkprøving.

11.6.3 Nedknusing og utlegging av nytt dekke

Ved utskifting av større partier av et betongdekke er det nødvendig å knuse ned dekket med en vibrerende hammermeisel montert på gravemaskin, se figur 11.21.



Figur 11.21 Nedknusing av sterkt skadet betongdekke

Svakheter i dekkefundament og undergrunn utbedres

Etter at dekket er fjernet må alle svakheter i undergrunn og dekkefundament utbedres. Utbedringer må utføres slik at setninger og etterkompaktering blir minimale. Underlaget avrettes og justeres opp mot krav.

Nytt dekke støpes ut med forankringsjern i fuge mellom kjørebanner og med fordybling i kontraksjonsfugene. Avstanden mellom kontraksjonsfugene (tverrfugene) bør være 4-4,5 meter. Til forankringen benyttes 12 mm armeringsstål med lengde 60 cm som monteres i innbyrdes avstand på 1 meter. Dyblene består av 25 mm glattstål med lengde på 60 cm. Disse monteres med innbyrdes avstand på 30 cm og må være påført glideskikt på minst 35 cm av lengden.

Både dybler og forankringsjern monteres midt i dekket.

Betongkvaliteten som benyttes bør slitasjemessig tilpasses tilstøtende betong.

Utstyret som benyttes ved utstøping må tilpasses størrelsen på dekket som skal støpes. For noe større områder kan det være aktuelt med glideformsutlegger. Ellers vil det være mest aktuelt med avretterutstyr som f.eks. Allen -36 eller Bidwell utleggere.

Prefabrikerte betongplater kan benyttes ved lokale utbedringer

Ved utskifting av enkeltplater og deler av et dekke kan det også være aktuelt å benytte prefabrikkerte betongplater. Dette krever svært nøyaktig avretting og komprimering av fundamentet, men har den fordel at trafikken blir mindre forstyrret. Det benyttes da armerte plater. Betongkvaliteten blir ofte mer homogen ved en slik fabrikkproduksjon. Eksempel på bruk av prefabrikkerte betongplater er gitt i /34/.

11.7 OVERLEGG MED ASFALT

Asfaltoverlegg er aktuelt på gamle betongdekker

Gamle betongdekker med omfattende skader som spor, dårlig jevnhet, sprekker og sår kan utbedres med overlegg av asfalt. Dette kan også benyttes som alternativ til påstøp og sporfylling men bør fortrinnsvis benyttes der en har mer omfattende skader enn bare sporslitasje.

Betongdekket gir et meget stabilt underlag for asfaltdekket uten problemer med plastiske deformasjoner. Det stilles imidlertid store krav til asfaltkvaliteten for at dekket skal tåle de belastninger det blir utsatt for.

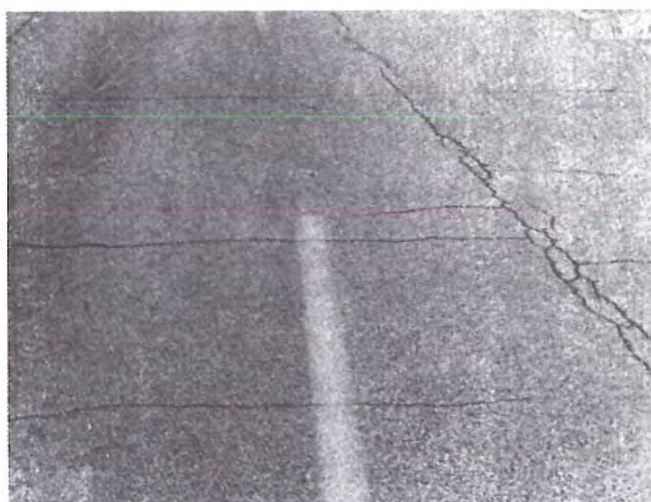
Refleksjonsoppsprekking er et problem ved asfaltoverlegg

Det største problemet med overlegg av asfalt på betongdekker er refleksjonssprekker. Disse oppstår ved at fuger og sprekker i betongdekket virker som sprekkeanvisere i det nye asfaltoverlegget og gir gjennomslag av sprekker etter en tid. I fuger og sprekker vil det være horisontale bevegelser på grunn av fukt og temperatursvingninger samt vertikale differansenedbøyninger på grunn av trafikkbelastning. Dette medfører store spenningskonsentrasjoner (med strekk og skjærspenninger) i det overliggende asfaltlaget og vil gi oppsprekking dersom ikke spesielle forholdsregler blir tatt. Figur 11.22 viser et eksempel på refleksjonsoppsprekking i et asfaltdekke over betong.

Tynne asfaltoverlegg kan utføres med fuger som skjæres over alle fuger og sprekker i betongdekket. Disse fugene fylles så med varmpåførbar bitumenbasert fugemasse. Denne løsningen er dårlig egnet på betongdekker med mange sprekker i tillegg til fugene, og anbefales ikke.

Det beste er å redusere problemene med refleksjonsoppsprekking. Dette kan gjøres ved å benytte:

- Tykke overlegg
- Asfalt med gode elastiske egenskaper
- Armering



Figur 11.22 Refleksjonsoppsprekking i overlegg av asfalt på gammelt betongdekke

*Tykke overlegg
er gunstig*

Asfaltoverlegg bør alltid utføres i to lag. Det legges først et opprettings-/bindlag som klebes til betongdekket. Klebemidlet kan være bitumenemulsjon eller bitumenløsning, og mengden må tilpasses overflatestrukturen (porøsiteten) på betongdekket. Total dekketykkelse bør minimum være 8-10 cm der bindlaget utgjør 4 cm. Dersom det benyttes armering, må overdekningen over denne minst være 5 cm. Det kan benyttes armering av syntetisk nett eller duk innsatt med bitumen. Armeringen må alltid ligge mellom to asfaltlag, og kan ikke legges direkte på betongen.

*Asfaltdekket bør ha gode
stabilitets- og tøyningsegenskaper*

I asfaltoverlegg bør det benyttes høyverdige massetyper med god stabilitet. Dette er viktig for å unngå plastiske deformasjoner og glidninger i asfaltlaget. For å få gode tøyningsegenskaper og unngå refleksjonsoppsprekking kan det benyttes polymermodifisert bindemiddel. Det er også en fordel med høyt bindemiddelinhold. I opprettings-/bindlag bør det benyttes Agb16 og i slitelag er Ab og Ska de mest naturlige dekkevalg.

12

Kvalitetssikring

Målsetting

Med kvalitetssikring menes alle systematiske tiltak som er nødvendige for å sikre at gitte kvalitetskrav blir oppnådd. Kvalitetsplanen beskriver hvordan avtalt kvalitet skal oppnås til avtalt pris og tid, og skal følge prosjektet fra planlegging til ferdig utførelse.

12.1 KVALITETSPLAN

En kvalitetsplan skal utarbeides både ved egenregi- og entreprisarbeider. Planen skal være konkret for gjennomføring av det aktuelle prosjektet, og beskrive de rammebetingelser og standarder som skal gjelde. Ansvarlig for godkjenning av planen er leder av vedlikeholdsavdelingen hos vegholderen.

Entreprise/egenregi

Planen skal bygge på entreprenørens kvalitetssikringssystem (ved egenregi Statens vegvesen håndbok 144, «Kvalitetssikring»), og tilpasses prosjektet. Den bør inneholde

- * mål for prosjektet
- * organisering av prosjektet
- * ansvarsfordeling
- * kompetansekrav
- * ressursbruk, omfang
- * kvalitetskrav som gjelder, akseptkriterier
- * fremgangsmåte for oppnåelse av avtalt kvalitet
- * hva som skal gjøres ved avvik
- * hvordan kvalitet skal dokumenteres
- * hvem som skal motta dokumentasjonen

12.2 GJENNOMFØRING OG OPPFØLGING

Planen skal sikre kontroll i alle ledd.

Driftskontroll

Entreprenøren skal selv, eller ved innleid konsulent, foreta driftskontroll under arbeidets gang, på avtalte parametre og i henhold til avtalt hyppighet/omfang.

Stikkprøvekontroll

Byggherren skal foreta stikkprøvekontroll parallelt med driftskontrollen, for å sikre seg at driftskontrollen er riktig utført. Han skal også holde seg løpende orientert om entreprenørens kvalitetsresultater.

Etterkontroll

Når arbeidet er avsluttet, foretas etterkontroll av det ferdige resultatet, med begge parter som deltagere, slik at eventuelle uoverensstemmelser kan bli avklart snarest mulig. Denne kontrollen omfatter også beregninger av materialforbruk og kvantitative mål på utført arbeide.

<i>Kontrollparametre</i>	Kontrollparametrene er geometriske krav som tykkelse, bredde, lengde, fall etc., materialkrav til tilslagsmaterialer, sement, hjelpestoffer, sammensetning og konsistens, funksjonskrav som jevnhet og friksjon, fremdriftskrav etc.
<i>Kontrollomfang</i>	Kontrollomfanget beskrives ved hvor ofte hver enkelt parameter skal kontrolleres. Omfanget er vanligvis vesentlig større ved driftskontrollen enn ved stikkprøvekontrollen. Når kvalitetskravene ikke er oppfylt, skal hyppigheten av både drifts- og stikkprøvekontrollen økes, inntil måleresultatene igjen er innenfor toleransegrensene.
<i>Rettet kontroll</i>	Dersom det oppstår mistanke om at en kvalitetsparameter ikke oppfyller kravene, skal det foretas ekstra og/eller spesielle undersøkelser av vedkommende parameter.
<i>Dokumentasjon</i>	Alle kvalitetsresultater som måles skal journalføres på en hensiktsmessig og ryddig måte, slik at nødvendige beslutninger kan tas av ansvarshavende på et sikkert og dokumentert grunnlag til enhver tid. Resultatene vil også være nyttige ved den fremtidige oppfølgingen av vedkommende parsell.

13

Litteraturreferanser

- /31/ Reidar Kompen: "Betongslitelag på bruer".
Vegdirektoratet, Veglaboratoriet
- /32/ "Cement-treated and concrete pavements:
their applicability in Finland and
elsewhere"
Roads and Waterways administration.
Finland 1989
- /33/ J.P. Christory: «Evaluation et entretien des chaussées en
J.L. Nissoux: beton»
PIARC kongress i Marrakech, 22.-28.
september 1991
- /34/ "Merkblatt für die Erhaltung von
Betongstrassen"
Forschungsgesellschaft für Strassen und
Verkehrswesen
- /35/ Trine Tveter: Høyfast betongs motstand mot
piggdekkslitasje. 1993
- /36/ "6th International Symposium on
Concrete Roads"
Madrid, 8.-10. oktober 1990
- /37/ Statens vegvesen, Vegdirektoratet.
Vedlikeholdstandard, håndbok nr. 111
- /38/ Statens vegvesen, Vegdirektoratet Tema
hefte til håndbok nr. 111
- /39/ Statens vegvesen, Veglaboratoriet. Intern
rapport nr. 1644:FoU-prosjektet «Dek-
ker i betong»1993



Statens vegvesen

Vegdirektoratet
Håndboksekretariatet
Boks 8142 Dep.,
0033 Oslo

Tlf. 22 07 35 00
Fax 22 07 36 79

ISBN 82-7207-377-3

En håndbok fra Vegvesenet