

Rapport nr. 8

Parkeringshus i betong
Prosjektering – Bygging – Vedlikehold

Forbehold om ansvar

Denne rapporten fra Norsk Betongforening er utarbeidet av en arbeidsgruppe sammensatt av fagpersoner utnevnt av foreningen. I prosessen med utarbeiding av rapporten er det lagt vekt på å sikre at innholdet er i samsvar med kjent viten og de standarder som var gjeldende da arbeidet ble avsluttet.

Noen feil eller mangler kan likevel forekomme.

Norsk Betongforening forutsetter at rapporten brukes av personer med den nødvendige faglige kompetansen, og med forståelse for de begrensningene og forutsetningene som er lagt til grunn. Feil tolking og bruk av innholdet i rapporten er ikke Norsk Betongforeningen sitt ansvar.

Norsk Betongforening og medlemmer i arbeidsgruppen, har ikke ansvar for direkte eller indirekte følger av eventuelle feil eller mangler i publikasjonen, eller bruken av innholdet i publikasjonen.

FORORD

Det primære målet med denne rapporten er å angi tiltak som bidrar til at parkeringshus i betong skal oppnå en brukstid og et vedlikehold som tilfredsstiller byggherrens ønsker og behov.

I rapporten finnes det en rekke bilder. Dersom ikke annet er sagt, er bildene tatt av arbeidsgruppens medlemmer.

Rapporten er skrevet av en arbeidsgruppe bestående av:

Jarle H. Hatlelid, Cowi/Jarle Hatlelid AS

Magne Maage, M Maage Konsult

Bernt Kristiansen, AF Gruppen

Erik Grønner, Sto Norge

Jon Luke, Norconsult

Steinar Leivestad og Christian Sandvik har bidratt på deler av rapporten.

Arbeidet er finansiert av Norsk Betongforening og Norsk Forening for Betongrehabilitering. I tillegg har bedriftene der medlemmene i arbeidsgruppen er ansatt bidratt med en vesentlig gratis arbeidsinnsats.

Juni 2020

SAMMENDRAG

VEILEDNING

Kap. 1 og 2 Innledning og formål

Parkeringshus har vist seg å være en type bygninger som ofte utsettes for sterk nedbrytning og kostbare skader etter for kort tid.

Det primære formålet med denne rapporten er å angi tiltak som bidrar til at parkeringshus i betong skal oppnå en brukstid og et vedlikehold som tilfredsstiller byggherrens ønsker og behov. Rapporten konsentrerer seg først og fremst om golv på grunn og dekker for parkering. Søylar og vegger er behandlet i den grad de er påvirket av sprut fra biler, dvs. ca. en halv til en meter opp fra gulvet

For å oppnå ønsket brukstid uten store reparasjoner, kan flere virkemidler tas i bruk. Ofte vil flere virkemidler brukt samtidig gi den teknisk og økonomisk beste løsningen på lang sikt.

Alle konstruksjoner er mer eller mindre forskjellige. Det vil ikke være riktig å anbefale en bestemt løsning som skal gjelde for alle parkeringshus. I rapporten diskuteres derfor flere faktorer som kan bidra til å oppnå målsettingen. Det er den rådgivende ingeniør for prosjektet som i hvert enkelt tilfelle må foreta vurderinger og finne ut hva som gir den beste løsningen på de krav og ønsker byggherren har.

I det følgende er det gitt et sammendrag av innholdet i rapporten og noen anbefalte virkemidler er oppsummerte med henvisning til det kapittel i rapporten der virkemidlet er omtalt. Anbefalingene er ikke angitt i prioritert rekkefølge.

Kap. 3 Utforming av P-hus

Utforming og layout løses primært av arkitekt og prosjektutviklere, men ofte i samarbeid med RIB og/eller totalentreprenør. I kapittel 3 går en igjennom noen anbefalinger når det gjelder konstruktiv utforming, valg av konstruksjon og geometri av parkeringsanlegg. Løsninger med plaststøpte konstruksjoner og elementbygg presenteres. Fordeler og ulemper med de ulike løsningene omtales kort.

Kap. 4 Prosjektering av nybygg, Beskrivelse

Prosjektering av nybygg er behandlet i kapittel 4. Det legges hovedvekt på byggeteknisk prosjektering og valg/anbefaling av tekniske løsninger.

Styrende dokumenter, som den prosjekterende må kjenne til, er omtalt i pkt. 4.2.

Dokumentasjon og kontroll av prosjektering omtales i pkt. 4.3, basert på kravene i NS-EN 1990+NA. Sammenhengen mellom pålitelighetsklasse og prosjekteringskontrollklasse omtales. Parkeringshus vil normalt bli plassert i klasse 2, men klasse 3 kan også være aktuelt.

Eksponerings- og bestandighetsklasser, samt andre materialegenskaper, diskuteres i pkt. 4.4. Anbefalinger for bruk i parkeringshus er omtalt. Både overdekning, kloridinnholds klasse og riss diskuteres.

Valg av konstruksjonsløsning omtales i pkt. 4.5. Her gis det en kort innføring i ulike bæresystemer som tradisjonelt brukes. Brann tekniske utfordringer for ulike løsninger er kort omtalt. Det vanlige i dag er å prosjektere dekker uten avrenning mot sluk/renne. Dette har vist seg å gi svært høye saltkonsentrasjoner i betongen. Ekstra tiltak,

eksempelvis reduserte beregningsmessige rissvidder, større overdekning og/eller belegg av ulike slag anbefales vurdert.

Pkt. 4.6 og 4.7 kommer med anbefalinger til selve prosjekteringen, både for plasstøpte og prefabrikkerte bærekonstruksjoner. Dette omfatter både armeringsmengder, rissvidder, påstøp samt en del detaljer, spesielt fugeløsninger.

Prosjektering av ulike typer belegg er kort omtalt i pkt. 4.9.

Kap. 5 Utførelse

Utførelse av betongarbeid og beleggsarbeid er omtalt i kapittel 5. Sprekker og riss vil alltid oppstå i betongkonstruksjoner i større eller mindre grad. Dette gjelder både plasstøpte konstruksjoner og konstruksjoner med betongelementer. Tiltak for å unngå negative konsekvenser av ulike typer riss er diskutert og anbefalinger er gitt.

Rådgivende ingeniør må bestemme om det satses på noen få og relativt grove riss som kan injiseres, eller mange riss med liten rissvidde, der det er mer aktuelt å legge belegg på hele dekket slik at belegget bygger over rissene. Krav til betong og overdekning på dekker kan ikke reduseres når det brukes belegg.

Parkeringshus vil normalt plasseres i utførelsesklasse 2, men klasse 3 kan også være aktuelt.

Utførelse av belegg er omtalt i pkt. 5.2. Både belegg av herdeplaster, støpeasfalt og høyfast mørtel er omtalt. Hovedvekt er lagt på belegg av herdeplaster.

Krav til kontroll og dokumentasjon av utførelsen er diskutert.

Kap. 6 Vedlikehold

Vedlikehold av parkeringshus er omtalt i kapittel 6. Ved bygging av nye parkeringshus, skal det utarbeides en FDV-dokumentasjon, som blant annet skal inneholde informasjon om vedlikehold og inspeksjonsrutiner i driftsfasen. FDV-dokumentasjonen har en tendens til å forsvinne og vedlikeholdet blir ofte ikke gjennomført som forutsatt. Forutsetningen for å oppnå ønsket levetid, er at det gjennomføres et vedlikehold som beskrevet. Fugedetaljer og belegg har normalt kortere levetid enn bygget ellers.

VEDLEGG

1 Nedbrytingsmekanismer og levetid

Skadetyper og nedbrytingsmekanismer på betongen er diskutert i Vedlegg 1.

Armeringskorrosjon er den største utfordringen i parkeringshus, først og fremst som følge av klorider (salt) som kommer inn med biler. Karbonatisering kan være årsak til korrosjon i eldre parkeringshus, men ikke i hus som bygges etter dagens regelverk.

Frostpåkjenning kan være en utfordring, spesielt i eldre konstruksjoner. Slitasje som følge av piggdekk er generelt sett en utfordring. Riss og sprekker i betongen, og mellom elementer, kan føre til at klorider raskere kommer i kontakt med armeringsstålet. Enkelte steder kan alkalireaksjoner føre til nedbryting av betongen.

Levetid, eller dimensjonerende brukstid, diskuteres. For å oppnå planlagt levetid, forutsetter det at det gjennomføres et systematisk vedlikehold av konstruksjonen, men ikke omfattende reparasjoner. Byggherren må velge hvilken levetid konstruksjonen skal prosjekteres for. Det vanlige har vært 50-60 år, men det vil i mange tilfeller være riktigere å velge 100 år for å oppnå bedre sikkerhet mot nedbryting.

2 og 3 Typiske skader og skadeårsaker – Prosjekterfaringer

Typiske skader og skadeårsaker på eldre konstruksjoner diskuteres i Vedlegg 2 og prosjekterfaringer ved bruk av dagens regelverk diskuteres i Vedlegg 3.

I perioden fra 1962 til 1989 var kravene til betongkvalitet og overdekning svært liberale. Dette førte til at det ble bygget konstruksjoner med dårlige bestandighetsegenskaper. Armeringskorrosjon som følge av klorider er den dominerende skadeårsaken.

Ved bruk av dagens regelverk, er betongkvaliteten vesentlig bedre enn før og overdekningen er langt større enn tidligere. I Vedlegg 3 er både plaststøpte parkeringshus og elementbygg, begge både med og uten belegg, omtalt. Det er vanskelig å totalt unngå riss og sprekker i betongkonstruksjoner, både plaststøpte og i elementbygg. Plaststøpte konstruksjoner kan gjøres tette ved å injisere riss og sprekker eller ved at det legges et egnet belegg.

I elementkonstruksjoner må effekten av innbyrdes spenninger/bevegelser, og geometriske avvik mellom elementene, tas i betraktning ved valg av nødvendige tiltak. Bygging av parkeringshus med hulledekker krever spesiell oppmerksomhet på grunn av rotasjon ved opplegg, ved bevegelser i fuger mellom elementene og mot tilstøtende vegger.

Belegg basert både på herdeplaster, støpeasfalt og høyfast mørtel er omtalt.

4 Rehabilitering

Rehabilitering av parkeringshus er kort omtalt i Vedlegg 4. Rehabilitering er ikke et hovedpunkt for denne rapporten og bare prinsipielle forhold er diskutert. Det vises i stor grad til eksisterende litteratur og standarder. Viktige forhold ved en tilstandskontroll er diskutert som grunnlag for valg av aktuelle rehabiliteringsmetoder og forsterkningsmetoder, som er diskutert kort.

5 Betong og delmaterialer

Valg av betong og delmaterialer omtales i Vedlegg 5. Eksponeringsklasser defineres og anbefalte eksponeringsklasser for parkeringshus er XC3, XC4, XD3 og i tillegg XF4 når betongen utsettes for frostpåkjenning. Dette fører til bestandighetsklasse henholdsvis MF40 og M40 for betong med og uten frostpåkjenning. Det anbefales at eksponeringsklasse XSA vurderes med de konsekvenser det har for tilleggskrav. Det anbefales videre at bare egenskapsdefinert betong spesifiseres og at regler for hva som skal spesifiseres i NS-EN 206+NA blir fulgt som omtalt i Vedlegg 5. Krav til beregningsmessige rissvidder, for å oppnå ønsket bestandighet, er diskutert. Risiko for oppsprekking i herdefasen avtar ved bruk av lavvarmebetong. Når det spesifiseres at konstruksjonen skal ha lavt utslipp av klimagasser, anbefales det å bruke lavkarbonbetong i henhold til NB-publikasjon 37.

6 Armeringstyper og overdekning

Armering omtales i Vedlegg 6. Vanlig kamstål av duktilitetsklasse C i henhold til NS 3576-3 er mest brukt, og anbefales i de aller fleste tilfeller. Rustfri armering blir for kostbar til generell bruk. Både galvanisert og epoksybelagt armeringsstål brukes ikke av forskjellige grunner. Armeringsstenger av komposittmaterialer har heller ikke slått gjennom, først og fremst på grunn av lav E-modul og høy pris. Fiber, spesielt ulike typer stålfiber, brukes først og fremst i gulv på grunn og påstøp i kombinasjon med slakkarmering og spennarmering. Spennarmering er vanlig i betongelementer i form av fôrøppspente systemer der spenntrådene ligger direkte i kontakt med betongen. I plaststøpte konstruksjoner kan etterspente systemer brukes, både med og uten heft langs

stålet. Spennstålet ligger da beskyttet i stålrør eller plasthylse. Spennarmering kunne med fordel brukes i større grad i parkeringshus, men konstruktiv utforming må være slik at den egner seg for spennarmerte løsninger.

Krav til armeringsoverdekning for vanlig armering styres av bestandighet, brann og heft. Bestandighet vil så godt som alltid være dominerende. For spennstål er krav til overdekning større enn for vanlig armering. Overdekning bestemmes avhengig av eksponeringsklasse og planlagt dimensjonerende brukstid. NS-EN 1992-1-1+NA gir verdier for minimumsoverdekning. NS-EN 13670+NA og NS-EN 13369 gir verdier for tillatte avvik. Nominell overdekning er summen av minimumsoverdekning og tillatte avvik ut mot forskalingen. Det er nominell overdekning som skal brukes i beregningene, og som en skal tilstrebe å oppnå i konstruksjonen. Det er gitt egne regler for monteringsjern. Det anbefales at slakkarmering heftsveises slik at elektrisk kontinuitet sikres med tanke på eventuell katodisk beskyttelse senere. For parkeringshus vil kravet til nominell overdekning for slakkarmering være henholdsvis 50 mm og 60 mm for 50 års og 100 års brukstid når tillatte avvik mot forskalingen er 10 mm. For prefabrikkerte element tillates mindre avvik og dermed lavere krav til nominell overdekning. Av hensyn til bestandighet, anbefales det å bruke 10 mm større overdekning enn angitt i NS-EN 1992-1-1+NA mot eksponert flate.

7 Belegg

Ulike typer belegg omtales i Vedlegg 7. De vanligste er basert på epoksy, polyuretan, metylmetaakrylat (akryl) og polyurea, dvs. ulike herdeplaster. Felles for alle belegg er at det brukes en primer for å oppnå god heft til underlaget. Videre oppbygging av beleggsystemer er avhengig av formålet med belegget, og hvor sterk påkjenning det er utsatt for. Ulike lag i systemer kan ha forskjellige egenskaper, og det kan brukes tilslag for å bedre slitasjemotstanden. Gjeldende standarder stiller krav om hvilke obligatoriske egenskaper som skal dokumenteres i ulike brukssituasjoner, og hvilke verdier som skal tilfredsstilles. Det anbefales at egenskaper for beleggsystemer spesifiseres i samsvar med gjeldende standarder. Støpeasfalt og høyfast mørtel omtales spesielt. Det anbefales at de samme krav til egenskaper stilles til støpeasfalt og høyfast mørtel som for andre typer belegg. Belegg og støpeasfalt vil ha vesentlig kortere levetid enn betongkonstruksjonen. Forventet levetid vil være 10-15 år, avhengig av påkjenning og beleggets oppbygging. Det må gjennomføres vedlikehold i konstruksjonens levetid. Høyfast mørtel forventes å ha lengre levetid enn herdeplaster og støpeasfalt, men materialet er sprøtt og har lett for å risse opp.

8 Beskrivelseseksempel

Beskrivelseseksempel, i samsvar med NS 3420 – Del LY, for armering, betong og belegg er tatt med i Vedlegg 8.

INNHold

1	INNLEDNING	2
2	FORMÅL	3
3	UTFORMING AV OG LØSNINGER SOM BRUKES I PARKERINGSKUP	4
3.1	Geometri	4
3.2	Plasstøpte konstruksjoner	5
3.3	Elementbygg	7
4	PROSJEKTERING AV NYBYGG – BESKRIVELSE	11
4.1	Generelt	11
4.2	Styrende dokumenter	11
4.3	Dokumentasjon og kontroll av prosjektering	12
4.4	Eksponering og bestandighet	13
4.4.1	Eksponeringsklasser	14
4.4.2	Bestandighetsklasser	14
4.4.3	Overdekning	15
4.4.4	Kloridinnholdsklasse	15
4.4.5	Riss	15
4.5	Valg av konstruksjonsløsning	16
4.6	Prosjektering av helt eller delvis plasstøpte konstruksjoner	18
4.6.1	Minimumsarmering	18
4.6.2	Gulv på grunn og flytende påstøp	19
4.6.3	Plasstøpte gulv og fundament under terrengnivå	20
4.6.4	Vegger	20
4.6.5	Helt eller delvis plasstøpte etasjeskillere	21
4.6.6	Parkeringsarealer på tak	21
4.7	Prefabrikkerte etasjeskillere med påstøp	22
4.8	Detaljer	23
4.9	Prosjektering av beleg	25
4.10	Oppsummering	26
5	UTFØRELSE	28
5.1	Betongarbeider, underlag for beleg	28
5.1.1	Generelt	28
5.1.2	Støping av gulv/dekker	29
5.1.3	Kontroll og dokumentasjon av plasstøpte konstruksjoner	32
5.1.4	Montering av betongelementer	33
5.2	Utførelse av beleg	33
5.2.1	Generelt	33
5.2.2	Utførelse av beleg basert på herdeplaster	34
5.2.3	Toleranser	34
5.2.4	Riss	34
5.2.5	Fukt og temperatur	35
5.2.6	Blæredannelser	35
5.2.7	Kontroll og dokumentasjon av utførelse	35
6	VEDLIKEHOLD	37
6.1	FDV-dokumentasjon	37
6.2	Vedlikeholds- og inspeksjonsrutiner	37
6.3	Litteratur om emnet	38

VEDLEGG	39
----------------	-----------

1 INNLEDNING

Parkeringshus er relativt enkle konstruksjoner, men likevel byr prosjektering, bygging og vedlikehold på flere utfordringer. Dette skyldes i all hovedsak at parkingsarealene eksponeres for kloridholding vann, og at de samme arealene blir utsatt for betydelig mekanisk belastning i form av biltrafikk. Erfaring viser at dette var et større problem den tid standardene ikke satte de samme kravene til betongkonstruksjonenes bestandighet som dagens regelverk gjør, og kravene til kompetanse for de som utfører byggearbeidene var langt dårligere. Likevel er det en kjensgjerning at det oppstår skader også på nyere parkeringshus. Bortsett fra at dette i noen tilfeller kan skyldes feil ved utførelsen, er det følgende hovedårsaker til de problemene som fortsatt forekommer:

- **Det prosjekteres ikke med maks rissvidde**
Rissvidde er et komplisert prosjekteringskriterium, men likevel nødvendig for å kunne spesifisere krav til beleggets rissoverbyggende evne.
- **Løsningene for å gjøre konstruksjoner tette over betongelementer er ofte for dårlige.**
Erfaringsmessig oppstår det bevegelser mellom betongelementer slik som enderotasjon og horisontale og vertikale bevegelser i skjøten mellom elementene. Dette vil føre til vannlekkasjer, og vannet kan finne veien til spennarmeringen, hvis ikke løsningen for å gjøre konstruksjonen vanntett, er gjennomtenkt og riktig utført.
- **Det velges ikke belegg på plasstøpte konstruksjoner.**
Siden det ofte vil oppstå riss i overkant av parkeringsdekkene, der de bærer kontinuerlig over underliggende ribber, kan armeringen i overkant av dekket bli angrepet av kloridholdig vann. Dette kan unngås hvis en etterspinner dekkene eller injiserer rissene.
 - Beskrivelsen av belegg er i de fleste tilfeller svært mangelfull
I svært liten grad brukes Norsk Standard 3420 – LY7 til å beskrive funksjonskravene til et belegg, selv om kravene er godt definert der.
 - Belegg har langt kortere levetid enn P-hus i soner med stor trafikk
I soner med betydelig trafikk, ikke minst fra piggdekk, er det ikke realistisk at belegget vil ha samme levetid som parkeringshuset. I og med at beleggets fremste funksjon er å danne et vanntett sjikt over betongen, er det derfor avgjørende at en definerer forventede vedlikeholds/utskiftningsintervaller for belegget i utsatte soner, og følge opp dette med inspeksjon.

Det er behov for å synliggjøre hva som kan gjøres for å framstille mer bestandige parkeringshus med levetider som tilfredsstiller det som er planlagt. Dette omfatter både teoretiske beregningsmodeller, konstruktiv utforming, materialvalg, utførelse av arbeidene, kontrollomfang og vedlikehold. Denne rapporten er ment som et hjelpemiddel for å prosjektere og bygge mer bestandige parkeringshus.

2 FORMÅL

Formålet med rapporten er å gi råd om tiltak som kan bidra til å produsere mer bestandige parkeringshus i betong slik at risiko for initiering av armeringskorrosjon innenfor prosjektert levetid blir redusert. Informasjonen i rapporten skal bidra til at:

- Byggherrer skal bli bedre i stand til å gjøre de riktige valgene med tanke på totaløkonomi i prosjektert levetid. Dette gjelder både valg av overordnede løsninger og vedlikehold i konstruksjonens levetid.
- Prosjekterende skal ha et bedre grunnlag for å beskrive parkeringshus i betong på en god måte. Dette gjelder både konstruktive løsninger, en rekke viktige detaljer, materialvalg og opplegg for kontroll av egne arbeidere og den utførende sine arbeidere.
- Utførende skal ha et bedre grunnlag for å gjøre en riktig jobb. Dette gjelder både å sikre at overdekningen blir riktig, og at en unngår utilsiktede sprekker og riss i betongen.
- Materialleverandører, spesielt de som leverer belegg av ulike typer, skal få informasjon om hvilke egenskaper ved sine produkter de må dokumentere og hvilke prøvemetoder som skal brukes.

Rapporten skal først og fremst ha de prosjekterende som målgruppe. Byggherren overlater ofte til den prosjekterende å ivareta sine interesser, men byggherren har like fullt ansvar og plikter. Den utførende og materialleverandører har stor innvirkning på konstruksjonens bestandighet og disse skal også dra nytte av rapporten.

Rapporten skal først og fremst omfatte nybygg med tilhørende vedlikehold, men reparasjon av eksisterende parkeringshus vil også bli behandlet kort.

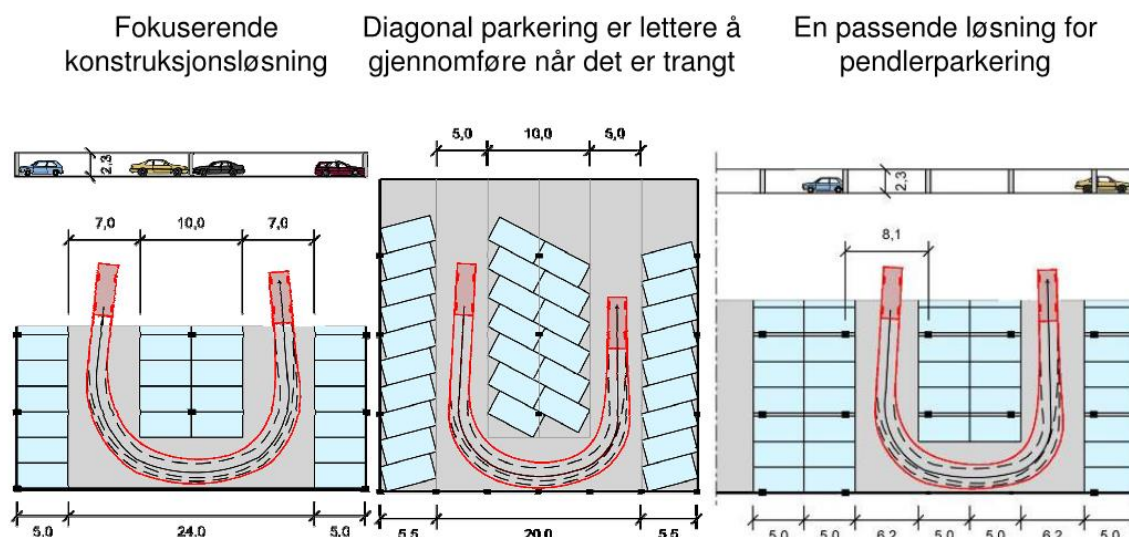
3 UTFORMING AV OG LØSNINGER SOM BRUKES I PARKERINGSKUS

Her gis noen generelle anbefalinger om geometriske og estetiske forhold samt valg av materialer. Utforming og layout løses primært av arkitekt og prosjektutvikler, men hvor RIB også har en rolle. Denne veilederen konsentrerer seg likevel i hovedsak om de forhold som må løses etter at prosjektets skisse- og forprosjekt er fullført.

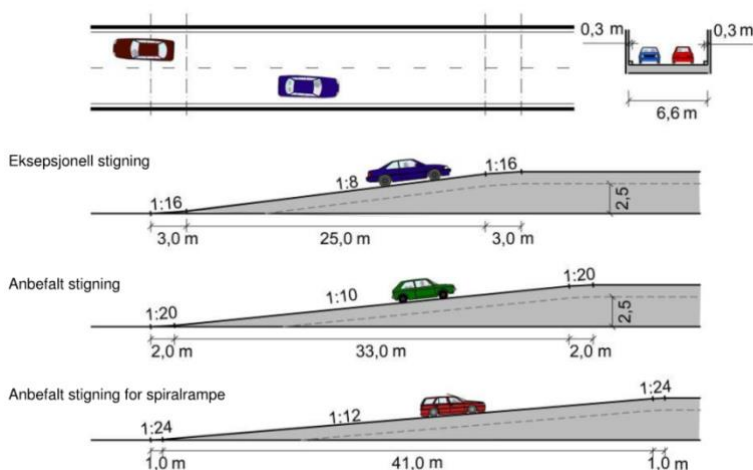
3.1 Geometri

SINTEF Byggeforsk har utarbeidet anbefalinger til "Parkeringsplasser og garasjeanlegg" se /3.1/.

Ellers er i det følgende vist noen anbefalte minste geometrivalg hentet fra /3.2/ SPENNCON Brosjyre om parkeringsanlegg.



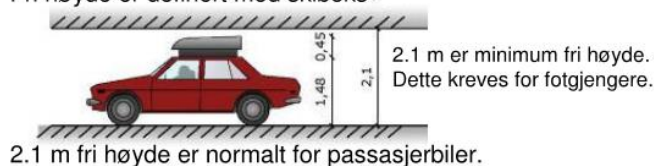
Figur 3.1 Eksempel på utforming av parkeringsplasser



Figur 3.2 Ramper og stigningsforhold er sentrale ved vurdering av plassbehov

Fri høyde

Fri høyde er definert med skiboks.



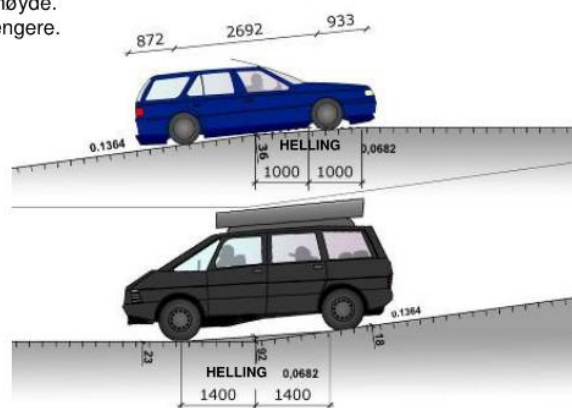
2.1 m fri høyde er normalt for passasjerbiler.



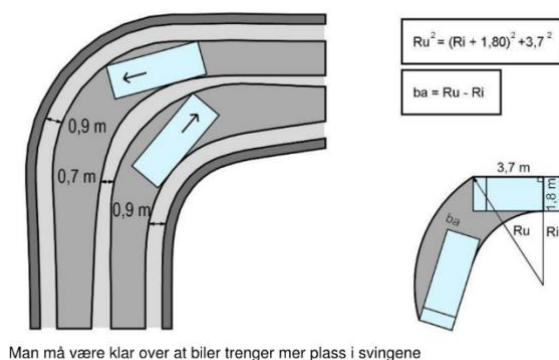
Toyota LC krever en fri høyde på minst 2.5 m.

Figur 3.3 Nødvendige forhold som gjelder høyder

Formen på en innkjøringsvei må være slik at undersiden av bilen ikke kommer i kontakt med grunnen. Grunnklaring for en bil er 82 mm.



Figur 3.4 Svinger i parkeringsanlegg



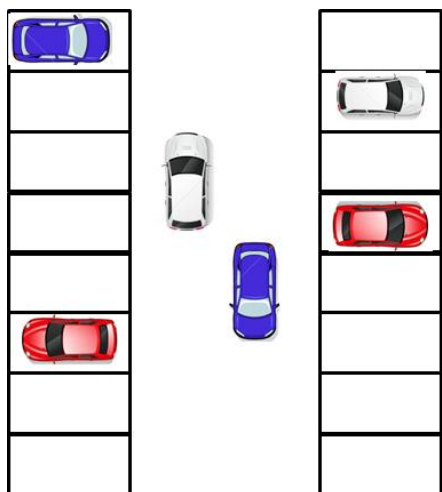
Man må være klar over at biler trenger mer plass i svingene

3.2 Plasstøpte konstruksjoner

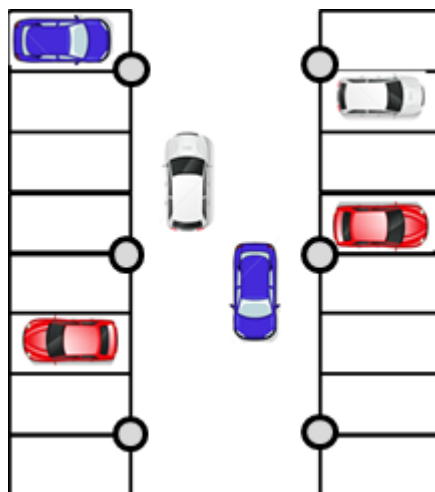
I plaststøpte konstruksjoner blir parkeringsdekkene vanligvis støpt ut som dekker i kombinasjon med en eller annen form for dragers-struktur.

Vanligvis vil et parkeringshus bli organisert med et kjørefelt og tverrstilte parkeringsplasser på begge sider av dette, se figur 3.5 og 3.6.

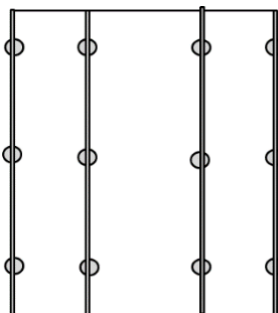
Dette gir et spenn på ca. 17 meter, og et valg vil da være å plassere en søylerad på hver side av kjøregangen med tverrgående dragere, eller å bruke større dragere som løper fra enden av parkeringsplassene på begge sider. Det siste vil gi større høyde på dekkekonstruksjonen pga. lengre spenn, mens det første gir flere søyler, som stjeler parkeringsareal og gjør det vanskeligere å manøvrere for bilister. En variant vil være å la ribbestrukturen i dekket løpe i begge retninger for å redusere høyden på dragere ytterligere, se figur 3.7, 3.8 og 3.9.



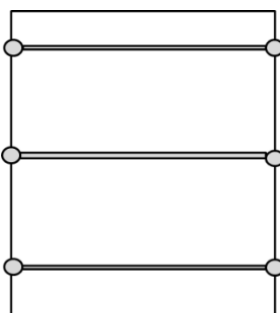
Figur 3.5 «Søylefritt» P-hus



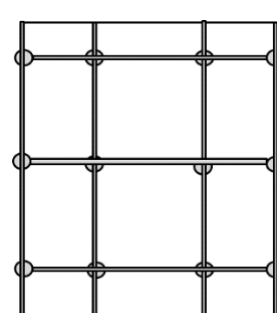
Figur 3.6 P-hus med søyler



Figur 3.7 Drager parallelt med kjøreretning



Figur 3.8 Søylefri konstruksjon med dragere på tvers av kjøreretning

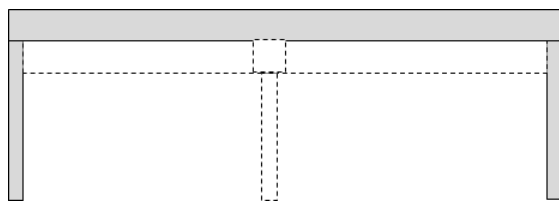


Figur 3.9 Dragere i begge retninger og søyler.

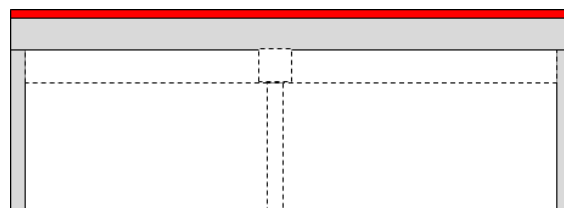
Pga. spennviddene og trafikkbelastningene, er det sjelden at en overfører lastene direkte fra et flatt dekke uten ribber til søyler/skillevegger. I de tilfeller at en velger en slik løsning, brukes da gjerne en løsning med skillevegger og/eller vouter i overgangen mellom søyler og dekke.

Dekkene/dragerne kan slakkarmes eller spennarmes. I plasstøpte spennarmerte konstruksjoner etteroppspennes armeringen. Armeringen består da av «spenntau» eller «spennkabler» av høyfast stål som etteroppspennes. For bygninger ligger normalt armeringskabler i plasthylser med fett. I større konstruksjoner (broer, offshoreinstallasjoner) ligger kablene i etterinjiserte metallrør. Spennarmering kan motvirke riss både i underkant og i overkant av dekket som igjen kan ha betydning for videre valg av løsning. I alle alternativene som er vist over, vil imidlertid selve platen være med å bære i begge retninger, som flens sammen med drager, eller som plate som løper over flere felt. Spenningsbildet i platen vil derfor være flerdimensjonalt, og en løsning med spennkabler må planlegges deretter for at denne løsningen skal gi det ønskede resultatet med tanke på riss.

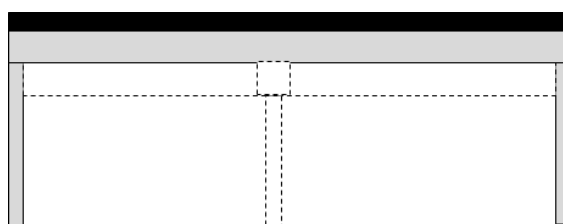
Uansett hvilket bæreprinsipp som planlegges for den plasstøpte konstruksjonen, brukes i hovedsak tre ulike løsninger når det gjelder overflaten av dekkene.



Figur 3.10 Betongoverflate.



Figur 3.11 Betongoverflate med belegg



Figur 3.12 Betongoverflate med støpeasfalt eller høyfast mørtel

Belegg, støpeasfalt eller høyfast mørtel på betongoverflaten, brukes for å forhindre at det trenger kloridholdig vann inn til armeringen, eller at det renner saltholdig vann ned på bilene under gjennom riss. De vanligste typer belegg består av polymere materialer, men høyfast mørtel kan være aktuelt.

Når en velger belegg for å oppnå vanntetthet, må en likevel ha kontroll på rissdannelsen, dvs. maks rissvidde, for at en skal være sikker på at belegg skal kunne tilfredsstille sin funksjon. Riss som ikke varierer over tid, er langt enklere å tette enn riss som åpner og lukker seg over tid. Se krav til belegg i Vedlegg 7.

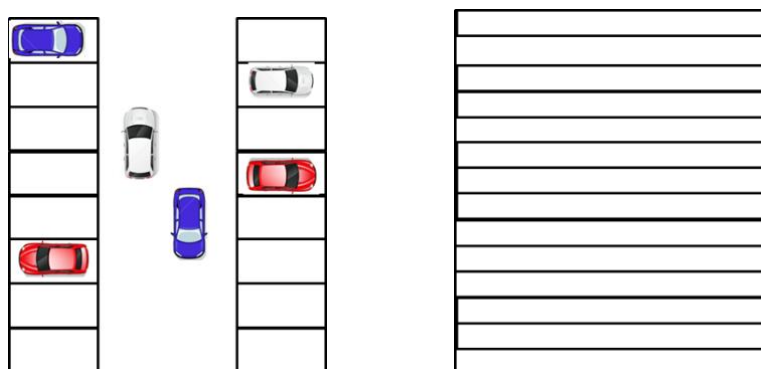
Når støpeasfalt velges for å oppnå vanntetthet, må en være sikker på at funksjon ikke svekkes over tid (oksydering – se støpeasfalt i Vedlegg 7), siden dette ofte har vist seg å være et problem. Høyfast mørtel er svært sprø, og dette kan gi spesielle utfordringer, se Vedlegg 7.

3.3 Elementbygg

De vanligste løsningene er hulldekkelementer eller DT-elementer på søyler eller dragere av stål eller betong.

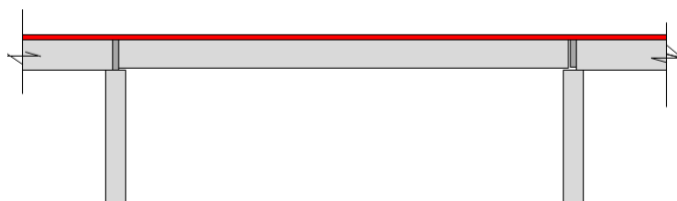
Hulldekker og DT-elementer er forspente elementer. Dette gir disse elementtypene et fortrinn ved bruk i parkeringshus der det er et ønske om store avstander mellom søylerekkene (15-17 m).

Forspente betongelementer har større krav til overdekning enn tradisjonell slakkarmering. Normalt vil dette gi en god beskyttelse mot armeringskorrosjon som følge av kloridinntrenging. Imidlertid kan lekkasjer inn til kanalene i hulldekker, og ved ender av disse elementene, gi korrosjon på spennkablene fra innsiden. Dette skyldes at kravet til overdekning av spennkablene mot kanalene eller mot sidefuger er mindre enn overdekningskravet mot undersiden og /eller oversiden av elementene. Spesielt utsatt er endene av elementene hvor kloridholdig vann kan trenge ned i fuge og «angripe» den blottlagte spennarmeringen i enden av elementene med redusert skjærkapasitet som resultat.

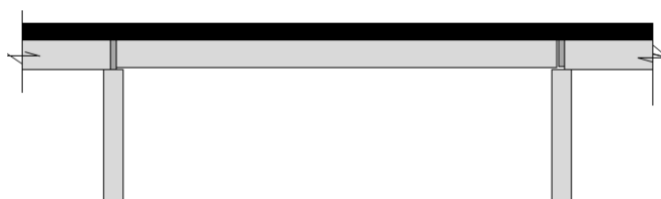


Figur 3.13 Bæreprinsipp elementkonstruksjon. Elementene spenner over to P-felt og kjørefelt.

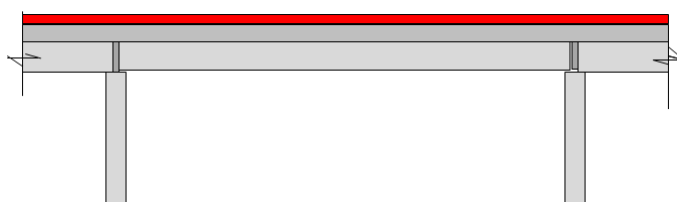
Det brukes i hovedsak følgende løsninger som vist i figurene 3.14 – 3.18.



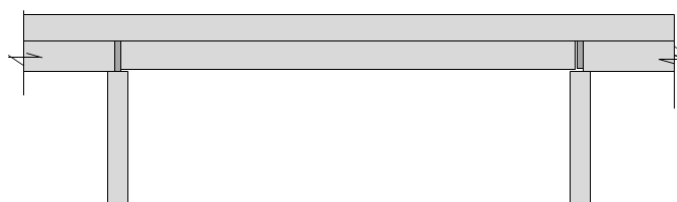
Figur 3.14 Belegg rett på elementer



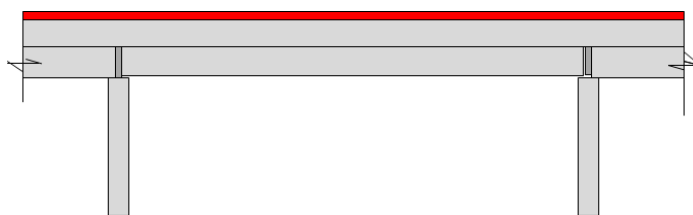
Figur 3.15 Støpeasfalt eller høyfast mørtel rett på elementer



Figur 3.16 Flytsparkel og belegg på elementer



Figur 3.17 Armert påstøp på elementer



Figur 3.18 Armert påstøp på hulldekker og med belegg

Den største utfordringen for alle disse løsningene er lekkasje av kloridholdig vann ned i underliggende betongkonstruksjon. Gode løsninger fordrer at man tar hensyn til bevegelser/spenninger som ofte opptrer i elementkonstruksjoner. Dette skyldes i første rekke rotasjon på enden av elementene, nedbøying mot ytre vegg uten opplegg og mellom elementene («saksing»).

Som hovedregel gjelder at hulldekker og DT-elementer leveres med overhøyder. Denne overhøyden skyldes forspenningen. Elementer med samme lengde og lik forspenning kan ha forskjellige overhøyder. Konsekvensen av variabel overhøyde er at oversiden ikke blir like plan som for et tradisjonelt plasstøpt dekke. Det vil derfor som regel være behov for en overbygning som retter opp disse avvikene. Løsning i figur 3.14 og 3.15 anbefales ikke uten nøye gjennomtenkte tiltak. Det vil være stor risiko for rissdannelser med disse løsningene som følge av spenninger over elementfuger m.m. Det henvises her til Betongelementboken bind C /3.3/, kap. 12 for alternative forankringsløsninger på tvers av lengdefuger i hulldekker. For forankringsløsninger på tvers av elementfuger i DT-elementer henvises det til Betongelementboken bind C, kap.11. Forankringsdetaljene i DT-elementer er ofte sveiste forbindelser. Det er nødvendig med ekstra beskyttelse av disse forbindelsene da disse er utsatt for korrosjon. Dersom det utføres tiltak for å ivareta spenninger over lengdefuger, vil bevegelsene bli begrenset til eventuelle rotasjoner i tilknytning til oppleggene, dvs. i enden av elementene og mot vegger uten opplegg. Tykkelse på flensen av DT-elementene må dimensjoneres avhengig av øvrig valgte løsninger. Det er nødvendig med påstøp dersom DT-elementene leveres med standard flenstykkelse lik eller mindre enn 50 mm.

Når det gjelder figur 3.15, støpeasfalt eller høyfast betong på hulldekker, er også utfordringen opprissing mellom elementene og topplagets evne til å bygge over riss.

Som for plasstøpte konstruksjoner, bør en være sikker på at støpeasfaltens elastiske egenskaper ikke forringes ved aldring, siden dette ofte har vist seg å være et problem.

Løsning figur 3.16, flytsparkel på hulldekker/elementer og belegg, er brukt på flere nyere prosjekter. Erfaring viser at det her er en betydelig risiko for oppsprekking av flytsparkel og belegg. Dette skyldes at spenninger/bevegelsen mellom elementene forårsaker sprekkdannelsen tvers gjennom flytsparkelen, og at denne rissdannelsen er av en slik karakter at heller ikke et fleksibelt, rissoverbyggende belegg klarer å stå mot dette. Dette kan motvirkes med tiltak som beskrevet ovenfor, dvs. forankringsløsninger over lengdefugene. Man står da igjen med bevegelser som følge av eventuelle rotasjon i enden av elementene og mot vegger uten opplegg. Se eksempel på detaljer i pkt. 4.8.

Det anbefales å bruke armert påstøp på dekkekonstruksjoner av hulldekker og DT-elementer som figurene 3.17 og 3.18 viser. Påstøpen må ha tilstrekkelig tykkelse og armering. For

parkeringsdekker som er opplagret på begge sider av en søyle- og bjelkerekke, må man spesielt være oppmerksom på strekkspenningene som kan opptre over bjelkeoppleggene som følge av kontinuerlig dekkevirkning. Eventuelle bevegelsesfuger må plasseres i høybrekk og utstyres med dybler, se eksempler i pkt. 4.8. For dekker av hulldekker, skal alltid drenering plasseres sentrisk i en kanal. Rørdimensjonen må være tilpasset kanalbredden i vedkommende hulldekketype. Drensrør kan omstøpes lokalt i kanalen dersom ikke andre ekstra tetteløsninger er vurdert. For å motvirke at vann samles i kanalene i hulldekkene vil det være en fordel at drenshullene i underkant holdes åpne. Plassering av drensrør og rørdimensjon er mer fleksibel i DT-dekker.

Referanser

3.1 SINTEF Byggforsk byggdetaljblad, bl.a.:

312.130 Parkeringsplasser og garasjeanlegg

522.117 Industriegolv av betong på grunnen

525.207. Kompakte tak

525.304 Terrasse på etasjeskiller av betong for lett eller moderat trafikk

525.306 Terrasser med beplantning på bærende betongdekker

525.307 Tak for biltrafikk og parkering

541.314 Legging av fugefrie plastbelegg på golv

573.102 Tettematerialer for fuger. Gruppering og terminologi

573.104 Fugemasser. Egenskaper og materialvalg

722.117 Skader på industriegolv av betong. Årsaker og utbedring

3.2 SPENNCON - Brosjyre "PARKERINGSANLEGG"

3.3 Betongelementboken bind C:2020 (kan lastes ned på betongelement.no)

4 PROSJEKTERING AV NYBYGG – BESKRIVELSE

4.1 Generelt

Dette kapitlet tar primært utgangspunkt i den prosjekterende byggetekniske rådgivers (RIBens) rolle. Hvordan bør man beskrive bestandige løsninger for å oppnå prosjektert levetid og funksjonalitet? Hvilke erfaringer fra rehabilitering er det viktig å få med seg? Det hviler et ansvar på alle aktører å velge tilstrekkelig robuste, bestandige og bærekraftige løsninger slik at krav om ønsket levetid kan bli tilfredsstillt.

Det finnes ingen krav i regelverket om spesialkompetanse for rådgivende ingeniører. I NS-EN 1990+NA /4.5/ heter det generelt at det forutsettes at prosjektering av konstruksjoner utføres av personell med nødvendig fagkunnskap og erfaring. Rådgivende ingeniør må ha kjennskap til en rekke forskrifter, standarder og anbefalinger. Prosjekteringen skal munne ut i modell/tegning og beskrivelse som skal sikre at byggverket bygges slik at det oppfyller de krav til levetid og øvrige ytelser definert av byggherren, lover og forskrifter. Det er spesielt viktig å forstå sammenhengen mellom prosjekteringsstandardene og utførelsesstandarden. Det er i utførelsesstandarden NS-EN 13670+NA /4.4/ en tabell, Tabell A.1, med sjekkliste over informasjon som rådgivende ingeniør bør innarbeide i produksjonsunderlaget. Det anbefales derfor at rådgivende ingeniører tar U-3 kurset i Betongopplæringsrådet. Rådgiver må også kunne sette opp en plan for drift og vedlikehold.

Denne veilederens viktigste budskap er:

- Manglende kunnskap, lettvinte og mangelfulle detaljløsninger av parkeringshus, samt svak oppfølging, har spesielt store vedlikeholds- og dermed kostnadmessige konsekvenser på sikt.
- Dagens regelverk og krav til materialkvaliteter er generelt mye bedre med hensyn på bestandighet enn tidligere, likevel er det tilfeller der andre faktorer vektlegges høyere enn bestandighet når løsninger velges, f.eks. økonomi.
- Det er ikke mulig å prosjektere seg bort fra riss, men det er mulig å prosjektere løsninger for å minimere følgeskadene som rissene kan påføre konstruksjonen.

For å oppnå de beste løsningene, er det viktig at fokus på levetid og bestandighet er med helt fra skisseprosjektstadiet. Det er viktig med god kommunikasjon slik at byggherre også forstår at dette kan ha store økonomiske konsekvenser kun få år fram i tid om man ikke gjør en skikkelig jobb første gangen.

4.2 Styrende dokumenter

Rådgiver skal være kjent med relevante norske standarder slik at det kan utarbeides en beskrivelse som definerer de detaljerte kravene som er resultatet av prosjekteringen.

Rådgiver må minimum kjenne godt til innholdet i:

- TEK17 Forskrift om tekniske krav til byggverk /4.7/
- NS-EN 1990+NA – Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner /4.5/
- NS-EN 1992-1-1+NA - Prosjektering av betongkonstruksjoner. Del 1-1- allmenne regler for bygninger /4.1/
- NS-EN 13670+NA – utførelse av betongkonstruksjoner /4.4/
- NS 3420 – Beskrivelsessystem bygg og anlegg, først og fremst Del L /4.6/
- NS-EN 206+NA-Betong. Spesifikasjoner, egenskaper, framstilling og samsvar /4.3/

Rådgiver må kunne dokumentere at funksjonskrav og de valgte løsninger i henhold til §2-1, §2-2 og §2-3 i Forskrift om tekniske krav til byggverk er ivarettatt /4.7/.

4.3 Dokumentasjon og kontroll av prosjektering

Kvalitetssikringstiltak er kort omtalt i NS-EN 1990+NA /4.5/. I pkt. 2.5 heter det at kvalitetssikringstiltak omfatter:

- definisjon av pålitelighetskrav
- organisasjonsmessige tiltak
- kontroll på stadiene for prosjektering, utførelse og vedlikehold

Pålitelighetsklasse (RC) for en konstruksjon bestemmes ut fra en vurdering av konsekvens av brudd eller funksjonssvikt (konsekvensklasse CC) og ønsket sikkerhet.

Dokumentasjon og kontroll av prosjektering er avhengig av den pålitelighetsklassen som er valgt. Tabell NA.A1(901) i NS-EN 1990+NA /4.5/ gir veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler (ikke med her). Parkeringshus vil normalt bli plassert i pålitelighetsklasse 2, men klasse 3 kan være aktuelt i en del tilfeller.

I tabell NA.A1(902) i det nasjonale tillegget, er prosjekteringskontrollklasse (PKK) avhengig av pålitelighetsklasse. De tre kontrollformene er kalt

- Egenkontroll
- Intern systematisk kontroll
- Utvidet kontroll

som vist i tabell NA.A1(902), kopiert fra NS-EN 1990+NA /4.5/:

Tabell NA.A1(902) – Valg av prosjekteringskontrollklasse og krav til kontrollform ved prosjektering

Valg av prosjekteringskontrollklasse		Krav til kontrollform		
Pålitelighetsklasse	Minste prosjekteringskontrollklasse	Egenkontroll (DSL 1) ¹⁾	Intern systematisk kontroll (DSL 2) ¹⁾	Utvidet kontroll (DSL 3) ¹⁾
1	PKK1 ²⁾	kreves	kreves ikke	kreves ikke
2	PKK2 ²⁾	kreves	kreves	kreves
3	PKK3	kreves	kreves	kreves
4	Skal spesifiseres	kreves	kreves	kreves

¹⁾ Se punkt B4 (informativt tillegg B) for betegnelsen DSL.
²⁾ Det kan velges høyere prosjekteringskontrollklasse.

For prosjekteringskontrollklasse PKK2 og høyere, skal det gjennomføres følgende kontrollformer:

- Egenkontroll – utført av prosjekterende foretak
- Intern systematisk kontroll – utført av prosjekterende foretak
- Utvidet kontroll – ekstern kontroll utført i regi av byggherren
- Uavhengig kontroll – ekstern kontroll utført i regi av byggherren

Egenkontrollen skal omfatte alt arbeid som er utført i prosjekteringen og pkt.

NA.A1.3.1(903.2) i NS-EN 1990+NA gir en del stikkord for hva det skal legges særlig vekt på. Egenkontrollen skal utføres av den som har utført prosjekteringen. Der arbeidet utføres av et

arbeidslag, kan det kontrolleres av lagets leder. Egenkontrollen dokumenteres ikke på annen måte enn ved bekreftelse på at den er gjennomført.

Intern systematisk kontroll er en intern, systematisk kvalitetskontroll av prosjektering med faste rutiner i foretaket. I klasse PKK2 listes det i pkt. NA.A1.3.1(903.3) i NS-EN 1990+NA opp en rekke stikkord for hva det skal legges vekt på. For PKK3 er det lista opp noen flere stikkord. Kontrollen skal utføres av en annen person enn den eller de som har utført prosjekteringen, men det kan være en person i samme firma. For enmannsforetak, eller andre små foretak hvor de ansatte har utført den aktuelle prosjekteringen, kan det avtales at intern systematisk kontroll utføres av et annet foretak i henhold til prosedyrer i kvalitetssystemet. Kontrollen skal gjennomføres etter faste systematiske kontrollrutiner i foretaket og dokumenteres slik at den er sporbar. Denne kontrollen skal også bekrefte at egenkontrollen er gjennomført og dokumentert.

Utvidet kontroll er en kontroll som byggherren er ansvarlig for, enten i egen organisasjon eller med andre aktører/foretak. I henhold til SAK 10 § 14.2, tredje ledd, kan kontrollen for prosjekteringskontrollklasse PKK2, begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det prosjekterende foretaket. I klasse PKK3 skal kontrollen være noe mer omfattende enn i PKK2, som angitt i NS-EN 1990+NA pkt. NA.A1.3.1(903.4).

Uavhengig kontroll er en kontroll hjemlet i SAK 10 § 14.2 siste ledd for å ivareta samfunnets interesser. Kontrollen skal utføres av foretak med ansvarsrett for uavhengig kontroll, uavhengig av det/de foretak som har utført arbeidet som skal kontrolleres, for å bekrefte at bestemmelser om kontroll i Norsk Standard er fulgt. Kontrollen kan gjerne utføres av samme foretak som sørger for utvidet kontroll.

Prosjekteringsarbeidene skal, i henhold til NS-EN 1992-1-1+NA pkt. 1.3 /4.1/ samt NS-EN 1990+NA pkt. 1.3 /4.5/, utføres av tilstrekkelig kvalifisert og erfarent personell.

Det er med andre ord bare stilt generelle krav til kompetanse for rådgivende ingeniør når det gjelder prosjektering og kontroll. Dersom det er ønskelig med spesielle krav, anbefales det at kravene formuleres i prosjektbeskrivelsen for de rådgivende tjenestene.

Det er vanligvis en rådgivende ingeniører som utfører utvidet kontroll i byggherrens regi og uavhengig kontroll i samfunnets regi. Kontrolløren skal ifølge NS-EN 1990+NA pkt. NA.A1 (904.4) «ha tilstrekkelig kjennskap til produksjonsunderlaget og de prosjekterte løsningene samt den nødvendige erfaringen og faginnsikten til å kunne gjennomføre kontrollen på en hensiktsmessig måte.» Dette er generelle krav til kompetanse som i praksis ikke kan brukes til konkrete krav.

Kontroll av prosjekteringsarbeidet er en forutsetning for at sikkerhetsnivået skal bli som forutsatt i NS-EN 1990+NA. Ved å øke kontrollomfanget utover minimumskravet, vil også sikkerhetsnivået øke, dvs. at risiko for svikt blir mindre, fordi sannsynligheten for å oppnå tilsiktet kvalitet øker.

4.4 Eksponering og bestandighet

Kravene i Norsk Standard skal ivareta bestandighet. Det vil blant annet omfatte motstand mot initiering av armeringskorrosjon. Valg av eksponeringsklasser utløser krav til bestandighetsklasser som igjen styrer sammensetningen av betongen og overdekningen (avhengig av dimensjonerende brukstid). Dette systemet er særnorsk.

4.4.1 Eksponeringsklasser

Eksponeringsklasser er definert i NS-EN 1992-1-1+NA /4.1/ og NS-EN 206+NA (med noe mer informativ tekst) /4.3/. Klassene er definerte avhengig av type påkjenning. Dette er omtalt mer detaljert i Vedlegg 5.

Ved valg av eksponeringsklasse, skal det vurderes hvilke miljøer de ulike konstruksjonsdelene er utsatt for. En av skademekanismene som P-hus er utsatt for, er vegsalter som bilene frakter inn. Det store problemet med klorider i disse anleggene, spesielt de innendørs uten avrenning mot sluk, er at vannet fordampes mens saltet blir liggende igjen på vegger og dekker. Når dette gjentar seg over tid, vil vannet, som kommer inn med kjøretøy i regn og snø, samle seg i vanddammer på dekket, og ha konsentrasjoner av klorider som ligger over forutsetningene for XD-klassene. Kloridene kan diffundere inn i betongen og mulig helt inn til armeringen. Problemet gjelder først og fremst dekker under tak uten avrenning mot sluk, samt støpeskjøter mot vertikale flater. Dekker i friluft er mindre utsatt som følge av regn som vasker kloridene bort. Beskrivelsen av eksponeringsklassene i NA'et i NS-EN 206 gir mulighet til å differensiere eksponeringsklasser for ulike konstruksjonsdeler, f.eks. XC4 (Korrosjon framkalt av karbonatisering. Vekselvis vått og tørt) for vegger og XD3 (Korrosjon framkalt av klorider som ikke stammer fra sjøvann. Vekselvis vått og tørt) for dekker. En slik differensiering er aktuelt for å spare både kostnader og klimagassutslipp siden eksponeringsklassen også bestemmer bestandighetsklassen. I parkeringshus med store påkjenninger, som beskrevet over, anbefales det å vurdere bruk av eksponeringsklasse 8 – Særlig aggressivt miljø (XSA), der det stilles strengere krav enn i XD3, se pkt. 5.2 og Vedlegg 5.

4.4.2 Bestandighetsklasser

Valg av bestandighetsklasse er definert i NS-EN 1992-1-1+NA /4.1/ og refererer videre til NS-EN 206+NA /4.3/, som er primærkilde til beskrivelse av bestandighetsklasse. Sistnevnte gir også krav til betongens sammensetning for å motstå de ulike påkjenningene definert i eksponeringsklassene. Bestandighetsklassene omfatter krav til største masseforhold (M) (tidligere v/c-tall), minste bindemiddelmengde, minste og største luftinnhold, bruk av tilsetningsmateriale (silikastøv, flygeaske og slag) og sementtype.

Aktuelle eksponeringsklasser og bestandighetsklasser for parkeringshus i betong er:

- Korrosjon framkalt av karbonatisering når konstruksjonen er vekselvis våt og tørr vil gi eksponeringsklasse XC4.
Bestandighetsklassen som skal brukes er min. M60.
- Korrosjon framkalt av klorider som ikke stammer fra sjøvann og konstruksjonen er vekselvis våt og tørr vil gi eksponeringsklasse XD3.
Bestandighetsklassen som skal brukes er min. M40.
- Særlig aggressivt miljø som følge av høye kloridkonsentrasjoner på et dekke, XSA.
Betongsammensetning og beskyttelsestiltak fastsettes særskilt. Betongsammensetningen skal minst tilfredsstillende M40 (MF40). Utover dette kan det være aktuelt med økt overdekning, reduserte beregningsmessige rissvidder og belegget av ulike slag.
- Fryse-/tineangrep på betongen, når den utsettes for høy vannmetning, vil gi eksponeringsklasse XF4.
Bestandighetsklassen som skal brukes er min. MF45.

De to bestandighetsklassene M og MF stiller krav til maksimalt masseforhold. Jo lavere tall, desto bedre bestandighet. MF refererer til frostbestandig betong.

For å tilfredsstillende de strengeste kravene, må derfor betongen minst tilfredsstillende bestandighetsklasse MF40. Dette gjelder uansett hvilken levetid som velges. NS-EN 206+NA,

Tabell NA.12 /4.3/ gir krav til masseforhold for å oppfylle bestandighetsklassen, avhengig av sementtype.

Dersom eksponeringsklasse XSA blir spesifisert, må det i tillegg til MF40 stilles tilleggskrav som nevnt over for å gjøre konstruksjonen bestandig nok. Dette kan omfatte bruk av flygeaske, silikastøv, økt overdekning, reduserte beregningsmessige rissvidder eller belegg. Det anbefales at slike tiltak vurderes, spesielt for offentlige parkeringshus der biler kjører inn og ut hele døgnet. I private parkeringshus er påkjenningen langt mindre.

Masseforhold og krav er omtalt mer detaljert i Vedlegg 5 og i NS-EN 206+NA.

4.4.3 Overdekning

Dimensjonerende brukstid, eksponeringsklasse og valg av slakkarmering eller spennarmering er sammen bestemmende for valg av minste overdekning. Tykkelsen på betongoverdekningen er avgjørende for den tiden det tar før karbonatiseringsfronten eller kritisk kloridnivå når armeringsstålet. Eksempelvis vil en dobling av betongoverdekning forlenge initieringsperioden for karbonatisering med omtrent fire ganger, mens for kloridinntrenging er effekten av økt overdekning enda større. Svært mange betongskader skyldes for liten overdekning. Riktig og tilstrekkelig overdekning er avgjørende for bestandigheten og levetiden til en betongkonstruksjon.

For kjellere og parkeringsarealer under bakken, anbefales det å velge 100 års dimensjonerende brukstid siden dette er konstruksjonsdeler som er krevende å bytte ut og ofte blir stående selv ved store utskiftninger på bygningskroppen over. Den anbefalte overdekningen for plasstøpte konstruksjoner vil i så fall, for XD3, være $c_{nom} = 60 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$. Tilsvarende overdekning for dimensjonerende brukstid på 50 år er $c_{nom} = 50 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$. For prefabrikkerte elementer er tillatte avvik normalt redusert til 5 mm, og kravene til nominell overdekning er tilsvarende 5 mm mindre enn for plasstøpte konstruksjoner. For å redusere sannsynligheten for korrosjon ytterligere, kan en øke sikkerheten ved at $\Delta c_{dur,\gamma}$ gis en større verdi enn 0 mm, NS-EN 1992-1-1 – NA.4.4.1.2 (6) /4.1/.

På grunn av økt kloridbelastning i parkeringshus, kan det være aktuelt å øke kravet til minste overdekning med 10 mm, spesielt i gulv på grunn og i etasjeskillere under tak, dvs $\Delta c_{dur,\gamma}$ settes lik 10 mm på eksponert side dvs. oversiden. Ved bruk av en 100 mm såkalt «kicker» på søyler og vegger (nederste del av søyle og vegg blir støpt sammen med gulvet), flyttes støpeskjøten opp fra dekket. Dette vil gi bedre beskyttelse av veggarmeringen i støpeskjøten og den sonen umiddelbart over som kan bli stående våt i smeltevannet fra saltholdig slaps/vann. Det er også stor sannsynlighet for at vertikale fastholdingsriss i vegg ikke går helt ned til overkant av dekket.

4.4.4 Kloridinnholdsklasse

Prosjekterende skal også ta stilling til det initielle kloridinnholdet i betongen. For betongkonstruksjoner i spesielt kloridrike miljøer skal det brukes kloridinnholdsklasse Cl 0,10, jf. NS-EN 1992-1-1, pkt. NA.4.4.1.2(5) /4.1/ Det er normalt lave kloridmengder i norsk betong og det vil normalt være uproblematisk for betongblandeverk i Norge å tilfredsstille kravene til Cl 0,10.

4.4.5 Riss

For bærende konstruksjoner gir NS-EN 1992-1-1 /4.1/ grenseverdier for tillatte beregningsmessige rissvidder avhengig av eksponeringsklasse, se Tabell NA.7.1N /4.1/. For eksponeringsklasse XD3 er grenseverdien i lastkombinasjonen «ofte forekommende» lik $0,3 \cdot k_c$

mm for armerte konstruksjonsdeler og forspente konstruksjonsdeler med spennarmering uten kontinuerlig samvirke. For forspente konstruksjonsdeler med spennarmering med kontinuerlig samvirke, er kravet at spennstålet ligger i betongens trykksone. I tillegg sier NS-EN 1992-1-1, pkt. 7.3.1(7) følgende: «Det kan være nødvendig med spesielle tiltak for konstruksjonsdeler i eksponeringsklasse XD3. Valget av passende tiltak vil avhenge av typen av det aktuelle aggressive stoffet.»

Dette er i utgangspunktet et krav som skal ivareta bestandigheten til armeringen, og som derfor primært er rettet mot bærende konstruksjoner. Det gir også veiledning for ikke lastbærende deler dersom ulempene med mulig korrosjon og vedlikeholdsarbeid ønskes unngått. For å øke sikkerheten mot vanninntrengning og lekkasje, bør det prosjekteres med mindre rissvidder. Opprissing kan reduseres/unngås ved å prosjektere og utføre konstruksjonen på en slik måte at en muliggjør betongens sammentrekning og unngår fastholdingseffekter. Ekstra armering i spesielt utsatte områder er ofte aktuelt. Dette gjelder all dilatasjon i både bygge- og bruksfasen.

For å gjøre konstruksjonen tett mot lekkasje, både av hensyn til bestandighet og lekkasje ned på biler i etasjen under, kan det være aktuelt å stille strengere krav til rissvidder enn i standarden. Viktigst da er å ha tette fuger og at rissede tverrsnitt har en trykksone som kan gi tetthet.

I parkeringshus uten avrenning mot sluk, er det som nevnt stor opphopning av klorider, spesielt i oppstillingsplassene for bilene. Det anbefales derfor å dimensjonere med rissvidder < 0,2 mm for å ivareta bestandighet ved å redusere risiko for kloridinntrengning på eksponert side. Riss på eksponert side vil være der man har strekk i betongen i overkant. Strekk i overkant vil vanligvis oppstå over bjelker mellom søylerader. Normalt er dette områder, av hensyn til parkeringsutformingen, som er områder der det er liten dekkslitasje og dermed mulighet for at belegg kan være vesentlig lengre enn på områder der biler kjører og står.

Reduserte beregningsmessige rissvidder har konsekvenser for armeringsmengdene, se pkt. 4.6.

4.5 Valg av konstruksjonsløsning

Valg av konstruksjonsløsning kan bestemmes tidlig, men er ofte et konkurransemoment i valg av entreprenør. Byggeteknisk vil i første rekke økonomi bestemme om det skal være stålbygg med hulldekker, rene prefab-betongløsninger, plaststøpt i sin helhet eller kombinasjoner. Etteroppspente løsninger bør også være med i vurderingen av alternativer.

Dagens vinner er ofte en prefabrikkert stål- eller betongkonstruksjon som hovedbæresystem med gulv på grunn, hulldekker eller DT-elementer som etasjeskillere, inklusive tak, om ikke tak velges som lett stålløsning uten parkering. Fordelen er først og fremst produksjonspris, produksjonstid og søylefrie arealer. Ulempen er at løsningen har utfordringer som blir omtalt i denne veiledningen med hensyn på skadepotensiale og vedlikehold. Typiske utfordringer kan være fuger ved mulige lekkasjesteder og overhøyder som leder kloridholdig vann til uheldige steder med stort skadepotensiale. I tillegg må en unngå muligheten for "sprø bruddformer" dersom kapasiteten svekkes f.eks. som følge av kloridinitiert armeringskorrosjon (eks.hulldekker).

Plaststøpte løsninger velges ofte for kombinasjonsbygg med andre funksjoner enn parkering over parkeringskjellere. Ulemper er flere søyler, lengre byggetid og riss som følge av moment fra statiske krefter, kryp, temperaturendringer og vibrasjoner. Fordelen er en seighet i konstruksjonen som, selv ved store skader, har mindre risiko for sprø bruddformer.

Etteroppspente plasstøpte konstruksjoner kan utføres med spennvidder som for forspente prefabrikkerte løsninger og er ofte konkurransedyktige på pris. Riktig prosjektering og utførelse kan gi tilnærmet rissfrie dekker. Utfordringen ligger i alle opplegg og randsoner. Betongen får deformasjoner i herdefasen pga. tidlig påkjenning i form av oppspenning, som er større enn for slakkarmerte løsninger fordi oppspenning normalt utføres så tidlig at betongen ikke har utviklet sin fasthet. Å unngå store spenninger som følge av fastholding, vil være utfordrende for både rådgiver og entreprenør. En årsak til at etteroppspente, plasstøpte dekker blir brukt i liten grad, ligger nok i manglende kompetanse og erfaring hos både rådgivere og entreprenører. Dette forholdet kan være i ferd med å endre seg som følge av økt kompetanse og god tilgjengelig programvare.

I kombinasjon med både slakkarmering og spennarmering, har man løsninger som ulike former for ribbedekker og plattendekker. Disse løsningene er både vektbesparende, gir relativt gunstig framdrift og gir mulighet for færre søyler sammenlignet med tradisjonelt slakkarmerte flatdekker. "Spännbalksystemet" er et eget system der plasstøpt betongplate har samvirke med prefabrikkerte forspente bjelker. En foreløpig relativt lite brukt løsning er BubbleDeck med samme fleksibilitet og framdrift som for plattendekker og med mulighet til store spennvidder og høy lastkapasitet. Et relativt nytt og spennende alternativ er også fiberarmerte, etteroppspente dekker (CCL-deck), eventuelt i kombinasjon med litt slakkarmering. Denne kombinasjonen reduserer faren for armeringskorrosjon, gir lange spenn og et tett dekke. For prosjektering av fiberarmerte dekker henvises til Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 38 – Fiberarmerte betongkonstruksjoner /4.16/

Parkeringshus kan være utsatt for brann som følge av at biler tar fyr. Bæresystem av stål bør males med brannhemmende maling for å forlenge tiden før konstruksjonen bryter sammen. Spennarmerte konstruksjonsdeler er mer utsatt enn slakkarmerte fordi spennarmering er mer ømfintlig for temperaturstigning enn slakkarmering. Konstruksjonsdeler med spennarmering uten kontinuerlig heft (ofte i etterspente plasstøpte konstruksjoner) er mer utsatt enn konstruksjonsdeler der spennarmeringen har kontinuerlig heft fordi oppspenningseffekten vil forsvinne i hele stålets lengde.

Etter brannen i parkeringshuset ved Sola lufthavn i januar 2020, må en forvente at det kommer endringer i brannforskriftene for parkeringshus.

En del vanlige alternative konstruksjonsløsninger er omtalt i kapittel 3.

Det anbefales å alltid prosjektere gulv eksponert for vann med fall mot renne/sluk. Vanlig praksis i dag er imidlertid å prosjektere gulv uten muligheter for avrenning. Skal man sikre avrenning, er minimum fall på 1:50 å anbefale. Vannet bør styres mot drenerer og deretter mot sluk eller ut av parkeringshuset. Lavbrekk er uheldig, og må prosjekteres riktig. Støpeskjøter og fuger i gulv bør generelt legges i høybrekk og langs vegger med fall vekk fra veggen. Om det brukes sluk, er dette også et mulig lekkasjepunkt som må løses forsvarlig etter leverandørens anvisning. Overgangen mellom dekke og vegg/søyle bør utføres med hulkil. Støpeskjøt i nivå med dekket kan unngås ved å støpe nederste 10-20 cm av vegg/søyle sammen med dekket, såkalt «kicker». Der man har fuger/sprekker i slike overgangssoner, er det spesielt viktig med løsninger som hindrer klorider adgang til betong. Generelt anbefales at horisontale fuger i størst mulig grad løftes noe fra planet slik at vann ikke får anledning til å søke fugene. Bruk av 100 mm «kicker» (støping av nedre 100 mm av vegg/søyle sammen med dekket) beskytter fugen, gir bedre betong i direkte våt sone og kan forhindre at eventuelle fasholdingsriss i vegger går helt ned til overgang gulv/vegg.

Rutinemessig rengjøring, spyling/vasking, inspeksjon og vedlikehold er uansett svært viktig, spesielt i parkeringshus uten påkjenning av regn og uten fall mot sluk/renne.

4.6 Prosjektering av helt eller delvis plasstøpte konstruksjoner

4.6.1 Minimumsarmering

NS-EN 1992-1-1 har to formler for å beregne minste armering for å henholdsvis:

- sikre mot sprø bruddformer gitt i uttrykk (9.1N) og for å

- sikre rissfordeling gitt i uttrykk (7.1),

begge uttrykkene er basert på at man skal kunne ta vare på den kraften som forårsaker at tverrsnittet risser opp.

Uttrykk (9.1N) er basert på at den kraften/momentet som får tverrsnittet til å risse opp, kan bæres av armeringen, med flyting i armeringen, og med omfordeling i tverrsnittet fra elastisk til plastisk indre spenningsfordeling dvs. hevarm øket fra $2/3h$ til ca. $0,9d$.

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t d \geq 0,0013 b_t d \quad EC2 (9.1N)$$

Dette betyr at denne formelen forutsetter at betongen risser opp og at minimumsarmeringen, med flyting i stålet, skal være i stand til å bære lasten etter at risset har oppstått. Den sier ikke noe om hvor store rissvidder som oppstår.

Uttrykk (7.1) har samme basis, men i bruksgrensetilstanden er ikke spenningstilstanden i tverrsnittet plastisk, og for å begrense rissviddene, vil akseptabel stålspenning ofte måtte begrenses til en verdi lavere enn flytespenningen.

$$A_{s,min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} \quad EC2 (7.1)$$

Beregning av minimumsarmering med formel (9.1N) vil bli lavere enn ved beregning med formel (7.1) og med begrensning i rissviddene. Det er formel (7.1) som brukes for begrensning av rissvidder sammen med tabell 7.2N eller 7.3N i NS-EN 1992-1-1+NA.

Hvilken stålspenning som kan tillates, avhenger av tillatt rissvidde ($0,4k_c/0,3k_c/0,2k_c$ mm), betongens strekkfasthet, armeringens stangdiameter eller senteravstand og overdekningens størrelse, tverrsnittsgeometri og spenningstilstand (samtidig opptredende kombinasjon av N og M). Se Merknaden i NS-EN 1992-1-1, punkt 7.3.3(2) kulepunktene;

- I tilfelle med hovedsakelig fastholdingskrefter (i planet/aksialstrekk) gir tabell 7.2N største tillatte spenningsnivå i stålet avhengig av stangdiameter, der kraften settes lik den som forårsaket risset, og nødvendig armeringsareal kan beregnes etter (7.1) med σ_s lik verdien tatt fra tabell 7.2N. Et alternativ for tverrsnitt i rent strekk er å bruke figuren i NS-EN 1992-3 fig 7.103N og 7.104N /4.2/ for henholdsvis stangdiameter og senteravstand.
- I tilfelle med hovedsakelig belastning (ut av planet/bøyning) beregnes opptredende armeringsspenning σ_s i risset tilstand for den/de aktuelle kombinasjonene av påvirkninger i SLS, og det velges armering med diameter lik eller mindre enn den som vist i tabell 7.2N, eller senteravstand som vist tabell 7.3N. Er beregnet spenning mellom de tabulerte verdiene, velges diameter eller eventuelt senteravstand utfra den høyere spenningsverdien. Det kan være hensiktsmessig å kontrollere at faktisk valgt

armeringsareal ikke er mindre enn det som finnes ved å sette inn verdien for σ_s i uttrykk (7.1). Dersom noen av de aktuelle parameterne avviker fra verdiene som er angitt i Merknad 1 i tabell 7.2N, må beregningene korrigeres som angitt.

4.6.2 Gulv på grunn og flytende påstøp

For å redusere både størrelsen og antall riss i gulv på grunn og i flytende påstøp på lastbærende dekker, kreves god prosjektering, planlegging og utførelse. Det er viktig å gi gulvet mulighet til å bevege seg på underlaget (bl.a. fuge rundt søyler og andre fastholdningspunkter). Å armere for å oppnå rissfordeling med små rissvidder, gir beregningsmessig svært mye armering. Derfor er planlegging av støpearbeidene med tanke på areal og fastholdningspunkter viktig.

Gulv på grunn kan være tilnærmet momentfrie når de støpes på godt komprimerte masser uten setninger. I andre tilfeller kan de være momentpåkjennte når de hviler på fundamenter og masser som kan sette seg. Dette må en ta hensyn til ved prosjekteringen.

Krav om M(F)40-betong av hensyn til bestandighet, gir normalt større både trykk- og strekkfasthet enn nødvendig for konstruksjonens bæreevne. Det nasjonale tillegget i NS-EN 1992-1-1, Tabell NA.E.1N /4.1/gir en forventet fasthet på B40 ved bestandighetsklasse M(F)40. Det kreves dermed mer armering for å oppnå rissfordeling for ferdigherdet betong sammenlignet med M(F)45 og M60. Mindre stangdimensjoner og tettere mellom stengene gir generelt mindre rissvidder forutsatt samme armeringstverrsnitt pr. meter.

For at en flytende påstøp skal få en brukbar membrantetthet mot klorideksponering på den underliggende lastbærende konstruksjonen, må man være påpasselig med følgende forhold: Under påstøpen legges to lag av tykk plastfolie. Den må legges med godt omfar og/eller med tapede skjøter, og må behandles med varsomhet om den ikke skal bli skadet ved etterfølgende arbeider. Dette vil også bidra til rissbegrensning, og dermed lengre brukstid.

En flytende påstøp vil ikke ha nevneverdige laster ut av planet (dvs. bøyepåkjenning). Den følger med deformasjonene i det underliggende bærende dekket. Den får tøyninger, men tar ikke selv last. Den vil imidlertid kunne få fastholdingskrefter, selv om disse i utgangspunktet skulle være neglisjerbare.

Når en ønsker konstruktivt samvirke mellom påstøp og underliggende bærende konstruksjon, vil det oppstå riss i påstøpen. I slike tilfeller kan tilsiktede rissvidder bestemmes ved å beregne armeringstverrsnitt pr. meter, dimensjoner på armeringsstengene og avstand mellom stengene. Med betongfasthet tilsvarende B40 vil man, utfra avsnitt 4.6.1, kunne anta at man kan begrense beregningsmessige rissvidder med en samlet armering som antydnet i tabell 4.1. I beregningene er $f_{ct,eff}$ satt lik 3,5 MPa (B40) og σ_s finnes i tabell 7.2N for aktuell kombinasjon av rissvidde og stangdimensjoner.

Dersom en ønsker en påstøp som er delvis fastholdt eller den ikke har fullt ut konstruktivt samvirke med underbetongen, vil armeringsmengdene i tabell 4.1 være høyere enn nødvendig. Det er imidlertid vanskelig å beregne nødvendige armeringsmengder for å begrense rissviddene for slike tilfeller. Ved å bruke armeringsmengdene vist i tabell 4.1, vil en være på trygg side uansett grad av fastholding.

Norsk Betongforening publikasjon nr. 15 - Betonggulv - Gulv på grunn og påstøp /4.8/ er aktuell her. I pkt. 2.5 finnes gode råd både for flytende påstøp med glidesjikt og for påstøp med konstruktivt samvirke. I pkt. 3.1.5.2 finnes føringer for bruk av fiberarmering i kombinasjon med kamstål. I pkt. 4.2.1 omtales beregning av rissvidder.

Flytende påstøp med to lag plast, brukes i praksis sjelden som påstøp på betongelementer. Derimot er det vanlig med ulike grader av fastholding, avhengig av tiltak for å oppnå god heft mellom de to lagene betong – se pkt. 4.7.

Tabell 4.1 Anbefalte mengder armering for gulv på grunn og påstøp på dekker når betongen er fastholdt. Når betongen er flytende på underlaget, vil rissviddene bli mindre, eventuelt at betongen blir rissfri.

Påstøpens tykkelse h (mm)	Stangdiameter ø (mm)	$A_{s,min}$ (7.1) i mm ² /m Rissvidde < 0,3 mm	$A_{s,min}$ (7.1) i mm ² /m Rissvidde < 0,2mm
100 mm	6	875	1093
	8	972	1250
	10	1093	1350
150 mm	6	1312	1640
	8	1458	1875
	10	1640	2020

4.6.3 Plastøpte gulv og fundament under terrengnivå

Når det gjelder prosjektering av gulv og fundament under terrengnivå, gjelder fortsatt det som står i punkt 4.6.1, samtidig som det kan omfatte en hel del mer om vanntrykket på ut-/undersiden er stort, og særlig om vannet er sjøvann. Det vil i slike tilfeller stilles minst like strenge krav til bestandighetsklassen både på utsiden og undersiden av gulv/fundamentet. Byggdetaljblad 520.055 /4.13/ kan gi en del nyttige tips ved bygging av vanntette betongkonstruksjoner.

4.6.4 Vegger

Når det gjelder vegger i parkeringshus generelt, anbefales det også å plassere disse i eksponeringsklasse XC4 og XD3, og i områder med frost, også XF2. Dette gjelder i hvert fall den første meteren over parkeringsgulvets nivå. Det vil si at også denne betongen havner i bestandighetsklasse MF40.

Minste overdekning, $C_{min, dur}$ i XD3 etter NS-EN 1992-1-1+NA vil være henholdsvis 40 og 50 mm ved dimensjonerende brukstid 50 og 100 år. Det kan vurderes å kun bruke eksponeringsklasse XC4, som har krav til henholdsvis 25 og 35 mm overdekning ved dimensjonerende brukstid 50 og 100 år, for å redusere veggens tykkelse og dermed spare betong. Dette krever en avviksbehandling av nederste meteren der tiltaket for å ivareta bestandigheten vil være å bruke et kloridbremsende rissoverbyggende belegg.

Med utgangspunkt i spenningsbasert herdeteknologi, bør man kombinere løsninger med lavvarmebetong og ekstra armering for å redusere rissvidder. Lavvarmebetong vil redusere temperaturgradienter og fastholdingsspenninger i betongtverrsnittet. Opprissing pga. fastholdt termisk dilatasjon er sjelden særlig aktuelt for veggtykkelser under 300 mm når det brukes lavvarmebetong, og for veggtykkelser under 200 mm når det brukes vanlig betong.

For å unngå støpeskjøt mellom vegg/søyler og dekke, anbefales det å støpe nederste 10-20 cm av vegg/søyle samtidig med dekket såkalt «kicker». Se siste avsnitt i pkt. 4.4.3.

Beregningsmessig minimumsarmering for vegg er ulik for horisontal- og vertikalarmeringen. Det henvises generelt til punkt 9.6 og tilsvarende punkt i det nasjonale tillegget i NS-EN 1992-

1-1+NA /4.1/. Bestemmelsene om minimumsarmering i vegger, der det legges særlig vekt på tetthet, er primært rettet mot konstruksjoner der det er fare for lekkasje, som konstruksjonsdeler under grunnvannsnivå.

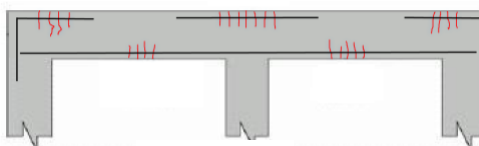
Armeringsmengden kan eventuelt økes på den nederste meteren på veggen på eksponert side pga. av den store faren for kloridinntrenging og armeringskorrosjon nettopp i dette området. Det anbefales å påføre et belegg på den nederste meteren mot eksponert flate.

4.6.5 Helt eller delvis plasstøpte etasjeskillere

Ved plasstøpte etasjeskillere, utføres dekkene vanligvis med underforskaling/reis, men kan også utføres som delvis plasstøpt dekke på plattendekker. For store spenn, vil det også være aktuelt med etteroppspent armering for dekkene. Slakkarmering og spennarmering kan brukes sammen og i kombinasjon med fiberarmering som en ekstra sikkerhet mot overflateriss. Plasstøpte konstruksjoner har en seigere oppførsel ved brudd sammenlignet med prefabrikkerte løsninger. Ofte har plasstøpte konstruksjoner også en bedre evne til "kraftomlagring", dvs. ekstra sikkerhet mot brudd. Dekker bør oppfylle de aktuelle krav til beregning av rissvidder.

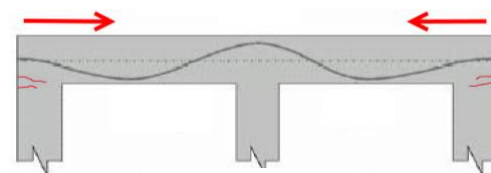
Plasstøpte konstruksjoner kan være både slakkarmert og spennarmert, som vist i figur 4.1 og 4.2.

SLAKKARMERT



Figur 4.1

SPENNARMERT (Etterspent)



Figur 4.2

For begge typer konstruksjoner er konstruktørens faglige kompetanse i vurdering av forventet rissutvikling, innspenningsforhold og mulig kraftomlagring viktig. Av hensyn til konstruksjoners bestandighet, anbefales det å begrense den beregningsmessige rissvidden, w_k , avhengig av dekkets eksponeringsbetingelser, som omtalt i pkt. 4.4.2. Se pkt. NA.7.3 i NS-EN 1992-1-1 /4.1/.

Etteroppspente betongkonstruksjoner kan synes som det klart beste alternativet for å oppnå en tett betong som beskytter armeringen. Løsningen byr imidlertid på utfordringer i alle randsoner hvor bevegelsene vil være større enn for slakkarmerte løsninger. For å oppnå en tettest mulig spennarmert konstruksjon vil det være aktuelt å legge spennarmering i begge hovedretninger slik at betongen er utsatt for trykk i hele planet.

4.6.6 Parkeringsarealer på tak

Fordelen med parkeringsarealer på tak, vil være at kloridene som blir fraktet med bilene, vil kunne tynnes ut og vaskes bort av nedbør, og de kloridkonsentrasjonene som oppstår i overbygde parkeringsanlegg, vil bli redusert. Det vil derimot dukke opp andre utfordringer som frost og slitasje på dekke og vegg/brystning fra bl.a. brøytebiler på vinterstid og solstråling og nedbør vil påvirke betong og belegg. Konstruktivt henvises til det punkt 4.6.1, men det

anbefales å lese om detaljer som egner seg for utendørsanlegg som byggdetaljblad 525.307 Tak for biltrafikk og parkering /4.13/.

4.7 Prefabrikkerte etasjeskillere med påstøp

Om en velger å bygge P-huset med prefabrikkerte betongelementer, anbefales det en solid armert påstøp, f.eks. 100 mm. Saksing mellom elementer kan skje, noe som er både en dimensjonering- og en utførelsessak. Alle skjøter og elementavslutninger er mulige lekkasjesteder og påstøp må prosjekteres for å unngå bevegelser og tilhørende riss og sprekker mellom elementer. Mengder og plassering av armering i påstøp må prosjekteres. Under prosjekteringen er det også viktig å velge en påstøp som samvirker med elementene eller om en ønsker et flytende gulv oppe på. Det er uansett viktig at den armerte påstøpen har tilstrekkelig tykkelse og armering.

Det bør tidlig i prosjekteringen ta valget mellom:

- 1) IKKE KONSTRUKTIVT SAMVIRKE
 - Glidesjikt mellom element og påstøp for å redusere rissutvikling.
 - Påstøp blir å regne som last, men fordeler lastene på tvers over elementene og hindrer oppsprekking / lekkasjer ved elementskjøtene.
 - Feltstørrelse på påstøp.
- 2) KONSTRUKTIVT SAMVIRKE
 - Gir økt bærekapasitet.
 - For å sikre god heft og samvirke, må alle underlag være avfettet og rengjort. Dette kan gjøres ved blastring (slyngrensing), sliping eller fresing av overflaten før armering legges.
 - Det bør utføres en test av strekkfasthet i overflaten med avtrekkingsprøve for å sikre god heft.
 - Heftbro, epoksy eller tilsvarende, påføres (vått i vått) før støp.
 - Forankring av påstøp ved oppstikkende armering i HD-fugene.

Det er rådgivende ingeniør som må velge mellom disse to alternativene, eller en mellomting mellom alternativene, og beskrive forbehandling og tilhørende armeringsmengde.

I praksis er det sjelden at det brukes fullstendig flytende påstøp (påstøp med glidesjikt/plast) på betongelementer. Det betyr at det alltid vil være grader av friksjon mellom de to lagene av betong. Når det tilstrebes å oppnå fullstendig konstruktivt samvirke, vil armeringsmengder og stangdiameter vist i tabell 4.1 være aktuelle. Mellomliggende grader av fastholding kan oppnås ved eksempelvis bare å koste betongoverflaten ren før utlegging av påstøp. I slike tilfeller kan armeringsmengdene i tabell 4.1 reduseres, men det er ikke mulig å beregne armeringsmengden, den må fastsettes på basis av praktisk erfaring. Det tryggeste er alltid å bruke verdiene i tabell 4.1.

Påstøp over opplegg vil kunne få strekk, og dermed riss på samme måte som for en plasstøpt bærekonstruksjon. Påstøp vil i tillegg til sammenbinding av elementer bidra til byggets totale stabilitet som stiv kraftoverførende skive.

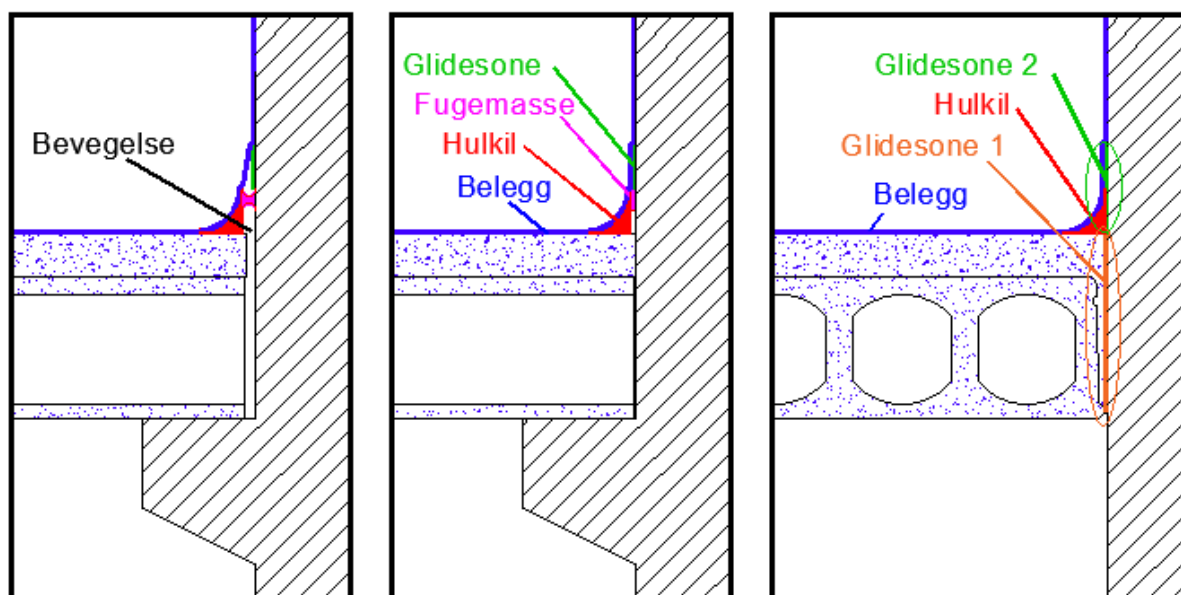
Førøppspent hovedarmering (prefab) er definert som korrosjonsømfintlig. Pittingkorrosjon (groptæring) på spennarmering kan gi plutselig brudd. Valg av riktig overdekning, eksponerings- og bestandighetsklasse samt detaljløsninger er derfor spesielt viktig. Det er viktig at konstruksjonsdeler ikke blir overarmert da overarmering kan gi sprø bruddformer, noe som er uønsket.

4.8 Detaljer

I dette punktet omtales noen detaljer som ofte kan være utfordrende med tanke på tetthet og bestandighet.

Figur 4.3 viser eksempel på detalj av overgang mellom element med påstøp og vegg ved opplegg. Detaljen må prosjekteres med tanke på at det kan oppstå horisontale bevegelser dersom elementet ikke er fastlåst på opplegget. Figuren viser to ulike posisjoner for elementet.

Figur 4.4 viser tilsvarende eksempel på overgang mellom element med påstøp og vegg ute i felt utenfor opplegg. Glidesoner er soner med lite eller ingen friksjon mellom veggbetong og belegghulkil/påstøp. Glidesone 1 skal hindre at påstøp får små lokalbrudd mot vegg. Glidesone 2 skal hindre at hulkil og belegget bindes til vegg. Høyden på del av glidesone 2 over hulkilen må beregnes, avhengig av beleggets tøyningsskapasitet og maksimal nedbøying på elementet midt ute i feltet slik at belegget motstår bevegelserne uten å sprekke opp. Belegget må tåle mange bevegelser over lang tid.

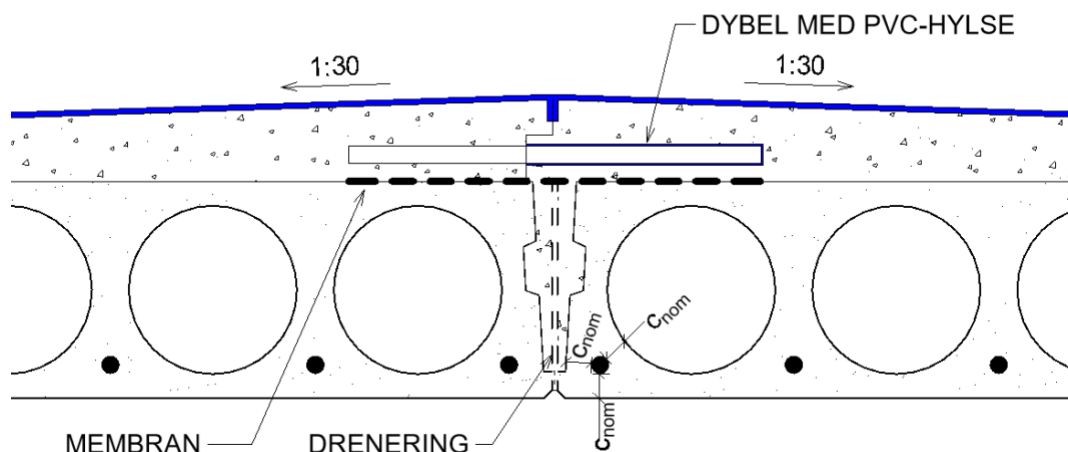


Figur 4.3 Fuge mot vegg ved opplegg

Figur 4.4 Fuge mot vegg når det ikke er opplegg

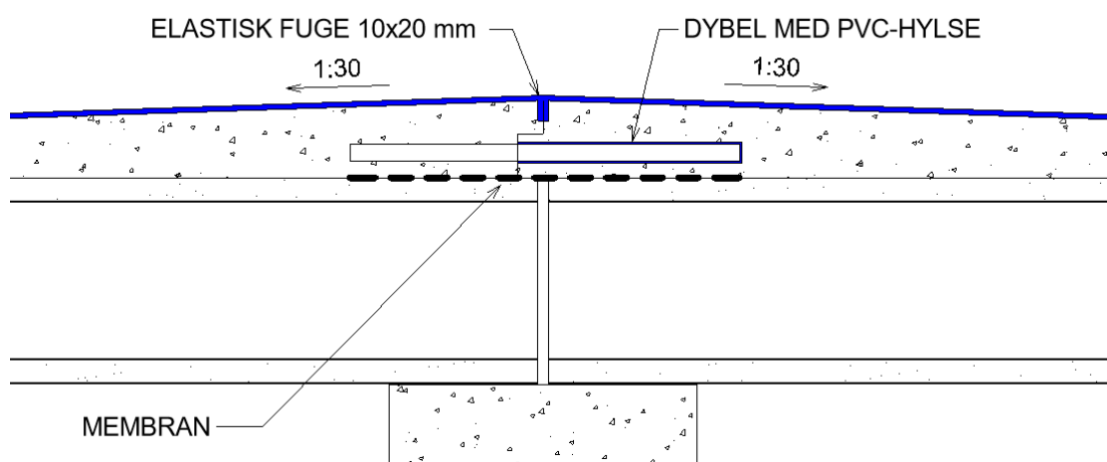
Figur 4.5 viser eksempel på opphøyd fugeløsning på et flatt dekke uten avrenning mot sluk eller renne. Fugen ligger mellom elementer og i elementets lengderetning. Dekket har ikke noe planlagt lavbrekk. Fugen er etablert gjennom påstøpen rett over elementskjøten. Denne løsning brukes for å hindre at vann søker fugen, som alltid er et svakt punkt. Se pkt. 3.3 med kommentarer til figurene 3.17 og 3.18. Fallet kan eksempelvis strekke seg 300-400 mm på hver side av fugen. Dyblene må prosjekteres og monteres riktig, og de må være heftfrie på den ene enden (PVC-hylse). Membranen må monteres med tilstrekkelig glidesone over elementskjøten slik at den motstår deformasjonene og ikke rives i stykker. En må sørge for drenering mellom elementene, samt i elementenes hulrom.

Fuger av denne typen skal ikke legges i lavbrekk på dekket.



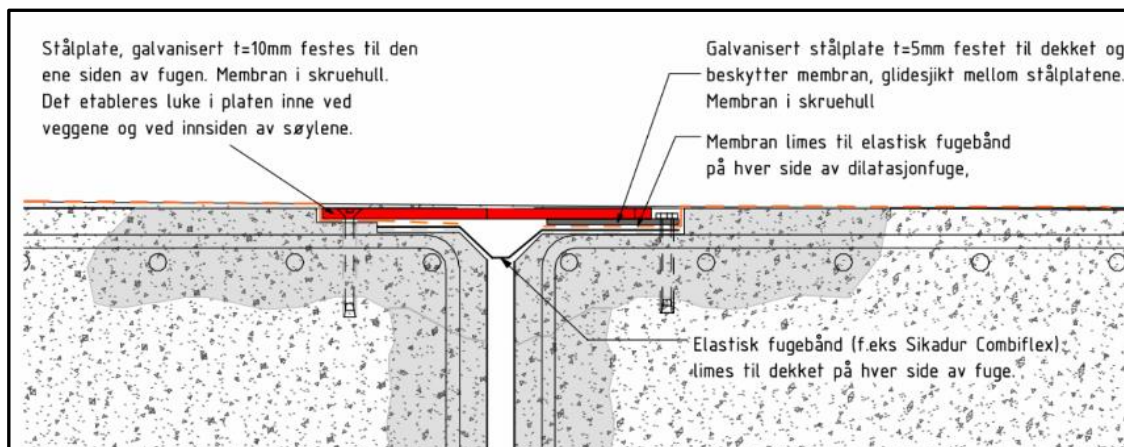
Figur 4.5 Opphøyd fugeløsning på flatt dekke når fuge etableres mellom elementer.

Figur 4.6 viser tilsvarende eksempel på opphøyd fugeløsning på et flatt dekke uten avrenning mot sluk eller renne. Fugen er etablert gjennom påstøpen rett over opplegg med tilstøtende elementer. Fugen ligger vinkelrett på elementenes lengderetning. Dekket har ikke noe planlagt lavbrekk. Denne løsningen brukes for å hindre at vann søker fugen, som alltid er et svakt punkt. Se pkt. 3.3 med kommentarer til figurene 3.17 og 3.18. Fallet kan eksempelvis strekke seg 300-400 mm på hver side av fugen. Dyblene må prosjekteres og monteres riktig, og de må være heftfrie på den ene enden (PVC-hylse). Membranen må monteres med tilstrekkelig glidesone over skjøten mellom slik at den motstår deformasjonene og ikke rives i stykker. En må sørge for drenering mellom elementene, samt i elementenes hulrom.



Figur 4.6 Opphøyd fugeløsning på flatt dekke når fuge etableres over opplegg for elementer.

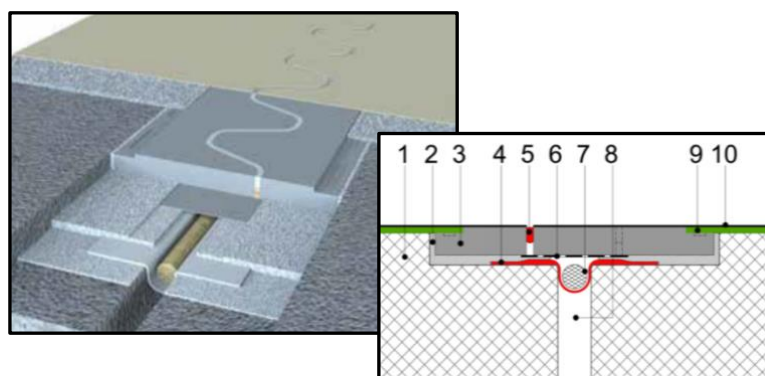
Figur 4.7 viser eksempel på fugeløsning ved dilatasjonsfuge. Det elastiske fugebåndet må ha tilstrekkelig slakk i fugen slik at det ikke utsettes for strekk. Belegget oppå påstøpen må brytes til høyre for den 10 mm tykke stålplata der bevegelsen foregår.



Figur 4.7 Eksempel på dilatasjonsfuge alternativ 1).

Figur 4.8 viser et annet eksempel på fugeløsning ved dilatasjonsfuge. Den elastiske membranen (4) må ha tilstrekkelig slakk i fugen slik at den ikke utsettes for strekk. Belegget (9) avsluttes ved begge sider av spesialelementet (3). Topplaget på belegget må brytes over fuga på spesialelementet der bevegelsen foregår.

- 1) Betong
- 2) Lim av element
- 3) Spesialelement som sakser over skjøt
- 4) Elastisk membran
- 5) Fugemasse
- 6) Underlagsplate som element skal kunne bevege seg på.
- 7) "Backing-stang"
- 8) Maksimal fuge bredde
- 9) Belegg
- 10) Topplag belegg



Figur 4.8 Eksempel på dilatasjonsfuge alternativ 2)

4.9 Prosjektering av belegg

Ved prosjektering av belegg, bør det stilles krav til beleggets egenskaper og funksjon. Når belegget med en viss tøyningsevne (polymerbaserte belegg) går over fuger som åpner/lukker seg, må det etableres et heftfritt område langs fuga. Det heftfrie området må være bredt nok til at tøyningsskapasiteten for belegget ikke overskrides ved maksimal bevegelse i fuga. Belegget har begrenset levetid over fuger. Når sprø belegget (høyfast mørtel) går over fuger som åpner/lukker seg, må det etableres fuger i belegget over fuga i underbetongen. Trafikkbelastningen stiller krav til beleggets slitestyrke og tykkelse.

Det er vanlig å beskrive en høyere beleggstykkelse i områder med høy trafikkbelastning, som kjøreområder, ramper og start/stopp områder.

Det bør også stilles krav til beleggets rissoverbyggende evne for døde riss, tøyningsskapasitet avhengig av fugebevegelse og heftfri sone langs bevegelige fuger, heft til underlaget, tine/fryseegenskaper, motstands mot kloridinntrengning, brannpåvirkning, slagseighet, diffusjonstetthet, slitasjemotstand osv.

Norsk Forening for Betongrehabilitering har utarbeidet en veiledning for beskrivelse av belegg i parkeringsarealer i henhold til NS-EN-1504-2, NB 30 – «Herdeplastbaserte belegg» /4.9/, der det er en rekke anbefalinger til hva som skal tas hensyn til i prosjekteringen og beskrivelsen. Denne finnes på <https://betongrehabilitering.net>. Se også Vedlegg 7 og boka «Betongrehabilitering» /4.15/, som også kan brukes for nye bygg. NB 30 /4.9/ er under revisjon. Denne vil også være et nyttig verktøy når den er klar.

I tillegg til herdeplastbaserte belegg, kan det være aktuelt å bruke støpeasfalt og høyfast mørtel. Disse må prosjekteres og utføres i samsvar med leverandørens anvisninger.

FDV-dokumentasjon skal inneholde beskrivelse av vedlikehold for belegg, se kapittel 6.

4.10 Oppsummering

De viktigste faktorene for å unngå at betongen ved armeringen overskrider kritisk kloridinnhold er /4.12/:

- **Gjør tiltak for å redusere inntrengingshastigheten av klorider**
 - Inntrengingshastigheten avtar med synkende masseforhold, tettere og mindre permeabel betong, mer rissfordelende armering og økende mengde pozzolaner i betongen. Det er derfor viktig å plassere konstruksjonen i riktig eksponerings- og bestandighetsklasse og prosjektere med tilstrekkelig rissfordelende armering.
- **Øk overdekningen (C_{nom})**
 - Økning av overdekningen øker tiden det tar før klorider, i tilstrekkelige mengder for at korrosjon skal oppstå, diffunderer inn til armeringen. Det anbefales å øke overdekningen med 10 mm utover kravene i NS-EN 1992-1-1+NA. P-hus bør prosjekteres for 100 års dimensjonerende brukstid.
- **Vis vann vekk**
 - Sørge for tilstrekkelig fall på dekket, hulkiler inn mot vegger/søyler og styrt helning mot sluk eller ut av bygget.
- **Velg solide og bestandige løsninger ved knutepunkter, lavbrekk og overganger**
 - Konstruktive detaljer som bidrar til at kloridholdig vann i minst mulig grad blir liggende på betongen, men i størst mulig grad ledes vekk fra betongen, for eksempel bruk av dryppneser.
 - Vannavvisende overflatebehandling eller tette belegg kan bidra til å redusere kloridinntrengingen og dermed være med på å utsette kloridinntrenging i betongen. Slike løsninger har derimot begrenset levetid og bør kun brukes i tillegg til at betong skal være prosjektert for lang levetid i riktig eksponerings- og bestandighetsklasse.
- **Vedlikehold**
 - Kloridkonsentrasjonen på dekker kan reduseres ved systematisk spyling/vasking. Dette er spesielt viktig på dekker uten avrenning mot sluk/renne.
 - Belegg har kortere levetid enn konstruksjonen og en vedlikeholdsplan for fornying av belegg utarbeides som en del av FDV-planen, se kapittel 6.

Referanser

- 4.1 NS-EN 1992-1-1:2004+A1:2004+NA:2018, Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner, del 1-1 Allmenne regler og regler for bygninger
- 4.2 NS-EN 1992-3:2006 + NA:2009, Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner, del 3 Siloer og beholdere
- 4.3 NS-EN 206+NA Betong. Spesifikasjoner, egenskaper, framstilling og samsvar
- 4.4 NS-EN 13670+NA Utførelse av betongkonstruksjoner. Standard Norge
- 4.5 NS-EN 1990:2002 + A1:2005+NA:2016 Eurocode- Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
- 4.6 NS 3420 Beskrivelsessystem bygg og anlegg, først og fremst Del L
- 4.7 TEK17 Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggeteknisk forskrift)
- 4.8 Norsk Betongforening NB 15. Betonggulv - Gulv på grunn og påstøp
- 4.9 Norsk Betongforening NB 30. Herdeplastbaserte belegg
- 4.10 Norsk Betongforening NB 38. Fiberarmert betong i bærende konstruksjoner
- 4.11 Bygghetjeblad 572.205 Betong Typer, egenskaper og bruksområder (2016), SINTEF Bygghetjeblad
- 4.12 Bygghetjeblad 520.061 Armeringskorrosjon (2009), SINTEF Bygghetjeblad
- 4.13 Bygghetjeblad 520.055 Prosjektering og støping av vanntette betongkonstruksjoner (2015), SINTEF Bygghetjeblad
- 4.14 Bygghetjeblad 525.307 Tak for biltrafikk og parkering (1999), SINTEF Bygghetjeblad
- 4.15 Betongrehabilitering – Reparasjonsmetoder, utførelse og kontroll, Lindland, Jan, Norsk forening for betongrehabilitering
- 4.16 SAK 10 – Byggesaksforskriften. Direktoratet for byggkvalitet.
- 4.17 Norsk Betongforening publikasjon nr. 38. Fiberarmerte betongkonstruksjoner
- 4.18 NS-EN 1168 Prefabrikkerte betongprodukter- Hulldekker

5 UTFØRELSE

5.1 Betongarbeider, underlag for belegg

5.1.1 Generelt

Bygging av parkeringsarealer utføres i totalentreprise eller hovedentreprise der selve beleggsarbeidene normalt utføres som underentreprise. Betongarbeidene, som er grunnlaget og underlaget for beleggene, utføres i henhold til NS-EN 13670+NA /5.1/ og skal være prosjektert i henhold til NS-EN 1992-1-1+NA /5.2/

Det er egne krav til kompetanse for utførelse av betongarbeidene, beskrevet i NS-EN 13670+NA.

Prosjektering og utførelse av betongunderlaget bestemmer om det kommer sprekker eller riss i betongkonstruksjonene.

De bærende betongkonstruksjonene kan være basert på betongelementer eller plasstøpt betong. Ved bygging med hulldekker, er det meget vanskelig å forutsi hvor det risser/sprekker, både over hvilke opplegg og mellom hvilke elementer. Det anbefales derfor å utføre en påstøp som underlag for belegg for å begrense risikoen for riss og sprekker. Påstøper må ha tykkelse 50 – 100 mm, eller tykkere, og den anbefales armert med tanke på rissviddebegrensning. Slike påstøper er nærmere beskrevet i NB Publikasjon 15 Betonggulv - Gulv på grunn og påstøp /5.3/.

Bygging med DT-elementer gir en større trygghet mot riss/sprekker da elementene er sveiset sammen med stålplater. Det er imidlertid eksempel på at stålplatene har korrodert bort. Erfaring tilsier at det kan legges belegg direkte på elementene med forsterkning over fugene mellom elementene. Det vil være bevegelse i konstruksjonen, blant annet på grunn av temperaturvariasjoner, så konstruksjonsfuger må prosjekteres.

Ved bygging med plasstøpt betong, må rissvidder prosjekteres. Prosjekteres det med rissvidder som vann kan komme gjennom, må det planlegges belegg for å få betongdekket vanntett.

Alt betongarbeid må planlegges slik at det kan utføres riktig første gang. Om det støpes et lite privat garasjeggulv eller et større parkeringshus, må arbeidet være planlagt for å oppnå forventet kvalitet.

Det er forskjellige krav til utførelsen, ut fra hvilken utførelsesklasse konstruksjonen er definert i, henholdsvis 1, 2 eller 3. Parkeringshus vil normalt plasseres i utførelsesklasse 2, men klasse 3 kan også være aktuelt.

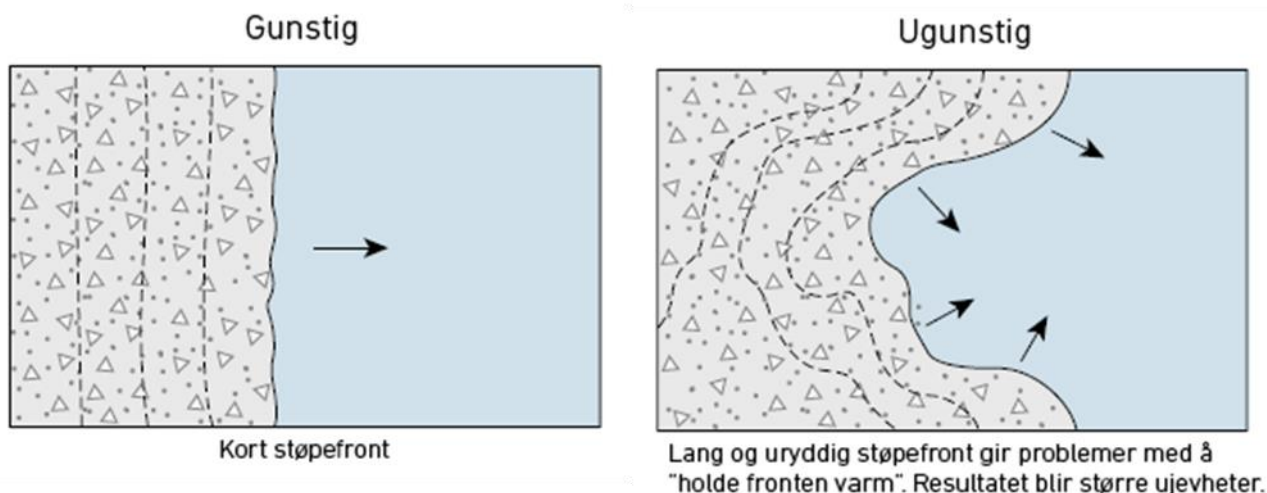
For å sikre at en planlagt betongkonstruksjon blir som forventet, kreves det kompetanse og erfaring ved utførelsen. Kravene til planlegging, forarbeid, utførelse, kontroll og dokumentasjon er beskrevet i NS-EN 13670+NA, Utførelse av betongkonstruksjoner /5.1/. Produksjonsunderlaget skal angi alle forberedende aktiviteter, som utarbeidelse av støpeplan og utførelsesklasse skal angis. Dokumentasjon av utførelsen er i prinsippet kun en verifikasjon av det utførte arbeidet. Det må derfor legges vekt på at utførelsen er håndverksmessig riktig og at kvalitetssikringen ivaretas.

NS-EN 13670+NA, Utførelse av betongkonstruksjoner, beskriver krav til kompetanse.

5.1.2 Støping av gulv/dekker

Dekkestøper utføres i de fleste tilfeller under åpen himmel. Dette stiller krav til planleggingen spesielt med tanke på været når det skal støpes. Tiltak før, under og etter støping må bestemmes ut fra været, om det er sol og vind, regn eller vinter med tørr luft og kulde.

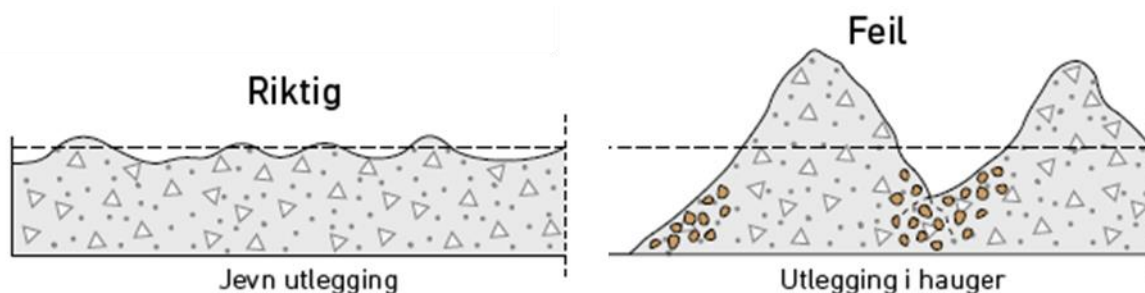
Ved støping av dekker, skal betongen legges ut systematisk fra den ene siden til den andre, vist på figur 5.1.



Figur 5.1: Utlegging av betong ved dekkestøp, gunstig og ugunstig.

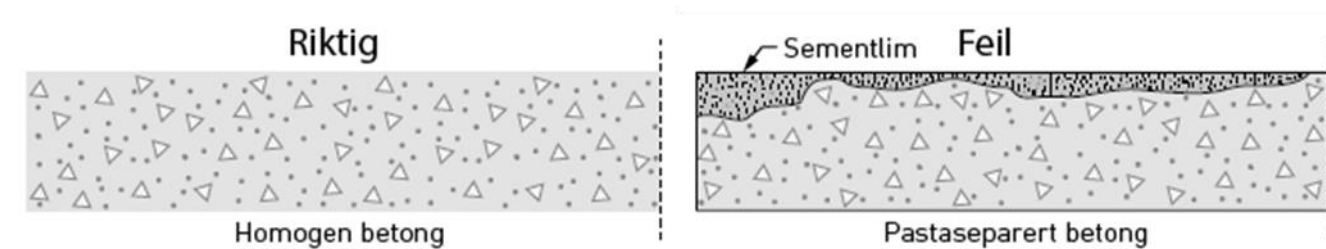
Støpefronten skal være så kort som mulig og skal være rett.

Betongen skal legges ut på rett sted med en gang og skal ikke flyttes med vibratoren. Betongen skal legges ut jevnt og ikke i hauger som vibreres ut, se figur 5.2.



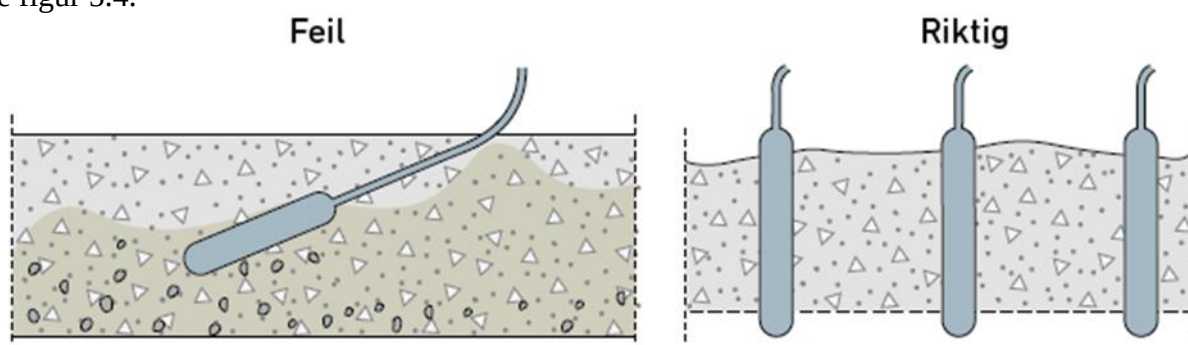
Figur 5.2: Utlegging av betong ved dekkestøp, jevn og i hauger.

Betongen bør ha en konsistens som begrenser risikoen for separasjon. Ved støping av gulv på grunn, dekker og bunnplater, spesielt med betong med lave masseforhold, er det viktig å ha kontroll på mengden og konsistensen til sementlimet. Det er mye skader i form av riss og bom i toppen av støpte gulv. Dette skyldes hovedsakelig at det brukes betong som har separasjon i sementlimet, som vist i figur 5.3. Betongen kan bli utlagt ujevnt slik at limseparasjonen blir større lokalt og bearbeiding med tungt glatteutstyr er med på å rive løs det separerte limsjiktet.



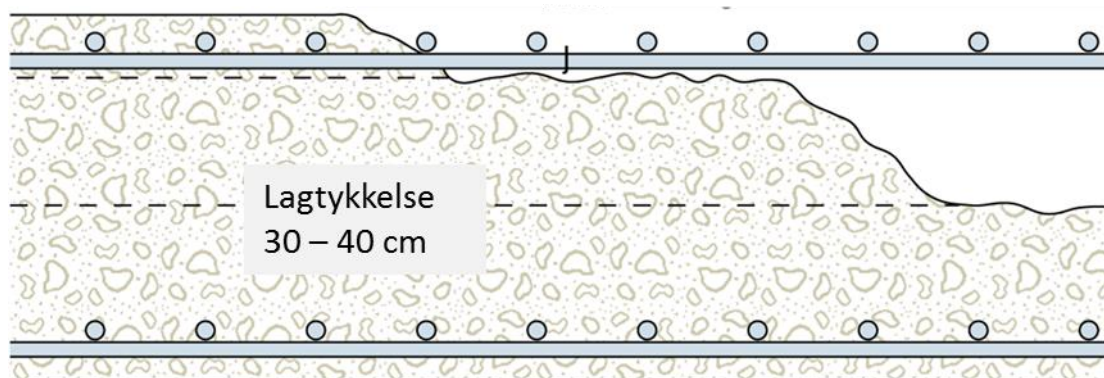
Figur 5.3: Homogen og pastaseparert betong, ved dekkestøp.

Vibratoren skal stikkes loddrett raskt ned og dras sakte opp. Hvis vibratoren slenges horisontalt i betongen, vil betongen lett separere og dette kan gi skader på toppen av gulvet etter glatting, se figur 5.4.



Figur 5.4: Eksempel på feil og riktig vibrering ved dekkestøp.

Vibratoren skal brukes systematisk med maks avstand $10 \times$ diameteren på de store flatene og $2-4 \times$ diameteren langs kantene. Ved støping av tykke dekker, er det alltid risiko for plastisk setning. Dette forhindres ved å la betongen sette seg mellom lagene og utføre vibreringen lagvis inn i underliggende lag. Ved tykkelser > 40 cm, bør dekket støpes lagvis i tykkelser på 30 til 40 cm i hvert lag og det nest siste laget avsluttes rett under armeringen slik at topplaget blir 10-15 cm tykt. Når topplaget legges ut og vibreres sammen med nest siste laget, vil revibreringen begrense risikoen for plastisk setning, se figur 5.5.



Figur 5.5: Anbefalte lagtykkelser ved dekkestøp.

Parkeringsdekker skal støpes av betong med bestandighetsklasse M(F)40.

M(F)40-betongene har lite vann, og det har lett for å oppstå plastiske svinnriss. Dette krever at det brukes herdemembran umiddelbart etter at betongen er støpt ut, før brettiskuring.

Herdemembranen som brukes etter utstøping, må være egnet til formålet. Det vil si at den ikke bør være basert på voks eller lignende, som kan gi dårlig heft hvis det senere skal legges beleg. Dekking med plast er mer effektivt enn påsprøyting av herdemembran, men det er i praksis ofte vanskelig å få til. Betongen brettiskures/glattes, og den bør deretter vannes og dekket med plast tilstrekkelig lenge. Produksjonsunderlaget stiller av og til krav til lengre tid for etterbehandling enn det som er beskrevet i NS-EN 13670+NA.

Gode herdebetingelser er først og fremst viktig for overdekningssonen, som er den delen av konstruksjonen som skal beskytte armeringen. Prosjekteringsgrunnlaget skal gi eksakt krav til varigheten av herdetiltakene, type herdetiltak og angivelse av herdeklasse. Hvis ikke annet er beskrevet, gjelder herdeklasse 3, som er herdetiltak inntil 50 % av 28 døgns trykkfasthet er oppnådd i overdekningssjiktet.

Ved å utføre herdetiltak i henhold til herdeklassene vil:

- plastisk svinn minimeres,
- tilstrekkelig fasthet i overflatesjiktet sikres,
- tilstrekkelige bestandighetsegenskaper for konstruksjonens overflatesjikt sikres
- det beskyttes mot skadelige værforhold og mot frysing.

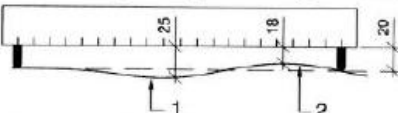
Støp av dekker, bunnplater og gulv på grunn under åpen himmel krever planlegging. Det kreves kunnskap både om betongsammensetning, med avbindingstid og retardering og utførelse av selve dekkestøpen. Utførelsen kan kreve flere arbeidslag da utlegging, avtrekk og påføring av herdemembran ikke er ferdig før skuringen starter. Herdetiltak, med vann og plast, må på varme sommerdager startes før skuring og glatting er ferdig på hele dekket, slik som vist på figur 5.6. Støping ute vinterstid krever ofte bruk av størkningsaksellerator for å kunne pusse betongen, samt utføre herdetiltak som tildekking og fyring for å unngå frostskafer.



Figur 5.6: Herdetiltak ved dekkestøp.

Ved bruk av M(F)40 betong, anbefales det ikke stålglattet overflate, kun glattskurt. Det er registrert delaminering i overflatesjiktet på golv av betong med bestandighetsklasse M(F)40 der skadeårsakene er vurdert til en kombinasjon av luftinnhold og stålglatting. Betongens iboende egenskaper gir ved riktig hedetiltak høy fasthet i overflatesjiktet slik at stålglatting ikke er nødvendig. Detaljert beskrivelse av golv på grunn finnes i Norsk Betongforenings publikasjon 15 /5.3/.

Overflatebearbeiding av betongen har definerte toleranser i NS-EN 13670+NA /5.1/, tabell NA.G.5.a – *Toleranser for overflater* ut fra metodene avtrekk, brettskuring eller stålglatting. Toleransene kan oppnås også ved andre metoder, for eksempel kan en brettskurt (glattskurt) overflate tilfredsstillende samme kravet som en stålglattet flate. Det må nevnes at en brettskurt overflate vil være bedre egnet som underlag for et belegget enn en stålglattet flate da det er enklere å utføre forbehandling og sikre heften til underlaget. Det er viktig at toleransene er som beskrevet.

Nr.	Type avvik	Beskrivelse	Tillatt avvik Δ
a	Lokal planhet	Målelengde ^a m	Toleranseklasse 1
	<u>Avtrukket overflate</u> Svanker og bulninger Topper/sprang/grater	2.0 1.0	± 12 mm ± 8 mm 5 mm
	<u>Forskallet eller brettskuret overflate</u> Svanker og bulninger Topper/sprang/grater	2.0 1.0	± 8 mm ± 5 mm 3 mm
	<u>Stålglattet overflate</u> Svanker og bulninger Topper/sprang/grater	2.0 1.0	± 5 mm ± 3 mm 2 mm
^a Måling gjøres med rettholdt med knaster. Målene Δ regnes som positive (opp) og negative (ned) i forhold til referanselinjen. Tegnforklaring: 1 - svank, 2 - bulning. (Figuren viser eksempel med 5 mm svank og 2 mm bulning)			
			

Figur 5.7: Toleransekrav ved golv/dekkestøp, fra NS-EN 13670.

5.1.3 Kontroll og dokumentasjon av plasstøpte konstruksjoner

Kontroll og dokumentasjon av betongarbeidene må gjøres kontinuerlig i arbeidsprosessen i henhold til NS-EN 13670 +NA. Forskalingen med støpehøyder må kontrolleres før det støpes. Armeringen skal være montert som beskrevet i vedlegg 6.3 og overdekningen må måles og dokumenteres før utstøpingen starter. Det anbefales at måleverdiene skrives på tegning akkurat der det er målt. Omfanget av prøvingen er beskrevet i NS-EN 13670+NA, tabell NA.3. I utførelsesklasse 2 skal det omfatte alle søyler og bjelker samt stikkprøvekontroll avhengig av

konstruksjoner betydning for bæreevne og bestandighet. I utførelsesklasse 3 gjelder kontrollen alle konstruksjoner av betydning for bæreevne og bestandighet.

Mottakskontroll av betongen er viktig. I utførelsesklasse 2 og 3 er det krav om å kontrollere at rett betong er på rett sted ved å lese og signere følgeseddelen, samt visuelt se at betongen har den støplighet som er bestilt. I utførelsesklasse 3 må det i tillegg tas prøver av betongen, både synk, luft, hvis det er frostbestandig betong og temperatur, og det må støpes terninger for å teste trykkfasthet.

5.1.4 Montering av betongelementer

Betongelementer skal monteres med toleranser som beskrevet i NS-EN 13670 +NA. Det er strenge krav til kontroll og dokumentasjon i NS-EN 13670+NA, tabell NA.3. Alle lastbærende opplegg og fuger i bæresystemet skal kontrolleres og dokumenteres. Det anbefales også her at måleverdier skrives på tegning. Betongelementboken bind F:2019 /5.7/ gjengir de samme kravene til toleranse som NS-EN 13670+NA, bortsett fra kravene til overflatetoleranser, se figur 5.7. Overflatetoleranser kan også beskrives i henhold til NS 3420-1 /5.5/. Alle tenkelige varianter av toleransekrav er ikke beskrevet i NS-EN 13670+NA og Betongelementboken bind F:2019 gir en del praktiske eksempler som er nyttige.

5.2 Utførelse av belegg

5.2.1 Generelt

De mest vanlige typer belegg består av herdeplaster. I tillegg kan støpeasfalt eller høyfast mørtel være et alternativ. Disse typene er beskrevet i Vedlegg 7. I det følgende beskrives utførelse av belegg basert på herdeplaster siden dette er mest brukt. Utførelse av belegg basert på støpeasfalt eller høyfast mørtel er omtalt i Vedlegg 7, som det vises til.

Det er ingen formelle krav til utførelse av belegg på betong. Norsk Forening For Betongrehabilitering (NFB) har en faggruppe «Faggruppe for herdeplast til betong». Det anbefales at firmaer som utfører belegg på betong er medlem av NFB.

Legging av belegg utføres gjennom mange arbeidsoperasjoner. Spesielt viktige momenter i utførelsen er:

- Å sikre heften til underlaget
- Å legge riktig tykkelse
- Å sikre pore tett overflate.

Et belegg må ha god heft til betong. Kravet til heft er beskrevet i NS-EN 1504-2 /5.4/, tabell 3. I praksis bør heften være så god at eventuelle heftprøver gir brudd i underbetongen da alle materialene som brukes har høyere strekkfasthet enn betongen. Strengeste kravet for konstruktive belegg i NS-EN 1504-2 er 2,0 MPa. Heften sikres ved å utføre egnet forbehandling og prime med et materiale som sikrer tilstrekkelig heft til underlaget.

For at et belegg skal ha de egenskapene som er planlagt, enten det er rissoverbyggende evne eller slitestyrke, må arbeidet utføres i henhold til leverandørens beskrivelse og med planlagt materialforbruk.

Alle belegg må være pore tette for å hindre forurensninger samt vann og salter å trenge inn under belegget.

5.2.2 Utførelse av belegg basert på herdeplaster

FORARBEID

Hensikten med forarbeidet er å åpne eller å fjerne sement huden slik at primeren kan trekke inn i betongen og få god heft. Metoder for forbehandling av betongoverflate på gulv er fresing, blastring, prikkhugging eller sliping. Metoden velges ut fra betongoverflatens beskaffenhet, hva som gir tilfredsstillende resultat og er økonomisk fornuftig. Blastring eller sliping anbefales.

PRIMING

Priming utføres for å sikre heft mellom betong og belegg. Primeren skal trekke ned i betongen og skape heft mellom betong og belegg. Primeren er ofte basert på et klart bindemiddel da eventuelle pigmenter kan gjøre inntrengningen i betongen dårligere. Det er vanlig at primeren rulles på, men den kan også sparkles eller påføres med nal. Belegg legges ofte «vått i vått» med primeren. Primeren kan også avstrøs med sand. Hvis primeren avstrøs, baseres heften på mekanisk heft ved friksjon mellom sandkorn og belegg.

BELEGG

Beleggene utføres i en eller flere operasjoner. Polyurea påføres med spesialsprøyte i ett lag, med høyt trykk og temperatur der blandingen foregår ytterst i dysen.

Polyuretan, epoksy og akryl legges i flere lag, med eller uten elastisk membran. Materialene legges med rull, nal, brett eller tannsparkel, avhengig av hva som er mest praktisk for å oppnå ønsket resultat. Leverandørens anvisninger med tanke på forbruk, temperatur og relativ fuktighet ved påføring og mellomstrøktider må følges.

5.2.3 Toleranser

Alle belegg på betong er tynne i forhold til underbetongens tykkelse. Det vil si at beleggene følger betongens toleranser, som er beskrevet i NS-EN 13670+NA /5.1/ og Betongelementboken bind F:2019 /5.7/ (se pkt. 5.1.4). Hvis det ønskes en annen og bedre toleranse på overflaten av beleggene enn det underbetongen tilfredsstiller, må det utføres et utjevningssjikt, en sparkling. Dette gjelder spesielt når det beskrives toleranse på overflaten etter NS 3420-1 /5.5/ tabell 3 – *Planhetstoleranser for bygninger*.

5.2.4 Riss

Noen belegg er stive og noen belegg kan bygge over riss opp mot 0,1-0,5 mm. Brukes det stive belegg og betongen risser, risser også belegget. Riss kan oppstå på grunn av prosjekteringsvalg eller utførelse. Ønskes det rissfrie belegg, må betongunderlaget og belegget prosjekteres ut fra dette og selve utførelsen av både betongarbeidene og belegg må utføres som prosjektert. En prosjektering med et belegg som skal gi rissfrie overflater krever dessuten en inngående kjennskap til hvilke riss som kan oppstå og hvilke forhold det er i parkeringshuset. De viktigste forholdene som må kartlegges er;

- Om riss har oppstått når belegget skal installeres eller vil oppstå i ettertid
- Om rissene er/vil være statiske (døde) eller dynamiske (levende)
- Min og maks rissvidde
- Temperaturforhold

For å illustrere dette: Problemstillingen vil være svært ulik for de to ytterpunktene: a) dersom en har et eksisterende statisk riss (som vanligvis bare kan sparkles igjen før en legger belegg) eller b) et dynamisk riss som oppstår i en konstruksjon som er utsatt for kuldegrader etter at belegg er installert (som krever et belegg som er dynamisk rissoverbyggende ved tilsvarende temperaturer).

5.2.5 Fukt og temperatur

Det er krav til maksimal relativ fuktighet i betong ved legging av belegg, beskrevet i NS 3511 /5.6/ Måling av relativ fuktighet i betong, tabell 2. Ved legging av epoksy, polyuretan og acryl, er kravet maksimalt 90 % relativ fuktighet i betongen. I standarden NS 3511 er også målemetoden med nødvendige kalibreringer beskrevet. I tillegg til kravene i Norsk Standard, har noen leverandører egne krav til relativ fuktighet, som må følges. Det finnes også leverandører som stiller krav til maksimal vektprosent fukt i betong.

De fleste materialene har krav til minimumstemperatur i betong ved utførelse. Legging ved lave temperaturer kan gi dårligere inntrengningsevne i betong og derav dårlig heft. De fleste materialene blir stivere, får høyere viskositet ved lave temperaturer og er derav tyngre å legge.

5.2.6 Blæredannelser

I tillegg til å ha kontroll på fukt og temperatur, er det viktig å ha kontroll på damptrykkforskjeller i betong og luft når beleggene skal påføres. En gammel «regel» sier at «belegg skal påføres på fallende temperatur». Bakgrunnen for dette er at det ikke skal være overtrykk i betongen når belegget påføres. Et overtrykk i betongen gir risiko for blæredannelser i utførelsen. Problemstillingen er veldig kjent når det gjelder belegg på balkonger, der oppvarming på formiddagen har skapt og skaper mye porer. Problemet er også kjent, spesielt på gamle gulv, særlig gulv på grunn med fukttilgang fra undersiden hvor det ikke er fuktsperre. Ved kontroll av fukt og temperatur i betong og luft og ved hjelp av Mollier-diagram, kan risikoen for blæredannelse ved utførelsen vurderes og om mulig unngås. Mollier-diagrammet er en grafisk fremstilling av temperatur, fukt og trykk i luften.

Osmotisk blæredannelse kan skape blærer i ferdig herdede belegg. Osmose er prosessen med å transportere «rent» vann gjennom en semipermeabel membran til et område med høy konsentrasjon. Prosessen er ferdig når konsentrasjonen av oppløsningen er lik i de to områdene. Den semipermeable membranen søker å utjevne løsningene og dette kan føre til blæredannelser med høyt trykk. Er trykket høyere enn strekkfasthet eller heftfasthet, vil det bli vannfylte blærer under belegget.

Det er tre forhold som må være oppfylt for at osmose skal oppstå.

- 1) Løsning med lav konsentrasjon. Vannet i betongen.
- 2) Dannelse av en semipermeabel membran, betongoverflaten.
- 3) Løsning med høy konsentrasjon. Uherdet materiale som flytmidler og fortynningsmidler.

For å begrense risiko for osmotisk blæredannelse, må det brukes «rene» produkter uten fortynningsmidler og flytmidler.

5.2.7 Kontroll og dokumentasjon av utførelse

Det skal foreligge en beskrivelse av arbeidene som skal utføres, med produktnavn og forbruk. På de enkelte datablad eller systemdatablad, er utførelsen beskrevet med krav til hvordan forarbeid skal utføres, hvordan hvert enkelt produkt skal brukes og hvilke krav til fukt og temperatur i betong og luft som gjelder.

Utførelse av belegg er basert på «godt håndverk» og erfaring fra tidligere utførte arbeider. Forbehandling og priming skal sikre tilstrekkelig heft og metoden bør dokumenteres i tidlig fase. Det bør utføres et prøvefelt før arbeidene starter slik at metodevalget for forbehandling og priming er tilfredsstillende.

Ved utførelse av alle arbeider bør følgende dokumenteres:

- Temperatur og relativ luftfuktighet i luft og betong hver dag.
- Tidspunkt for start og stopp ved alle arbeider.
Det er ofte krav til maksimum timer mellom ulike lag, som også er temperaturavhengig.
- Forbruk pr m² for hver dag av de materialene som brukes.
Dette er grunnlag for å beregne tykkelse pr. sjikt og til slutt total tykkelse.

Dokumentasjon av ferdig belegg er beregning av total tykkelse, ut fra hver enkelt daglig registrering. Det må gjennomføres en visuell kontroll av overflaten, den skal være porerett.

Referanser

- 5.1 NS-EN 13670+NA Utførelse av betongkonstruksjoner. Standard Norge.
- 5.2 NS-EN 1992-1-1+NA Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner - Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger. Standard Norge.
- 5.3 NB Publikasjon nr. 15. Betonggulv - Gulv på grunn og påstøp. Norsk Betongforening 2017.
- 5.4 NS-EN 1504-2:2004. Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner. Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og evaluering av samsvar.
Del 2: Systemer for overflatebehandling. Standard Norge.
- 5.5 NS 3420-1: Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner Del 1: Fellesbestemmelser. Standard Norge.
- 5.6 NS 3511:2014. Måling av relativ fuktighet (RF) i betong. Standard Norge.
- 5.7 Betongelementboken bind F:2019 (kan lastes ned på betongelement.no).

6 VEDLIKEHOLD

6.1 FDV-dokumentasjon

Vedlikehold dreier seg om å oppbevare og følge FDV-dokumentasjon. Ved overtakelse av et byggverk, stilles det krav til fremlegging av FDV-dokumentasjon i TEK17 /6.1/:

Ansvarlig prosjekterende og ansvarlig utførende skal, innenfor sitt ansvarsområde, framlegge for ansvarlig søker nødvendig dokumentasjon som grunnlag for hvordan igangsetting, forvaltning, drift og vedlikehold av byggverk, tekniske installasjoner og anlegg skal utføres på tilfredsstillende måte.

Bestemmelsen er gitt med hjemmel i pbl. §21-10. /6.5/ FDV-dokumentasjon er en forutsetning for ferdigattest:

Ved ferdigattest skal det, fra tiltakshavers eller de ansvarlige foretaks side, foreligge tilstrekkelig dokumentasjon over byggverkets, herunder byggeproduktene egenskaper som grunnlag for forvaltning, drift og vedlikehold av bygget.

FDV-dokumentasjon går ofte tapt, det må sørges for å oppbevare denne på en sikker måte. Dette er eiers ansvar.

Viktig dokumentasjon med tanke på bestandighet i parkeringshus er:

- Som bygget-tegninger
- Statistiske beregninger
- Produktblader med vedlikeholds- og inspeksjonsrutiner

6.2 Vedlikeholds- og inspeksjonsrutiner

Eksempler på vedlikeholds- og inspeksjonsrutiner i produktblader

Belegg	Fabrikkblandet betong
Overflaten vaskes regelmessig	Vedlikehold og inspeksjon er ikke nødvendig. Dette forutsetter prosjektering og at utførelse tilfredsstillende krav i standardene.
Øverste lag vil slites bort, og må påføres på nytt når lag under kommer til syne	
Skader bør utbedres umiddelbart	

Anbefalte vedlikeholdsrutiner er:

- Vaske belegg for å redusere slitasje
- Vaske betongdekker for å fjerne salt, smuss, og steiner. Dette bør gjøres av hensyn til estetikk, men også av hensyn til bestandighet – avhengig av bestandighetsklassen til dekket.

Frekvens på vedlikehold avhenger av bruk.

Anbefalte inspeksjonsrutiner er:

- Undersøke om det oppstår synlige skader på betong.
- Undersøke om belegg slites bort.
- Undersøke om det oppstår riss som kan føre til at armering eksponeres for kloridholdig vann. Statens vegvesen /6.2/ opererer med følgende definisjon på riss som bør utbedres:
 - gjennomgående vannførende riss uansett rissvidde
 - riss inn til og på langs av armeringsjern uansett rissvidde
 - riss på tvers inn til armeringen med åpning over 0,35 mm i betongoverflaten
- Undersøke om det er lekkasjer i riss eller støpeskjøter
- Undersøke om dryppneser fungerer som forutsatt
- Undersøke om drenssystem fungerer som forutsatt
- Undersøke om fuger fungerer som forutsatt

Det anbefales å gjennomføre en inspeksjon en gang i året.

6.3 Litteratur om emnet

Det står mer overordnet om vedlikehold i boka «Bygningsvedlikehold. Bedre planlegging – en nøkkel til bedre vedlikehold» /6.3/.

Det står mer om FDV-dokumentasjon i veiledning til TEK 17 /6.1/ og i NS 3456 /6.4/.

Referanser

- 6.1 TEK17. Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggeteknisk forskrift)
- 6.2 Statens vegvesen Vegdirektoratet. (2015). Håndbok R762 - Prosesskode 2 - Standard beskrivelse for bruer og kaier. Hovedprosess 8.
- 6.3 Valen, M., Olsson, N., Bjørberg, S., & Gissinger, H. (2011). Bygningsvedlikehold. Bedre planlegging – en nøkkel til bedre vedlikehold. Trondheim: Tapir akademisk forlag.
- 6.4 Standard Norge. (2010). NS 3456:2010 Dokumentasjon for forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU) for byggverk.
- 6.5 PBL Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan og bygningsloven).

VEDLEGG

1	NEDBRYTINGSMEKANISMER OG LEVETID	41
1.1	INVESTERING - KOSTNADER	41
1.2	SKADETYPER OG NEDBRYTINGSMEKANISMER	41
1.2.1	Generelt	41
1.2.2	Armeringskorrosjon som følge av klorider og karbonatisering	41
1.2.3	Frostpåkjenning	42
1.2.4	Alkalireaksjoner	42
1.2.5	Slitasje som følge av piggdekk	43
1.2.6	Sprekker og riss	43
1.3	DEFINISJON AV «DIMENSJONERENDE BRUKSTID» ELLER «LEVETID»	43
2	TYPISKE SKADER OG SKADEÅRSAKER	46
2.1	GENERELT	46
2.1.1	Innledning	46
2.1.2	Utvikling av krav til bestandighet	47
2.1.3	Utvikling av krav til overdekning	48
2.2	HISTORISKE ERFARINGER	49
2.2.1	Generelt	49
2.2.2	Dekkeskader	49
2.2.3	Skader ved opplegg	50
2.2.4	Planlagte fuger	51
2.2.5	Ikke planlagte fuger og riss	51
2.2.6	Lavbrekk	52
2.2.7	Temperaturvariasjoner, svinn og kryp.	53
2.2.8	Frost	53
2.2.9	Uheldig "opplager".	54
2.2.10	Etterspent armering	54
2.2.11	Beleggs-skader	54
3	PROSJEKTERFARINGER	56
3.1	INNLEDNING	56
3.2	GENERELT	56
3.3	EKSEMPEL PÅ PLASSTØPTE DEKKER	57
3.3.1	Uten beleg, Sagene 2007	57
3.3.2	Uten beleg, Sørenga 2009	57
3.3.3	Med beleg, Bærum 1999	57
3.3.4	Samvirkedekker med beleg, Asker 2004	57
3.3.5	Med beleg, Høysfyr 2010	58
3.3.6	Med beleg, Kværnerbyen 2011	58
3.3.7	Høyfast mørtel, Bærum 2002-2004.	58
3.3.8	Høyfast mørtel, Kolbotn 2004.	59
3.4	EKSEMPEL PÅ PREFABRIKERT DEKKER	59
3.4.1	Hulldekker med beleg, Fornebu 2011	59
3.4.2	Hulldekker med påstøp og beleg, Oslo 2011	59
3.4.3	DT-elementer, Bærum 2005	59
3.4.4	DT-elementer, Stavanger 2010	60
3.4.5	DT-elementer, Lambertseter 2011	60
3.5	OPPSUMMERING	60
4	REHABILITERING	64
4.1	TILSTANDSKONTROLL	64
4.1.2	Tegninger	64
4.1.3	Visuell inspeksjon	64
4.1.4	Kartlegge kloridinnhold	65
4.1.5	Måle karbonatiseringsdybde	66
4.1.6	Undersøke overdekning	66
4.2	AKTUELLE REHABILITERINGSMETODER	67
4.2.2	Belegg	67
4.2.3	Injisering av riss	67
4.2.4	Mekanisk reparasjon	67
4.2.6	Katodisk beskyttelse	68

4.2.7	Realkalisering	68
4.2.8	Kloriduttrekk	68
4.3	REPARASJON AV SKADER	68
4.3.1	Eksempel slakkarmerte konstruksjoner	68
4.3.2	Eksempel spennarmert konstruksjon	68
4.3.3	Eksempel på forsterkning	69
5	BETONG OG DELMATERIALER	71
5.1	GENERELT	71
5.2	EKSPONERINGSKLASSER OG BESTANDIGHETSKLASSER	72
5.3	SULFATBESTANDIG BINDEMIDDEL	73
5.4	Dupper OG Dlower	73
5.5	MOTSTAND MOT VANNINNTRENGING	73
5.6	SLITASJE	73
5.7	SEMENTTYPER	73
5.8	RISSVIDDER	73
5.9	LAVKARBONBETONG	74
6	ARMERING OG OVERDEKNING	76
6.1	ARMERINGSTYPER	76
6.1.1	Generelt	76
6.1.2	Vanlig armeringsstål	76
6.1.3	Rustfritt armeringsstål	77
6.1.4	Galvanisert armeringsstål	77
6.1.5	Epoksybelagt armeringsstål	77
6.1.6	Andre materialtyper	77
6.1.7	Fiber	77
6.2	SPENNARMERING	78
6.3	ARMERINGSOVERDEKNING	79
7	BELEGG	82
7.1	HENSIKTEN MED BELEGG I PARKERINGSKUS	82
7.2	KRAV TIL OVERFLATEBEHANDLING I NS-EN 1504-SERIEN	82
7.3	ULIKE TYPER BELEGG, OPPBYGGING OG VIKTIGSTE EGENSKAPER	84
7.3.1	Ulike beleggsystemer	84
7.3.2	Heftfasthet	85
7.3.3	Rissoverbygging	86
7.3.4	Slitestykke	87
7.3.5	Ulike behov for ulike områder i parkeringshus	87
7.4	ANBEFALTE DETALJERTE KRAV TIL SYSTEMER I BESKRIVELSER	88
7.4.1	Krav som gjelder for alle områder i parkeringshus	88
7.4.2	Spesielle krav for belegg i parkeringsareal i bunnplate	89
7.4.3	Spesielle krav for belegg i parkeringsareal i mellometasjer/dekker	90
7.4.4	Spesielle krav for belegg på parkeringsareal i toppetasje uten tak	90
7.4.5	Spesielle krav for belegg på ramper og andre areal med stor slitasje	90
7.5	STØPEASFALT	90
7.5.1	Generelt om støpeasfalt	90
7.5.2	Egenskaper og produktbegrensninger	90
7.5.3	Krav til støpeasfalt	91
7.6	BELEGG AV HØYFAST MØRTEL	91
7.6.1	Høyfast mørtel	91
8	BESKRIVELSESEKSEMPEL	93
8.1	ARMERING OG BETONG	93
8.2	BELEGG	95
8.2.1	Generelt	95
8.2.2	Eksempel på beskrivelse	96

1 NEDBRYTINGSMEKANISMER OG LEVETID

1.1 INVESTERING - KOSTNADER

Det er opp til byggherren å bestemme hvor store kostnader som skal legges i bygging av nytt parkeringshus så lenge samfunnets krav til sikkerhet er tilfredsstilt. Krav til sikkerhet er ivarettatt i NS-EN 1990+NA /1.1/ ved at krav til prosjektering, utførelse og kvalitetssikring er tilfredsstilt.

Generelt sett vil en oppnå lengre levetid for konstruksjonen når det investeres mer i kvalitet i byggefasen. Det er ofte vanskelig å overbevise en byggherre om at dette oftest er riktig i en totaløkonomisk vurdering. For en byggherre er det lettvinnt å skyve kostnader ut i tid. I tillegg skjer det ofte at konstruksjoner skifter eier i løpet av konstruksjonens levetid og investering langt fram i tid blir ikke verdsatt høyt nok. Å investere mer i byggefasen betyr vanligvis lavere utgifter til drift, vedlikehold og reparasjon/rehabilitering.

Det anbefales at byggherrens rådgivende ingeniør gjennomfører livssyklusanalyser (LCA) for flere alternativer for å dokumentere hva som er den beste løsningen i et gitt tilfelle.

For at sammenligningene i en livssyklusanalyse skal bli pålitelige, må investeringene som gjennomføres ut i tid diskonteres tilbake til nåtidspunktet ved hjelp av nåverdiregninger. Beregningene anbefales utført i henhold til NS 3454 /1.7/. Beregninger av denne typen er følsomme for valg av internrente og andre inputparametere. Det anbefales derfor brukt som en del av et beslutningsgrunnlag, ikke som en absolutt sannhet. Nyttige referanser kan også være Model Code for Service Life Design /1.2/, NS-EN ISO 14044 Miljøstyring – Livsløpsvurdering – Krav og retningslinjer /1.8/ og NS-EN ISO 14040 Miljøstyring – Livsløpsvurdering – Prinsipper og rammeverk /1.9/

1.2 SKADETYPER OG NEDBRYTINGSMEKANISMER

1.2.1 GENERELT

De mest aktuelle skadetyper og nedbrytingsmekanismer i parkeringshus er:

- Armeringskorrosjon som følge av klorider, både klorider som ble innstøpte i byggefasen og klorider som har trengt inn i betongen i løpet av brukstiden
- Armeringskorrosjon som følge av karbonatisering
- Frostpåkjenning
- Alkalireaksjoner
- Slitasje som følge av piggdekk
- Lekkasje i riss

Skadetyper og nedbrytingsmekanismer er mer detaljert beskrevet i Norsk Betongforening Publikasjon nr. 31 /1.4/ og boka «Betong. Regelverk, teknologi og utførelse» /1.5/.

1.2.2 ARMERINGSKORROSJON SOM FØLGE AV KLORIDER OG KARBONATISERING

Armeringsstål, innstøpt i betongen, kan ikke korrodere så lenge det beskyttende oksidsjiktet på ståloverflata er intakt. Oksidsjiktet danner et tett og sterkt belegg på ståloverflata slik at det er

beskytta mot korrosjon. Oksidsjiktet oppstår som følge av det høye pH-nivået i betongen (sterkt basisk med pH i området 12-13). Det tette oksidsjiktet kan bli ødelagt av høye nok konsentrasjoner av klorider på ståloverflata eller ved at karbonatiseringa når inn til ståloverflata.

Kloridene kan enten være innstøpt i byggefasen, eller de blir transport inn i parkeringshuset med biler og trenger deretter inn i betongen over tid. På 1970-tallet og tidligere var det ikke uvanlig at klorider ble innstøpt i byggefasen ved bruk av sand grabba i sjøen og av og til ved at det ble brukt sjøvann som blandevann. I elementproduksjon ble klorider tilsatt for å gi raskere avbinding og fasthetsutvikling. I slike tilfeller kunne korrosjon av armeringa starte med en gang etter utstøping. I dag er det ikke tillatt å bruke sjøgrabba sand som ikke er vaska, sjøvann som blandevann eller kloridholdige akseleratorer. Utfordringene i dag er transport av klorider inn i parkeringshus fra veger som blir salta. Kloridene kan over lang tid trenge inn i betongen og konsentrasjonen på ståloverflata kan bli høy nok til at oksidsjiktet blir ødelagt og korrosjonen kan starte dersom fuktigheta er høy nok. Slike angrep er ofte konsentrerte til lokale punkt og korrosjonen vil bli rask. Vi snakker om «groptæring» eller «pitting».

Karbonatisering betyr at CO₂ fra lufta trenger inn gjennom poresystemet i betongen og reagerer med komponentene som gir det høye pH-nivået. Når karbonatiseringa har nådd inn til stålet, vil pH-nivået bli redusert slik at det tette oksidsjiktet vil bli oppløst og korrosjon kan starte dersom fuktigheta er høy nok. Korrosjon som følge av karbonatisering vil normalt foregå over større deler av ståloverflata og korrosjonshastigheta blir langsom.

Kravene til betong, for å beskytte seg mot kloridinntrenging, er langt strengere enn for å beskytte seg mot karbonatisering, se Vedlegg 5. I nye konstruksjoner vil derfor karbonatisering ikke medføre noen problem. I eldre konstruksjoner, der kravene til betongen var langt dårligere, kan imidlertid også karbonatisering være et problem.

1.2.3 FROSTPÅKJENNING

Frostpåkjenning kan være et problem i åpne parkeringshus og på utvendige dekker. For at frostskaider skal oppstå, må poresystemet i betongen være så godt som metta med vann. Når vann fryser til is, utvider det seg med ca. 9 volumprosent. De to viktigste hypotesene for forklaring av mekanismene for frostnedbryting er i) hydraulisk trykk og ii) osmotiske effekter. Dette er omtalt mer detaljert i boka «Betong. Regelverk, teknologi og utførelse» /1.5/.

For å beskytte betongen mot frostnedbryting, tilsettes luftinnførende tilsetningsstoff slik at betongen inneholder i omkring 5 volumprosent små luftbobler. Vannet som fryser til is og utvider seg får da et volum å ekspandere inn i uten å sprengne betongen. Dette er mer detaljert omtalt i /1.5/.

1.2.4 ALKALIREAKSJONER

Alkalireaksjoner kan oppstå som følge av kjemiske reaksjoner mellom silikater i tilslaget og alkalier i betongen (sementlimet). For at reaksjoner skal oppstå, må det være tilstrekkelige mengder både av silikater, alkalier og fuktighet. Det kan dannes et gelaktig reaksjonsprodukt som har stort volum og som kan føre til oppsprekking av betongen. Det kan ta lang tid (15-20 år) før prosessen er kommet så langt at det har blitt synlige skader.

Alkalireaksjoner finnes i en del eldre konstruksjoner. I nye konstruksjoner er kravene til silikatholdige bergarter og alkalier i betongen slik at reaksjoner ikke skal oppstå. Kravene er detaljert formulerte i Norsk Betongforening Publikasjon 21 «Bestendig betong med alkalireaktivt tilslag» /1.6/.

1.2.5 SLITASJE SOM FØLGE AV PIGGDEKK

Fysisk slitasje på dekker i parkeringshus oppstår først og fremst på grunn av biler med piggdekk. Slitasjen er størst på ramper, der trafikken er størst, og der bilene svinger. Slitasjen er minst på parkeringsplasser og lengst fra innkjøringen.

Betongens slitasjemotstand øker med økende kvalitet på betongen (lave masseforhold) og ved bruk av slitesterke tilslag. Belegg kan også formuleres slik at slitasjemotstanden øker, se Vedlegg 7.

1.2.6 SPREKKER OG RISS

Lekkasje i dekker i parkeringshus med flere etasjer kan medføre flere problem. Lekkasje kan oppstå både i gjennomgående riss i betongen og mellom element som ikke er støpt godt nok sammen.

Lekkasje kan føre til at kloridholdig vann trenger inn i betongen slik at korrosjon kan starte tidligere enn planlagt. Dette er spesielt tilfelle når armeringsstål krysser vannførende riss. Lekkasje kan også være et problem ved at kloridholdig eller alkalisk vann drypper ned på biler i etasjen under og skader lakken.

Riss kan oppstå både i byggefasen og i bruksfasen. I byggefasen oppstår riss først og fremst som følge av plastisk svinn (uttørking i størkningsfasen), plastiske deformasjoner eller herdetemperatur. I bruksfasen oppstår riss som følge av uttørkingssvinn, fastholding eller overbelastning. I vårt regelverk er krav til beregningsmessige rissvidder gitt sammen med beregningsmetoder. Dette er omtalt i Vedlegg 5.8.

1.3 DEFINISJON AV «DIMENSJONERENDE BRUKSTID» ELLER «LEVETID»

En konstruksjons bestandighet er definert som dens evne til å motstå nedbrytende påvirkninger fra det omkringliggende miljø. Aktuelle nedbrytingsmekanismer for parkeringshus er diskutert i Vedlegg 1.2.

Krav til bestandighet kan være vanskelig å kvantifisere og bruke i praktisk dimensjonering. Norske standarder (og andre lands standarder) stiller derfor i stedet krav til «dimensjonerende brukstid». Dette begrepet er definert i pålitelighetsstandarden NS-EN 1990+NA, pkt. 1.5.2.8 på følgende måte /1.1/:

- *den forutsatte tidsperioden en konstruksjon eller en del av denne, med et tiltenkt formål og med antatt vedlikehold, skal kunne brukes uten at det skal være nødvendig med omfattende reparasjon.*

Definisjonen forutsetter at det i dimensjonerende brukstid (levetid) skal gjennomføres et vedlikehold, men ikke en omfattende reparasjon.

I NS-EN 1990+NA, pkt. 2.3 sies det at dimensjonerende brukstid bør fastsettes. Veiledende kategorier for brukstid er gitt i tabell 2.1 i NS-EN 1990+NA, der bl.a. følgende veiledning er gitt:

- 50 år for bygningskonstruksjoner og andre vanlige konstruksjoner.
- 100 år for monumentale bygningskonstruksjoner, bruer og andre anleggskonstruksjoner.

For parkeringshus i betong er det vanlig å velge 50 år som dimensjonerende brukstid, men det er ikke noe i veien for å velge for eksempel 100 års levetid.

fib Model Code for service life design /1.2/, pkt. 2.1.3, definerer konstruksjoners brukstid som:

- Beskrivelse av en relevant grensetilstand.
- Et antall år.
- Et pålitelighetsnivå for ikke å passere denne grensetilstanden i løpet av denne perioden.

Behovet for sikkerhet mot overskridelse av definert grensetilstand er avhengig av konsekvensene av at grensetilstanden overskrides. I bruksgrensetilstand, eksempelvis at initieringsperioden overskrides ved utløpet av den dimensjonerende brukstid, har egentlig ingen direkte konsekvenser for byggherren ut over at han vil forstå at konstruksjonens ekstra restbrukstid er begrenset. I slike tilfeller kan sannsynligheten for overskridelse av grensetilstand settes relativt høyt, eksempelvis 10⁻¹.

I bruddgrensetilstand, eksempelvis sammenbrudd av en tribune på en fotballbane, er konsekvensene store med tanke på liv og helse. I slike tilfeller settes sannsynlighet for overskridelse av grensetilstand relativt lavt, eksempelvis en årlig sannsynlighet for svikt lik 10⁻⁶. I vår standard NS-EN 1990+NA /1.1/ er det gitt anbefalinger til pålitelighet avhengig av pålitelighetsklasse, som igjen er styrt av konsekvensklasse. Det er denne tankegangen som ligger bak de bestandighetsrelaterte kravene som i dag finnes i norske og mange utenlandske standarder. Dimensjonering på basis av grensetilstander og pålitelighetsnivå er også den tradisjonelle metodikken som NS-EN 1992-1-1+NA /1.3/ bruker for å sikre en konstruksjons bæreevne.

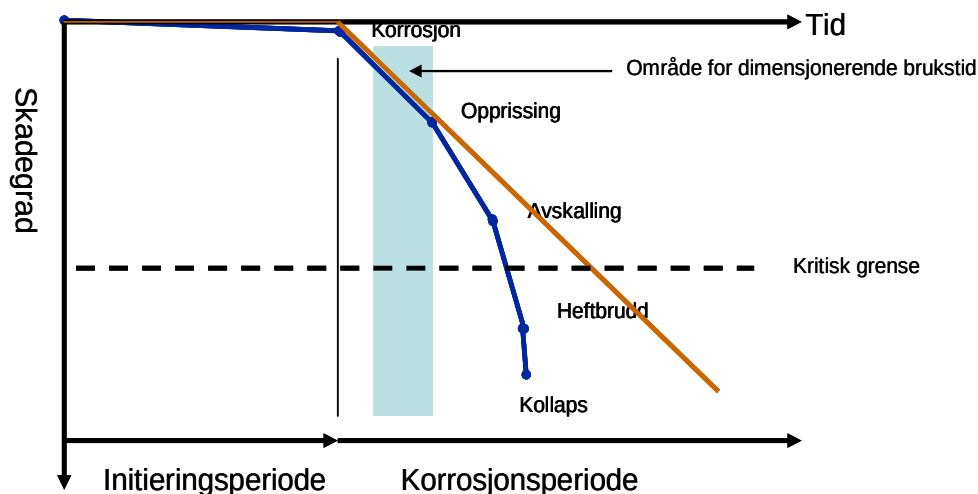
For at den spesifiserte levetiden skal være målbar og kunne verifiseres, må man definere hva som menes med levetid og hvordan levetiden fastlegges i praksis. Den spesifiserte levetiden, dimensjonerende brukstid, kan relateres til en skjematisk, eller matematisk modellering av nedbrytning. Dette er illustrert i figur 1.1 for armert betong, der initieringsperioden beskriver inntrengning av klorider i betongen og korrosjonsperioden beskriver nedbrytning av armering. Korrosjonsperioden kan igjen deles inn i flere faser med korrosjonsinitiering, opprissing, delaminering (avskalling), heftbrudd og kollaps, formulert som grensetilstander. En grensetilstand beskriver når konstruksjonen går fra et akseptabelt nivå (tilstand) til et uakseptabelt nivå.

Når kriteriene for ”dimensjonerende brukstid” er nådd, er ikke dette ensbetydende med at konstruksjonens levetid er over. Levetiden kan forlenges gjennom prosedyrer for vedlikehold og ulike utbedringstiltak.

Det er vanlig å skille mellom grensetilstander. Bruksgrensetilstander omfatter tilstander som danner grensen for når konstruksjonen eller konstruksjonsdelene ikke lenger oppfyller fastsatte krav ved normal bruk. Bruddgrensetilstander omfatter tilstander som er knyttet til sammenbrudd eller andre lignende former for konstruksjonssvikt.

Det er naturlig å definere dimensjonerende brukstid til å ligge et sted mellom tidspunktet for begynnende nedbrytingen (korrosjon) og et passende tidspunkt inn i nedbrytingsprosessen. Hvor kritisk grense ligger, må generelt bestemmes av konstruksjonseier (byggherre) og/eller myndigheter. Ut i fra både tekniske og økonomiske grunner, bør dimensjonerende brukstid ligge mellom ”begynnende korrosjon” og ”opprissing”, se figur 1.1.

Av praktiske hensyn er det vanlig å definere dimensjonerende brukstid lik initieringsperioden, se figur 1.1, dvs. tidspunkt for begynnende nedbryting (korrosjon). Tidsperioden fra begynnende nedbryting til kritisk grense kan da oppfattes som en ekstra sikkerhet. Lengden på denne tidsperioden vil variere med en rekke faktorer, men ligger ofte i størrelsesorden 10 år.



Figur 1.1 Nedbrytning av armert betong utsatt for klorider som funksjon av tid (Basert på /1.2/)

En mer detaljert gjennomgang av betongens bestandighetsrelaterte egenskaper og aktuelle nedbrytningsmekanismer er gitt i Norsk Betongforening Publikasjon nr. 31, "Bestandighet av betongkonstruksjoner Del 1: Skadeårsaker (2003)" /1.4/.

Referanser

- 1.1 NS-EN 1990:2000+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. Standard Norge.
- 1.2 Model Code for Service Life Design, fib, Bulletin 34, 2006
- 1.3 NS-EN 1992-1-1: 2004+A1:2014+NA:2018 Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner. Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger. Standard Norge.
- 1.4 Norsk Betongforening Publikasjon nr. 31, Bestandighet av betongkonstruksjoner Del 1: Skadeårsaker (2003)
- 1.5 Betong. Regelverk, teknologi og utførelse. Byggenæringens forlag. 2015. Flytta til Vigmostad Bjørke.
- 1.6 Norsk Betongforening Publikasjon 21. Bestandig betong med alkalireaktivt tilslag.
- 1.7 NS 3454:2013 Livssyklus kostnader for byggverk - Prinsipper og klassifisering
- 1.8 NS-EN ISO 14044:2006 Miljøstyring – Livsløpsvurdering – Krav og retningslinjer (ISO 14044:2006). Standard Norge
- 1.9 NS-EN ISO 14040:2006 Miljøstyring–Livsløpsvurdering–Prinsipper og rammeverk (ISO 14040:2006). Standard Norge

2 TYPISKE SKADER OG SKADEÅRSAKER

2.1 GENERELT

2.1.1 INNLEDNING

Det vi frykter:



*Figur 2.1 Byggeår 1983-
Kloridkorrosjon angriper ulikt rundt
og over lengden av jernet.*

Figur 2.2 – Har heldigvis ikke skjedd i Norge (enda).

I hovedsak skyldes skader i parkeringshus korrosjon på armering og slitasje på betong og belegg, som igjen har sin årsak i mangelfull prosjektering, utførelse eller vedlikehold.

Korrosjon som følge av klorider har sin årsak i at salt følger med biler inn i parkeringshuset på vinteren. Saltvann finner gjerne veien til lavbrekk, sprekker og riss. Er ikke fallforholdene i orden, samler det seg dammer hvor konsentrasjonen og aggressiviteten blir stor.

Skader i dette kapittelet er fra en tidsperiode hvor søkelys på belegg og betongkvalitet var vesentlig mindre enn i dag. Eksempler er hentet fra hus med og uten belegg.

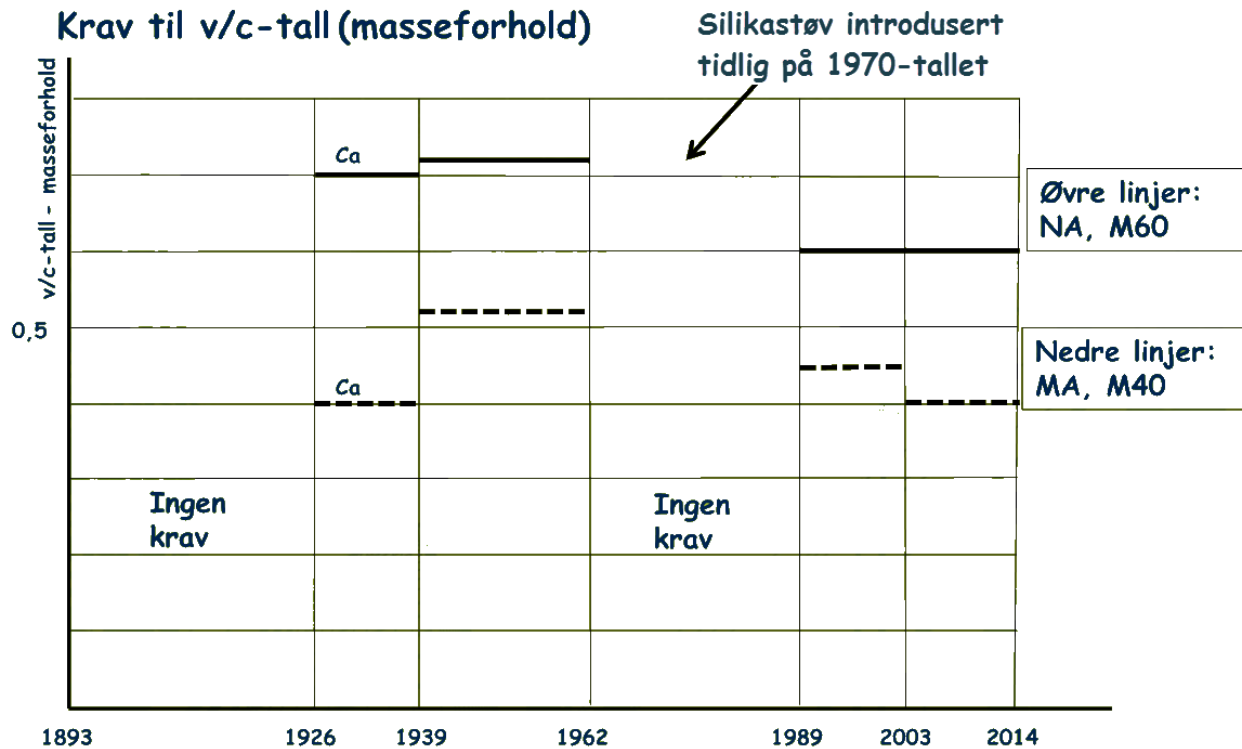
Enten har husene ikke hatt belegg, belegg har kommet på i ettertid, eller belegg har ikke holdt kloridholdig vann ute.

For prefabrikkerte løsninger vil det mellom alle elementer være fuger som enten er av kategori "levende" eller "døde". Levende fuger må gis mulighet for bevegelse og ha fleksible fugemasseløsninger. Døde fuger kan gjøres stive ved f.eks. å sveise DT-elementer sammen eller ved armert påstøp på hulldekker.

Erfaringsmessig vil spor av lekkasjer under parkeringsdekker være indikasjon på for høyt kloridinnhold og mulighet for korrosjon på bakenforliggende armering.

2.1.2 UTVIKLING AV KRAV TIL BESTANDIGHET

Krav til vann/ementforhold (v/c-tall) og de siste årene m (masseforhold) har vist seg å ha betydelig påvirkning på korrosjonsbeskyttelse av armering i betongen. (NA=noe aggressivt, MA=mye aggressivt).



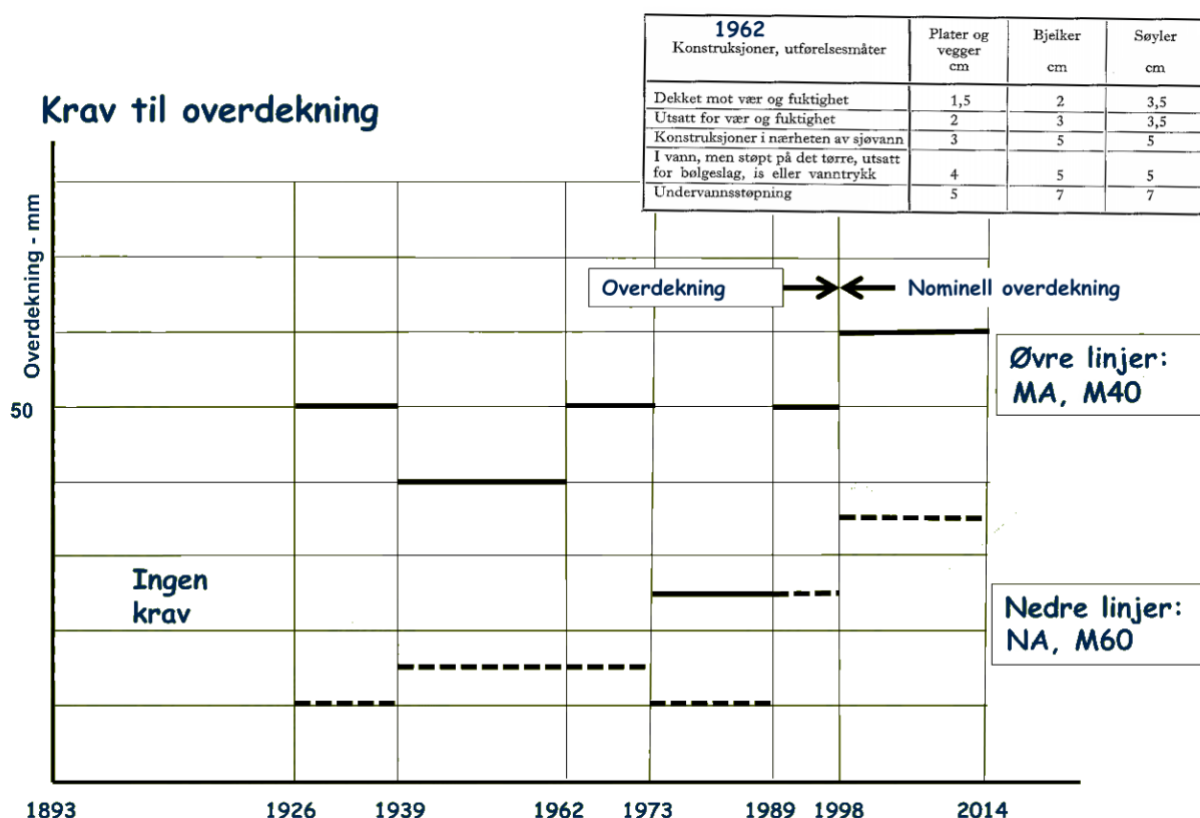
Figur 2.3 Norske betongregler sitt krav til v/c og m-forhold

2.1.3 UTVIKLING AV KRAV TIL OVERDEKNING

Krav til overdekning har også blitt skjerpet for å bedre korrosjonsbeskyttelse av armering avhengig av varierende klimapåkjenninger. Merk forskjell mellom "nominell overdekning" og "overdekning".

Nominell overdekning, introdusert i 1998, er dagens krav til minimumsoverdekning i standarden + krav til toleranse.

På tegninger og i beregninger skal nominell overdekning brukes - noe også entreprenør skal legge til grunn i armeringsarbeidet. Se Vedlegg 6.3.



Figur 2.4 Norske betongregler sitt krav til overdekning.

2.2 HISTORISKE ERFARINGER

2.2.1 GENERELT

Erfaringer fra denne perioden er viktige å kjenne til for å forstå konsekvensen av ikke å bygge etter dagens standarder og regler.

Pris og manglende kunnskap / erfaring hos alle ledd i en byggeprosess fører til at det fremdeles prosjekteres og bygges parkeringshus som ikke tilfredsstiller kravene.

2.2.2 DEKKESKADER

Klorider trenger ned til armeringen i overkant, men også gjennom dekker til underkantarmoring og forårsaker rustsprengning. Når korrosjonsomfanget er kommet langt, fører dette til bom og blottlegging av korrosjonsskadet armering.



Figur 2.5 Byggeår 1976 - Klorider trukket gjennom hele dekket.



Figur 2.6 Byggeår 1985

Klorider trukket gjennom hele dekket – dårlig renserert en gang tidligere



Figur 2.7 Byggeår 1983-rehab 2004

Overkant-flatdekkearmoring rundt søyler markerte "bom" nesten til enden av armeringen. Det var rett før dekket falt ned og man valgte å rive et tilsynelatende friskt gulv.

Dekket var også støtte for vegger med stort jordtrykk og måtte skiftes ut stripevis.

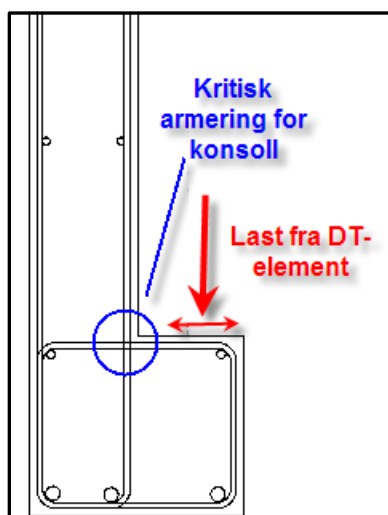
2.2.3 SKADER VED OPPLEGG

Erfaringsmessig vil visning av lekkasjer under parkeringsdekker ofte være indikasjon på at her er kloridinnholdet for høyt og mulighet for korrosjon på bakenforliggende armering er stort.

Kalk-/ saltavleiringer som resultat av lekkasjer kan se like ut. Dersom det har vært salt i lekkasjevannet, vil avleiringer ha sterk saltsmak.



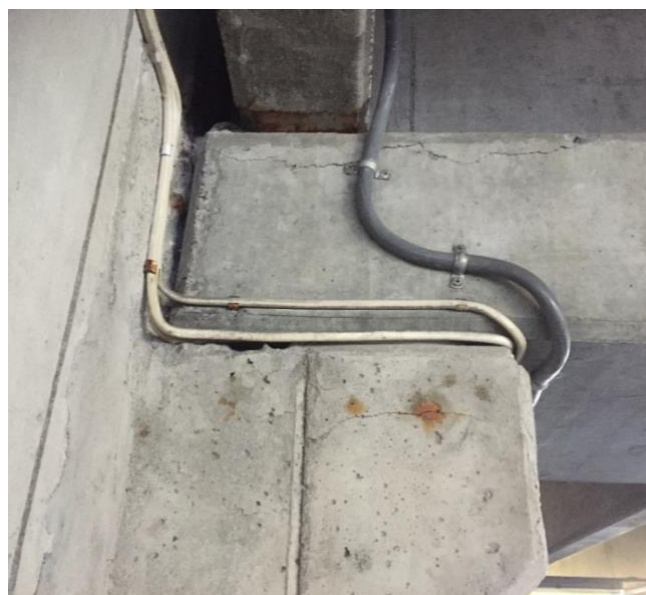
Figur 2.8 1980-tallet - Saltholdig vann renner ned fra parkeringen over



Figur 2.9 Byggeår 1985 DT-elementer opplagt på prefabrikkert konsoll. Rød strek markerer kritisk konsollarmering bak sprekk. Underkapasitet vil gi plutselig brudd.



Figur 2.10 Byggeår 1992 Synlig riss viser korrodert armering innenfor.



2.2.4 PLANLAGTE FUGER



Figur 2.11 Antatt byggeår 1980-tallet.



Figur 2.12 Byggeår ca. 1973 – fra prosjekt som fig 2.7
Søyle binder sammen to "uavhengige" enheter og rives fra hverandre over fuge.

Bilde figur 2.12 viser feil som av og til forekommer. Man prosjekterer dilatasjonsfuger for å kontrollere indre krefter i en stor bygningsmasse. Man deler et stort prosjekt opp i flere uavhengige bygningskropper for derved å ha bedre kontroll på deformasjoner og bevegelser som måtte skyldes setninger, svinn/kryp, temperaturvariasjoner, krefter m.m. Om man da etablerer stive koblinger over en fuge, må det gå galt. Både entreprenør og rådgivere gjør slike banale feil som antas å være grunnet manglende detaljoversikt og slurv.

Fuger er ofte laget slik at saltvann dreneres ned i fugene, som ikke er tette, og saltvannet finner veien til armeringen.

Fugemasser har normalt kortere levetid enn konstruksjonen ellers. Manglende oppfølging og vedlikehold gir lekkasjer og skader både på bygg og biler.

2.2.5 IKKE PLANLAGTE FUGER OG RISS

Etter at parkeringsanlegget er tatt i bruk, vil det oppstå nye riss og sprekker grunnet svinn/kryp i betongen, setninger, belastninger og temperaturvariasjoner. Om disse sprekke skjer i områder eksponert for saltvann, vil de, selv med beleg, resultere i gjennomgående, vannledende sprekker, kloridinfisering og korrosjonsskader. Dette gjelder både prefabrikkerte og plaststøpte løsninger.

Prefab spesielt



Figur 2.13 Byggeår ca. 1985
HSQ-bjelke som opplegg for hulldekker. Over er det lavbrekk og utettheter.



Figur 2.14 Byggeår ca. 1985
Lekkasjer mellom elementer og ned til hull i hulldekker.

Figur 2.15 Byggeår 1985

Lekkasjer mellom hulldekker og ved opplegg. Høy kloridkonsentrasjon med salt/kalk-utfellinger.



Skader grunnet saltvann, som finner veien mellom elementer, ved opplegg for elementer og i noen grad gjennom elementer, kan gi farlige skader på spennarmering. Spesielt utsatt er oppleggssonen.

Saksing mellom elementer kan skje – Dette er en dimensjoneringssak og avhenger av at fugene blir støpt ut på riktig måte, eventuelt at man legger inn forankrede stålplater og sveiser elementene sammen (DT-elementer). Det finnes imidlertid eksempel på at slike stålplater har korrodert bort.

Elementer har ofte sparkel, tynnavretter eller påstøp på toppen. Løsninger med sparkel og tynnavretter har stor skadehyppighet med "levende" riss.

2.2.6 LAVBREKK

Dette er kanskje der hvor de fleste lekkasjer og skader skjer. Støpeasfalt kan være spesielt utsatt da det vil kunne danne seg lavbrekk der bilhjul blir plassert. Dessverre bygges nok de fleste parkeringshus, også i dag, "flate" uten prosjektert fall og sluk. Grunnen er pris, tid, framdrift og ikke minst kostbare krav om oljeutskiller for de sluk som etableres i garasjeanlegg.

Etter montasje av spennarmerte elementdekker, er det normalt lavbrekk ved elementopplegg. Uten riktig løsning for avrenning, med fall og sluk, vil kloridholdig vann bli stående over partier hvor lekkasjer er mest kritiske.



Figur 2.16 Byggeår ca. 1973–fra prosjekt som fig 2.7 Overhøyde for hulldekker gir dammer i kritiske oppleggssoner.

2.2.7 TEMPERATURVARIASJONER, SVINN OG KRYP.

Fastsveising av element til opplegg eller for stor friksjon kan føre til lokalbrudd under opplegg. Årsak kan være temperatursvingninger over året eller andre årsaker man ikke har forutsatt (svinn, kryp, setninger og statiske/dynamiske variasjoner)



Figur 2.17 Byggeår ca. 1973–
fra prosjekt som fia 2.7



Figur 2.18 Byggeår 1992–

2.2.8 FROST



Figur 2.19 Byggeår 1985 Søylebunn
nær innkjøring i fuktig miljø /
vannlekkasjer / salt / frost.



Figur 2.20 Byggeår 1985 Kapitel nær
innkjøring i fuktig miljø / vannlekkasjer / salt /
frost.

2.2.9 UHELDIG "OPPLAGER".

Figur 2.21 Byggeår ca. 1985 – Uheldig "opplegg" hvor det skal være bevegelsesmulighet for hulldekke.



2.2.10 ETTERSPENT ARMERING

Forfatterne av veiledningen har ikke registrert skader for denne type konstruksjoner i aktuell periode, noe som nok i hovedsak skyldes liten bruk av etterspente konstruksjoner i perioden.

2.2.11 BELEGGSKADER

- **Slitasje**

Belegg bør velges med tanke på slitasjeegenskaper. Det kan være aktuelt å ha forskjellige beleggløsninger der man har lite og mye slitasje, se Vedlegg 7.

Slitasje fra piggekk bryter først ned overflatebelegget, deretter betongen. Nedbrytingen kan forsterkes av vann som følger bilene inn på betongdekket og som gjentatte ganger fryser og tiner. Prosessen kan føre til avskalling og andre betongskader i overflaten. I ekstreme tilfeller kan tykkelsen reduseres og derved også bæreevnen.



Figur 2.22 Byggeår antatt 1980-tallet.

- **Fuger /riss**

Sprekker, riss og fuger er viktigste årsak til at klorider når inn til armeringen. Belegg bør ha en viss rissoverbyggende evne, se Vedlegg 7. Kapittel 4.8 i Veiledningen omhandler ellers anbefalte løsninger til fuger og "døde" og "levende" riss.

- **Utførelse**

Se ellers kapittel 5 i Veiledningen om anbefalte løsninger.



Figur 2.23 Avskalling / bom svak utførelse mot fuge.



Figur 2.24 Bom i belegg.

- **Solstråling**



Figur 2.25 Støpeasfalt er mye brukt som slitasje og tettemateriale, men eksponert for UV-stråling / sollys vil svinne og sprekke. Alle overflater eksponert for sollys må være UV-bestandig.

3 PROSJEKTERFARINGER

3.1 INNLEDNING

Regelverket, med tanke på bestandighet, har endret seg etter hvert som bransjen har tilegnet seg kunnskap om nedbrytningsmekanismer, materialer og utførelse. Når det gjelder armerte betongkonstruksjoner i parkeringshus, gjelder det spesielt armeringskorrosjon initiert av klorider og krav til betongsammensetning og overdekning. Det legges nå mye belegg på gamle betongkonstruksjoner som ikke har tilstrekkelige bestandighetsegenskaper i betongen eller har mye riss og sprekker.

Dette vedlegget omtaler generelle skader samt eksempler på parkeringshus av plasstøpt betong og elementer, med og uten belegg. Parkeringshusene er bygget i tidsrommet fra 1999. Herdeplastbeleggene er påført i nybyggfasen mens den høyfaste mørtelen er påført som en utbedring av betongoverflatene.

3.2 GENERELT

Pris og manglende kunnskap / erfaring hos alle ledd i en byggeprosess fører til at det fremdeles prosjekteres og bygges parkeringshus som ikke tilfredsstiller dagens krav. Kommer klorider i kontakt med armering, vil dette føre til behov for kostbare reparasjoner etter alt for kort tid.

Det er rapportert om høye kloridinnhold i mange relativt nye konstruksjoner til tross for M40 betong og riktig overdekning. Dette er spesielt i områder på flate dekker der bilene står parkert.

Slitasje vil bli spesielt stort ved innkjøring / sving og rampe som på bilde.

Lavbrekk

Den vanligste praksis i dag er ca. horisontale dekkeflater uten sluk. Man aksepterer m.a.o. dammer med konsentrert saltvann med begrunnelse i økonomi og framdrift. (God regel for å unngå vanddammer på støpte dekker er et prosjektert fall på ca. 1/50).



En løsning uten fall og sluk innebærer at en tett konstruksjon som hindrer kloridinntrengning blir spesielt viktig.

Vegger / søyler

Nederste del av vegger og søyler (300-500mm) kan være like utsatt for klorider som gulv, og må gis kvaliteter og beskyttelse som dekker.

3.3 EKSEMPEL PÅ PLASSTØPTE DEKKER

3.3.1 UTEN BELEGG, SAGENE 2007

Betongarbeidene er utført i henhold til NS 3465 /3.1/ og NS-EN 206-1+NA /3.2/, hvor følgende beskrivelse var gjeldende:

- Fasthetsklasse: B35
- Bestandighetsklasse: M40
- Overdekning, nominell: 50 mm

Parkering på bunnplate og ett dekke. Det var riss i dekket som ble injisert til det ble «tett». Betongen fremstår tilfredsstillende i 2016, uten sprekker eller riss.

3.3.2 UTEN BELEGG, SØRENGA 2009

Betongarbeidene er utført i henhold til NS-EN 13670 +NA /3.3/ og NS-EN 206-1+NA /3.2/, hvor følgende beskrivelse var gjeldende:

- Fasthetsklasse: B35
- Bestandighetsklasse: M40
- Overdekning, nominell: 50 mm

Kort beskrivelse:

Bunnplate som benyttes som parkeringsarealer. Betongen fremstår bra, uten riss eller sprekker. Det ble benyttet lavvarmebetong.

3.3.3 MED BELEGG, BÆRUM 1999

Betongarbeidene er utført i henhold til NS 3420 2. utgave mai 1986 /3.4/, hvor følgende beskrivelse var gjeldende:

- Fasthetsklasse: C45
- Miljøklasse: MA
- Overdekning, min. 50 mm

Belegg: 2,5 mm belegg av polyuretan med rissoverbyggende evne i henhold til dagen NS-EN 1504-2 /3.5/.

Kort beskrivelse:

Det er ett dekke fastholdt på vegger og søyler. Bakgrunnen for at det ble lagt belegg, skyldes riss i betongen i utførelsesfasen. Det er ingen riss i belegget pr. 2016. Noen areal er uten belegg og der er det observert riss i betongen ved høybrekk ved søyler.

3.3.4 SAMVIRKEDEKKER MED BELEGG, ASKER 2004

Betongarbeidene er utført i henhold til NS 3420 2. utgave mai 1986 /3.4/, hvor følgende beskrivelse var gjeldende:

- Fasthetsklasse: C45
- Miljøklasse: MA
- Overdekning, min.: 50 mm

Betongen avrettet med industrisparkel, som underlag for belegg.

Belegg: 2,5 mm belegg av polyuretan med rissoverbyggende evne i henhold til dagen NS-EN 1504-2 /3.5/.

Kort beskrivelse:

Noen riss observert i topcoaten, men sannsynligvis ikke i membranen. Det er ikke brukt slitesterkt tilslag i sterkt belastede soner, som svinger. Trenger vedlikehold etter 11 år.

3.3.5 MED BELEGG, HELSFYR 2010

Betongarbeidene er utført i henhold til NS-EN 13670+NA /3.3/ og NS-EN 206-1+NA /3.2/, hvor følgende beskrivelse var gjeldende:

- Fasthetsklasse: B35
- Bestandighetsklasse: M40
- Overdekning, nominell: 50 mm

Belegg: 3,0 mm belegg av polyuretan.

Kort beskrivelse:

Det er parkering i 3 etasjer, bunnplate og 2 dekker. Belegget fremstår bra etter 5 ½ års bruk. Det er benyttet slitesterkt tilslag i alle svinger. Det er ikke behov for vedlikehold. Ingen riss eller sprekker.

3.3.6 MED BELEGG, KVÆRNERBYEN 2011

Betongarbeidene er utført i henhold til NS-EN 13670+NA /3.3/ og NS-EN 206-1+NA /3.2/, hvor følgende beskrivelse var gjeldende:

- Fasthetsklasse: B35
- Bestandighetsklasse: M40
- Overdekning, nominell: 50 mm

Belegg: 3,0 mm belegg av polyuretan med rissoverbyggende evne i henhold til dagen NS-EN 1504-2 /3.5/.

Kort beskrivelse:

Det er parkering i ett dekke og bunnplate. Det er belegg på dekket og støpeasfalt på bunnplaten. Det er riss i felt UK-dekke. Ingen riss eller sprekker i belegget. Belegget fremstår meget bra. Ingen behov for vedlikehold på nåværende tidspunkt. Støpeasfalten fremstår uten synlige feil og mangler.

3.3.7 HØYFAST MØRTEL, BÆRUM 2002-2004.

Bygget, med betongarbeidene ble utført i 1974. Belegget av høyfast mørtel ble påført i 2002-2004. Tykkelse på belegget er ca. 10 mm.

Betongsammensetning og overdekning fra byggetiden er ukjent.

Kort beskrivelse:

Det er parkering på flere dekker i 2 parkeringshus. Belegget viser meget god

slitasjemotstand. Belegget er stivt. Det vil si at det risser/sprekker der underbetongen risser/sprekker.

3.3.8 HØYFAST MØRTEL, KOLBOTN 2004.

Bygget, med betongarbeidene ble utført i 1973. Belegget av høyfast mørtel ble påført i 2004. Tykkelse på belegget er 6-12 mm.

Betongsammensetning og overdekning fra byggetiden er ukjent.

Kort beskrivelse:

Det er parkering på flere dekker i ett parkeringshus. Belegget viser meget god slitasjemotstand. Belegget er stivt. Det vil si at det risser/sprekker der underbetongen risser/sprekker.

3.4 EKSEMPEL PÅ PREFABRIKERTE DEKKER

3.4.1 HULLDEKKER MED BELEGG, FORNEBU 2011

Avrettingsmasse som underlag for belegg.

Belegg av polyuretan.

Kort beskrivelse:

Parkering på 2 dekker. Det er observert riss og sprekker i mange fuger mellom elementene og ved opplager. Mange fuger er utbedret, men nye riss har oppstått.

3.4.2 HULLDEKKER MED PÅSTØP OG BELEGG, OSLO 2011

Betongarbeidene er utført i henhold til NS-EN 13670+NA /3.3/og NS-EN 206-1+NA /3.2/, hvor følgende beskrivelse var gjeldende:

- Fasthetsklasse: B35
- Bestandighetsklasse: M40
- Overdekning, nominell: 50 mm

Konstruktiv påstøp på hulldekkene, som underlag for belegg.

Belegg av polyuretan.

Kort beskrivelse:

Parkering på 2 dekker og en bunnplate. Ingen riss eller sprekker er observert. Belegget fremstår meget bra.

3.4.3 DT-ELEMENTER, BÆRUM 2005

Belegg av polyuretan.

Glassfiberlaminert elastisk membran over fuger.

Kort beskrivelse:

Det er parkering i 3 etasjer, bunnplate og 2 dekker. Belegget fremstår bra etter 11 års

bruk. Det er benyttet slitesterkt tilslag i alle svinger. Det er ikke behov for generelt vedlikehold på nåværende tidspunkt. Riss og sprekker er observert i konstruksjonsfuger.

3.4.4 DT-ELEMENTER, STAVANGER 2010

Belegg av polyuretan.

Glassfiberlaminert elastisk membran over fuger.

Kort beskrivelse:

Det er parkering i 5 etasjer, bunnplate og 4 dekker. Belegget fremstår bra etter 6 års bruk. Det er benyttet slitesterkt tilslag i alle svinger. Det er ikke behov for generelt vedlikehold på nåværende tidspunkt. Riss og sprekker er observert i konstruksjonsfuger.

3.4.5 DT-ELEMENTER, LAMBERTSETER 2011

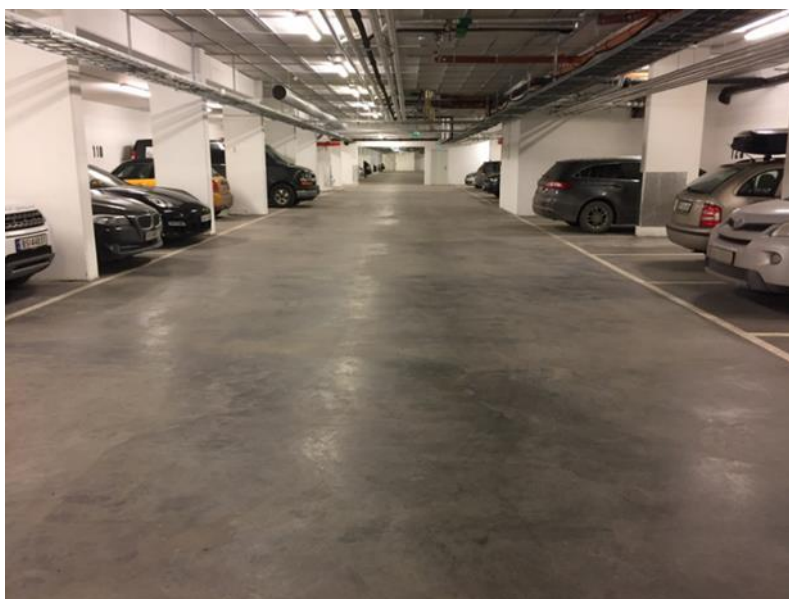
Belegg av polyuretan med elastisk membran.

Kort beskrivelse:

Det er parkering på 4 dekker. Ingen riss eller sprekke mellom elementene er observert. Det er riss og sprekker i konstruksjonsfugene. I svinger er det stor slitasje. På noen rette kjørearealer er det noe slitasje. Noe skader er allerede utbedret.

3.5 OPPSUMMERING

Plasstøpt betong med dagens betongsammensetninger ser ut til å kunne prosjekteres og utføres med svært få riss i bunnplater, men noen flere i dekkene. For å få betongen «tett», som er et funksjonskrav i parkeringsdekker, må det enten injiseres til det er «tett» eller det må legges et belegg. Utførelsen må tilfredsstillende beskrive toleranser og overflaten bør være minimum «godt skurt». Godt skurt vil si minimum 2 x brettiskuring slik at overflaten blir porefri og uten grader. Herdetiltak ved bruk av herdemembran, vann og plast er viktig for å få forventet trykkfasthet og slitestyrke i toppsjiktet. Riktige herdetiltak begrenser også risikoen for plastiske svinriss.



Figur 3.1: Betongoverflate som er godt skurt og utført med riktige herdetiltak.



Figur 3.2: Plasstøpt betong med belegg.

Bygging av parkeringshus med hulldekker krever spesiell oppmerksomhet rundt bevegelsene, både ved opplagrene og ved fugene mellom elementene. En godt armert påstøp er en mulighet. Hulldekker med avrettingsmasse før belegg, eller belegg rett på elementene, er ingen god løsning.



Figur 3.3: Belegg direkte på hulldekker med riss i belegg over fuge mellom elementene.

DT-elementer er sveiset sammen og er et stivt system som ikke sprekker mellom enkeltelementer. Det er viktig å prosjektere konstruksjonsfuger for å ta opp bevegelser. Parkeringshus bygget med DT-elementer og belegg direkte på elementene er generelt bra, med forbehold om løsninger ved konstruksjonsfuger.



Figur 3.4: Belegg rett på DT-elementer der det ikke er riss og sprekker mellom enkeltelementer.



Figur 3.5: Høyfast mørtel på plasstøpt betong der det ikke er bevegelige riss og sprekker eller annen bevegelse i betongkonstruksjonen.

Referanser

- 3.1 NS 3465:2003 Utførelse av betongkonstruksjoner. Standard Norge.
- 3.2 NS-EN 206-1:2000+NA 2007: Betong - Del 1: Spesifikasjon, egenskaper, fremstilling og samsvar. Standard Norge
- 3.3 NS-EN 13670:2009+NA:2010 Utførelse av betongkonstruksjoner. Standard Norge.
- 3.4 NS 3420 2. utgave mai 1986. Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner. Standard Norge

- 3.5 NS-EN 1504-2:2005. Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner. Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og evaluering av samsvar
Del 2: Systemer for overflatebehandling. Standard Norge.

4 REHABILITERING

Vedlegg 4 omfatter rehabilitering av betong i parkeringshus.

Les mer om betongrehabilitering i /4.1/ og /4.2/.

4.1 TILSTANDSKONTROLL

4.1.1 Generelt

Målet med en tilstandskontroll i et parkeringshus er å få en oversikt over hvilke skader som finnes, i hvilket omfang de finnes, hva som har forårsaket dem, og hvilken skadeutvikling som kan forventes. Under er det beskrevet hva som bør gjøres for å få denne oversikten.

Det tas utgangspunkt i de mest aktuelle nedbrytningsmekanismene i et parkeringshus; armeringskorrosjon som følge av kloridinnhold eller karbonatisering, frostskaider, alkalireaksjoner, slitasje fra piggdekk og lekkasjer. Se Vedlegg 1 for informasjon om de ulike nedbrytningsmekanismene.

Håndbok V441 Inspeksjonshåndbok for bruer /4.3/ fra Statens vegvesen er en nyttig veiledning ved tilstandskontroll av parkeringshus. NS 3424 Tilstandsanalyse av byggverk /4.4/ kan også brukes.

4.1.2 TEGNINGER

Tegninger bør skaffes før tilstandskontroll. Tegninger er viktige av flere grunner:

- Tegninger vil angi overdekning og betongkvalitet, som kombinert skal beskytte armeringen mot de aktuelle skademekanismene.
- Tegninger viser oppbygging av konstruksjonen, og hvilken funksjon de ulike konstruksjonsdelene har.
- Tegninger viser armeringsføring.
- Under befaring er det viktig å vite om betongkonstruksjonene er plasstøpt eller prefabrikkert, og om det er en påstøp på dekket.

4.1.3 VISUELL INSPEKSJON

Ved en visuell inspeksjon bør det ses etter:

- Hvilke skader som finnes, og i hvilket omfang. Banking av bom kan avdekke armeringskorrosjon som (foreløpig) ikke har ført til synlige skader.
- Svakheter i betongen, som riss, steinreir og støpeskjøter. Dette kan svekke betongens motstandsevne mot kloridinntrenging og karbonatisering.
- Tegn på fuktinnhold og lekkasjer. Fuktinnhold driver korrosjon, frostskaider og alkalireaksjoner. Lekkasjer kan spre kloridholdig vann og skade lakk på biler.
- Frostnedbryting. Forvitring på grunn av frost skjer gjerne der det er kloridholdig vann, og kjennetegnes ved avskalling av overflaten.
- Riss som kjennetegner alkalireaksjoner. Se /4.1/ for mer informasjon.
- Slitasje fra piggdekk. Dette kan føre til redusert overdekning og armeringskorrosjon.

Det er viktig å være oppmerksom på at ikke alle skader fører til synlige skader som avskalling og riss, eller kan oppdages ved banking av bom:

- Ved kloridinitiert armeringskorrosjon kan pittingkorrosjon oppstå. Dette kan føre til stor tverrsnittsreduksjon i en liten del av armeringen. Dersom dette skjer kun i ett punkt, vil det dannes lite korrosjonsprodukter, og sannsynligheten for synlige skader er mindre.
- Dersom armeringsdimensjonen er liten, vil det også dannes lite korrosjonsprodukter.
- I slike tilfeller kan armeringskorrosjon påvises ved å meisle opp.
- Et ikke-destruktivt alternativ er å måle elektrokjemisk potensial. Men det er viktig å være klar over at det kan være vanskelig å tolke dataene fra en slik måling.

4.1.4 KARTLEGGE KLORIDINNOLD

Klorider kan føre til armeringskorrosjon dersom de trenger inn i betongen og konsentrasjonen blir høy nok ved armeringsdybden. Kloridkilden er vegsalt som transporteres inn med biler via vann eller snø. Det kan også være innstøpte klorider i betongen. Klorider ble brukt som akselerator frem til ca. 1985. I kystnære strøk kan også kloridholdig tilslag og sjøvann ha blitt brukt i betongen.

Dersom det er viktig med en nøyaktig bestemmelse av kloridinnholdet, bør det tas ut kjerner som sendes til laboratorium for å analysere kloridinnholdet i ulike dybder. For å måle relativt nøyaktig, benyttes potensiometrisk titrering. Dersom det er tilstrekkelig å undersøke om klorider er et problem eller ikke, er det som regel nøyaktig nok å bore ut støv for Quantab- eller RCT-analyse. Mer om undersøkelse av kloridinnhold i /4.8/. Mer detaljert om de ulike analysemetodene i /4.6/, /4.7/ og /4.9/.

Uavhengig av om det tas ut kjerner eller støv, bør kloridinnholdet undersøkes i ulike dybder for å lage en kloridprofil. Da er det mulig å ta stilling til om kloridene er innstøpt, eller om de har trengt inn i betongen. Ved valg av dybder, er det nødvendig å vite hvilken overdekning armeringen har, slik at kloridinnhold ved armeringsdybden måles. Eventuell karbonatiseringsdybde bør også være kjent, det er ofte høyest kloridinnhold ved karbonatiseringsfronten.

Når vegsalt er kloridkilden, vil kloridholdig vann ligge på dekket og trenge inn i betongen med mindre det er lagt et vanntett belegg på dekket. I tillegg vil kloridholdig vann sprute opp på vegger og søyler når biler passerer.

Ved valg av prøvelokasjoner, må det vurderes hvilke steder man kan ta prøver for å finne et kloridinnhold som kan forventes generelt. Det kan også være aktuelt å ta ut prøver der det er spesielle forhold som for eksempel skader, riss eller lekkasjer som fører til et lokalt høyere kloridinnhold.

Kloridinnhold bør undersøkes i ulike høyder over dekket for å vurdere hvor høyt opp kloridholdig vann har blitt sprutet. Det bør tas prøver der det forventes mye sprut, for eksempel ved inn/utkjøring, og der det forventes lite sprut, for eksempel i en etasje med lite trafikk. Det er ikke uvanlig å finne høyt kloridinnhold 0,5 m over dekke.

Kloridinnhold bør undersøkes i overkant dekke der det forventes ulike grader av kloridinnhold. Det kan forventes høyere kloridinnhold ved inn/utkjøring og på parkeringsplassene nærmest innkjøringen enn på parkeringsplasser lenger unna innkjøring. Det forventes høyere kloridinnhold i en varm etasje enn i en kald etasje, fordi kloridholdig snø smelter raskere der det er varmt. Dersom det er en påstøp, bør kloridinnhold undersøkes både i påstøpen og ved overkantarmoring i dekket.

Kloridinnhold bør også undersøkes i underkant av dekke. I og/eller nær riss, lekkasjer, og også der det ikke forventes høyt kloridinnhold. Dersom dekket består av prefabrikkerte elementer, kan kloridholdig vann lekke mellom elementene og fukte opp underkant. Dersom det er spennarmering i underkant, må det utvises ekstra oppmerksomhet ved prøvetaking slik at spennarmering ikke skades. Man må også være ekstra oppmerksom på lekkasjer av kloridholdig vann i kanaler, det kan være kort avstand fra kanaler til spennarmering.

Fundamenter bør frilegges for å undersøke kloridinnhold. Det er lett å glemme konstruksjonsdeler som ikke er synlige, men det gir grunn til å være ekstra oppmerksom. Man får ikke varsel om armeringskorrosjon og avskalling på samme måte som på synlige konstruksjonsdeler.

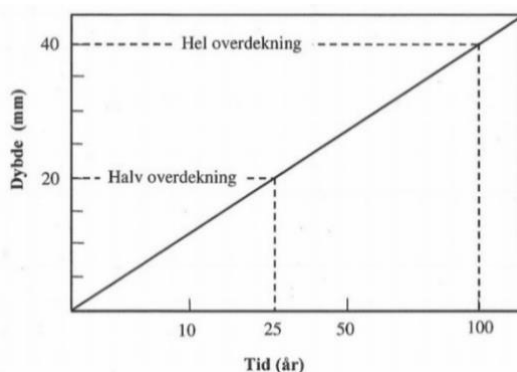
4.1.5 MÅLE KARBONATISERINGSDYBDE

Karbonatisering kan føre til armeringskorrosjon dersom karbonatiseringen når inn til armeringen. Karbondioksid fra luft og fra eksos reagerer med komponenter i betongen, noe som fører til lavere pH. Armering i betong beskyttes mot korrosjon av betongens høye pH. Dersom karbonatiseringsprosessen når armeringen, vil ikke armeringen lenger være omgitt av høy pH, og kan korrodere.

Karbondioksid må være løst i vann, så reaksjonen er avhengig av en viss fuktighet. Karbonatisering går raskest ved en RF på omkring 60 %. I tørre miljøer, som ligner på innemiljøer, går karbonatisering veldig sakte. Karbonatisering går også veldig sakte dersom det blir for fuktig, fordi vann i porene sperrer for diffusjon av karbondioksid. Les mer om karbonatisering i /4.5/

Måling av karbonatiseringsdybde ved bruk av fenolftalein er beskrevet i /4.6/ og /4.10/. Det er også mulig å bruke tymolftalein som en pH-indikator.

Ved måling av karbonatiseringsdybde, er det viktig å være oppmerksom på at betong i eller ved skader eller riss kan ha stor karbonatiseringsdybde, uten at karbonatisering nødvendigvis er et problem. Skaden eller risset kan være forårsaket av andre skademekanismer. Når det først har skjedd, blir betongen eksponert for karbondioksid og dermed karbonisert. Karbonatiseringsdybden øker med kvadratroten av tiden, som vist på figuren under /4.1/.



Figur 4.1 Sammenheng mellom karbonatiseringsdybde og tid

4.1.6 UNDERSØKE OVERDEKNING

Overdekning skal alltid undersøkes når karbonatiseringsdybde og kloridinnhold måles.

Dersom tegninger viser overdekning, må dette verifiseres. Dersom det ikke finnes tegninger, må overdekningen undersøkes grundigere.

Overdekningen måles ikke-destruktivt med en overdekningsmåler. Ved mangel på tegninger, er det viktig å verifisere at armeringsdimensjonen det tas utgangspunkt i stemmer. Målt overdekning må også verifiseres ved å meisle inn til stålet noen steder.

Det er viktig å være oppmerksom på at alt metall i en radius på typisk 150 mm fra sonden (avhengig av type instrument) registreres av sonden. Ved måling i et kryss, på buntet armering eller på et armeringsjern som er nær et annet armeringsjern, vil målt overdekning derfor være mindre enn reell overdekning.

Måling av overdekning ved bruk av overdekningsmåler er nærmere beskrevet i /4.6/.

4.2 AKTUELLE REHABILITERINGSMETODER

4.2.1 Generelt

Under gis en kortfattet oversikt over hvilke rehabiliteringsmetoder som egner seg for skadeårsaker som er aktuelle i parkeringshus. Alle de omtalte rehabiliteringsmetodene er detaljert beskrevet i /4.1/.

Krav til kompetanse for utførende er beskrevet i nasjonalt tillegg til NS-EN 1504-9. Krav til kontroll av utførelse er beskrevet i nasjonalt tillegg til NS-EN 1504-10.

4.2.2 BELEGG

Belegg kan påføres for å stanse kloridinntrenging. Dette forutsetter at kloridinnholdet er tilstrekkelig lavt ved påføringstidspunktet. Dersom registrerte klorider kommer fra vegsalt, må det forventes at kloridinnholdet i dekket fordeler seg, og kloridprofilen flater ut, etter påføring av belegg. Dette vil normalt føre til økt kloridinnhold ved armeringsdybde.

Belegg kan også brukes for å stanse lekkasjer.

4.2.3 INJISERING AV RISS

Lekkasjer gjennom riss kan stanses ved injisering.

4.2.4 MEKANISK REPARASJON

Lokale skader som følge av armeringskorrosjon, kan rehabiliteres ved mekanisk reparasjon. Lokale skader kan for eksempel skyldes feilplassert armering eller armeringskorrosjon på grunn av lekkasje av kloridholdig vann. Det bør vurderes om det skal utføres en fullstendig mekanisk reparasjon. Det vil si å meisle bort all kloridholdig eller karbonatisert betong, også der det foreløpig ikke er skader.

Frostskafer og slitasje fra piggdekk kan også utbedres ved mekanisk reparasjon.

Mekanisk reparasjon kan benyttes for midlertidig   redusere f lgeskafer ved alkalireaksjoner. Det finnes ingen rehabiliteringsmetode som stanse alkalireaksjoner, men omfanget kan reduseres ved   hindre vanntilførsel.

4.2.6 KATODISK BESKYTTELSE

Dersom det er registrert et stort omfang av høyt kloridinnhold eller karbonatisering, kan katodisk beskyttelse hindre/stanse armeringskorrosjon.

4.2.7 REALKALISERING

Dersom det er registrert et stort omfang av karbonatisering, kan realkalisering hindre/stanse armeringskorrosjon.

4.2.8 KLORIDUTTREKK

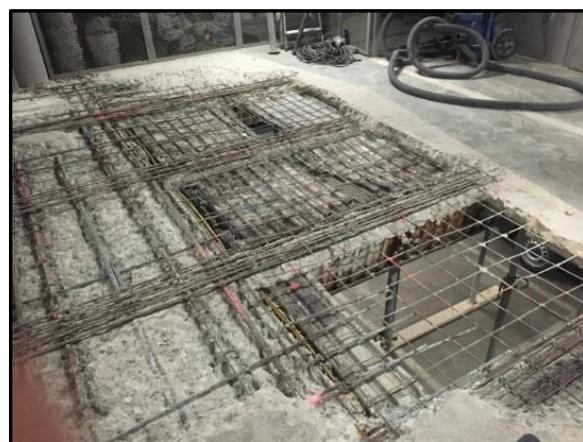
Dersom det er registrert et stort omfang av kloridinnhold, kan kloriduttrekk hindre/stanse armeringskorrosjon.

4.3 REPARASJON AV SKADER

4.3.1 EKSEMPEL SLAKKARMERTE KONSTRUKSJONER

Figur 4.2 viser et ferdig meislet dekke klart for ev. innlegging av ekstra armering og utstøping. Dekket er fra parkeringshus fra Lysaker/Oslo bygget i 1986. Årsaken til skadene er armeringskorrosjon på grunn av høyt kloridinnhold. Et sted ble for høyt kloridinnhold registrert helt ned til en dybde på 150 mm.

Deket ble rehabilitert ved fullstendig mekanisk reparasjon.



Figur 4.2 Meisling av betong

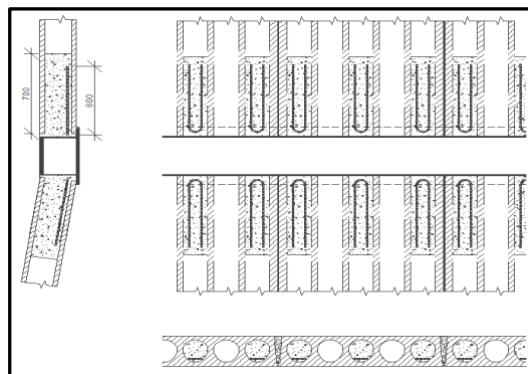
4.3.2 EKSEMPEL SPENNARMERT KONSTRUKSJON

For prefabrikkerte parkeringsdekker er hovedarmeringen som regel forspent armering. Spennarmering er i betongstandarden definert som korrosjonsømfintlig armering. Pittingkorrosjon (groptæring-typisk for kloridkorrosjon) på spennarmering kan føre til plutselig brudd. Spennarmeringen er mest utsatt for korrosjon i elementenes ender. Her er det ikke momentpåkjenning, men etter betongstandarden (NS-EN 1992-1-1) NA.9.2.1.4, /4.11/, skal armering, inn over opplegg, minst ha kapasitet 0,25 x armeringsarealet i felt. Dette gjelder alle typer armering.

Standardens kap. 8.10.1.2 sier bl.a. i tillegg: "Det bør også tas hensyn til bestandigheten og faren for korrosjon på spennkablene i enden av konstruksjonsdelene."

Heft mellom armering og betong ødelegges av korrosjon og konsekvensen kan i verste fall være plutselig skjærbrudd.

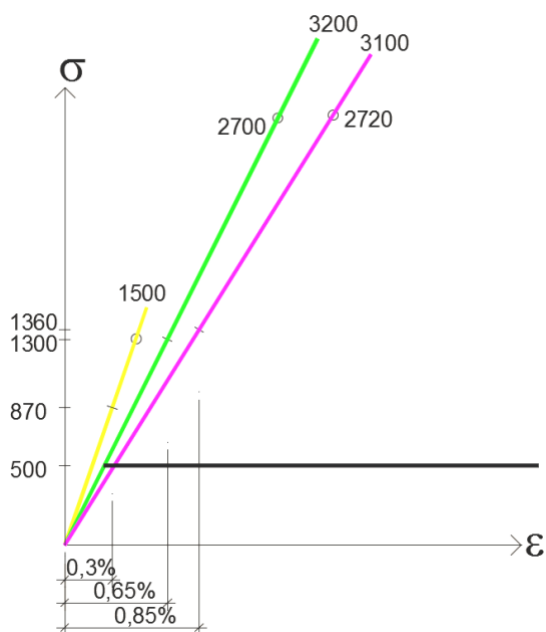
Sikring av redusert armeringsforankring kan utføres som vist på figur 4.3. En tilleggsbetingelse er at korrosjonsangrepet stanses – f.eks. ved katodisk beskyttelse. (Katodisk beskyttelse av spennarmering må foregå så ikke skader oppstår på armeringen, dvs. hydrogensprøhet, fasthetsreduksjon som følge av oppvarming).



Figur 4.3 Supplerende forankring av kloridinfisert spennarmering ved opplegg. Hulldekket åpnes for å støpe inn bøyler som supplerende forankringsjern.

4.3.3 EKSEMPEL PÅ FORSTERKNING

Forsterkning kan gjøres ved å legge inn ytterligere armering i forbindelse med en reparasjon eller ved å lime på karbonsystemer eller stålplater.



Figur 4.5 Arbeidsdiagram for stål-armering og 3 kvaliteter av karbonfiber (%-tall viser produsentens anbefalte tøyningbegrensning)



Figur 4.4 Oppliming av karbonfiber under dekke.

Spesielt 3 forhold er viktige å forholde seg til ved bruk av karbonfiber:

- 1) Karbonfiber limes normalt opp og blir liggende ubeskyttet. Limet tåler ikke mer enn ca. 90 – 100°C – dvs. Konstruksjonen må klare seg uten forsterkning i tilfelle brann (ulykkeslast).
- 2) Bruksgrensetilstand blir normalt dimensjonerende. Om karbonfiber limes opp med spenning i eksisterende slakkarmering må konstruksjonen få betydelig tilleggsdeformasjon for å aktivisere karbonfiberen og utnytte forsterkningen. Stålarmeringen har begrensning etter NS-EN 1992-1-1 Tabell NA.3.5(901) på 2% = 10 ganger flytetøyningen og er normalt ikke begrensende for forsterkning med karbonfiber. Å utnytte karbonfiberen til maksimal tøyningsgrense, vil normalt gi større deformasjoner enn ønskelig.
- 3) Forsterkning av spennarmerte konstruksjoner er vanskelig. Etteroppspenning av karbonfiberforsterkningen kan være en løsning.

Referanser

- 4.1 Lindland, J. (red.) (2016). Betongrehabilitering – reparasjonsmetoder, utførelse og kontroll. Oslo: Norsk forening for betongrehabilitering.
- 4.2 Norsk Betongforening (2003). NB-publikasjon 31: Bestandighet av betongkonstruksjoner – Del 1: Skadeårsaker.
- 4.3 Statens vegvesen Vegdirektoratet (2104). Håndbok V441 Inspeksjonshåndbok for bruer.
- 4.4 Standard Norge (2012). NS 3424 Tilstandsanalyse av byggverk – innhold og gjennomføring.
- 4.5 Norsk Betongforening (2014). NB-rapport 4: Karbonopptak i betong.
- 4.6 Statens vegvesen Vegdirektoratet (2014). Håndbok R211 Feltundersøkelser.
- 4.7 Statens vegvesen Vegdirektoratet (2016). Håndbok R210 Laboratorieundersøkelser.
- 4.8 SINTEF Byggforsk (2015). 520.034 Kloridinnhold i betong. Prøveuttak og analysemetoder.
- 4.9 Standard Norge (2007). NS-EN 14629 Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner – prøvingsmetoder – bestemmelse av kloridinnhold i herdnet betong
- 4.10 Standard Norge (2006). NS-EN 14630 Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner - Prøvingsmetoder - Bestemmelse av karboniseringsdybde i herdnet betong med fenolftalein-metode.
- 4.11 Standard Norge NS-EN 1992-1-1:2004 + NA:2008 Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner, del 1-1 Allmenne regler og regler for bygninger.

5 BETONG OG DELMATERIALER

5.1 GENERELT

Kravene til betong og delmaterialer er gitt i NS-EN 206+NA /5.1/. I denne standarden er to måter å spesifisere betong på omtalt:

- «Egenskapsdefinert betong» spesifiseres ved en del grunnleggende egenskaper og eventuelle tilleggsegenskaper avhengig av brukssituasjonen
- «Foreskrevet betong» spesifiseres ved å angi detaljert hvilke materialer som skal brukes og hvordan betongen skal settes sammen.

Det frarådes sterkt å bruke reglene for foreskrevet betong. Ved å spesifisere egenskapsdefinert betong, er det betongleverandørens ansvar å sette sammen betongen slik at egenskapene blir tilfredsstillende. Betongleverandørene kan dette langt bedre enn rådgivende ingeniører.

Ved spesifisering av egenskapsdefinert betong for bruk i parkeringshus skal, ifølge NS-EN 206+NA /5.1/, følgende grunnleggende krav spesifiseres:

- Samsvar med NS-EN 206+NA /5.1/
- Trykkfasthetsklasse
- Bestandighetsklasse etter tabell NA.12 (inklusive eventuelt krav til luft)
- Om det skal brukes sulfatbestandig bindemiddel, SuR1 eller SuR2
- D_{upper} og D_{lower}
- Kloridinnholds klasse i samsvar med tabell 15 og NA.5.2.8
- Konsistensklasse eller tilsiktet konsistensverdi (skal ikke spesifiseres av rådgivende ingeniør, men av entreprenør ved bestilling av betong)

I tillegg kan følgende tilleggskrav være aktuelle:

- Motstand mot vanninntrenging
- Motstand mot slitasje

For alle disse egenskapene er det i NS-EN 206+NA /5.1/ gitt prøvemeter og krav. Noen få av de nevnte egenskapene skal kommenteres.

5.2 EKSPONERINGSKLASSER OG BESTANDIGHETSKLASSER

Eksponeringsklasser er definert i NS-EN 206+NA /5.1/ og NS-EN 1992-1-1 /5.2/. Klassene er definerte avhengig av type påkjenning:

- X0: Ingen risiko for korrosjon eller nedbryting
- XC: Korrosjon framkalt av karbonatisering (Fire klasser avhengig av fuktighet)
- XD: Korrosjon framkalt av klorider som ikke stammer fra sjøvann (Tre klasser avhengig av fuktighet)
- XS: Korrosjon framkalt av klorider fra sjøvann (Tre klasser avhengig av fuktighet)
- XF: Fryse-/tineangrep med og uten avisingsmiddel (Fire klasser avhengig av fuktighet og eventuelt salt)
- XA: Kjemiske angrep (Tre klasser avhengig av aggressivitet)
- XA4: Kjemiske angrep fra husdyrgjødsel
- XSA: Særlig aggressivt miljø

Bestandighetsklasser er definert i NS-EN 206+NA /5.1/ og gir krav til betongens sammensetning for å motstå de ulike påkjenningene definert i eksponeringsklassene.

Bestandighetsklassene omfatter krav til største masseforhold (m), minste bindemiddelmengde, minste luftinnhold, bruk av tilsetningsmateriale (silikastøv, flygeaske og slagg) og sementtype. Dette er detaljert omtalt i NS-EN 206+NA /5.1/.

Aktuelle eksponeringsklasser og bestandighetsklasser for parkeringshus i betong er:

- Korrosjon framkalt av karbonatisering når konstruksjonen er vekselvis våt og tørr, dvs. eksponeringsklasse XC4 eller moderat fuktighet, dvs. eksponeringsklasse XC3. Dette krever minst bestandighetsklasse M60.
- Korrosjon framkalt av klorider som ikke stammer fra sjøvann når konstruksjonen er vekselvis våt og tørr, dvs. eksponeringsklasse XD3. Dette krever minst bestandighetsklasse M40.
- Fryse-/tineangrep på betongen når den utsettes for høy vannmetning og med klorider til stede, dvs. eksponeringsklasse XF4. Dette krever minste bestandighetsklasse MF45.

For å tilfredsstille alle kravene, må derfor betongen tilfredsstille bestandighetsklasse MF40. Dette gjelder uansett hvilken levetid som velges. Ulike levetider ivaretas av kravet til betong-overdekning som omtalt i Vedlegg 6.

Kravene til MF40 og M40 er de samme bortsett fra at MF40 skal ha luftinnførende tilsetningsstoff. Tallet 40 betyr at største masseforhold for betongen ikke skal overskride 0,40. Masseforholdet defineres som

$$\text{vann}/(\text{sement} + k \cdot \text{tilsetningsmateriale}) - \text{regnet ut fra masse (vekt)}.$$

Tilsetningsmateriale kan være silikastøv, flygeaske eller finmalt slagg. Bare de to første er aktuelle i Norge. Faktoren k er en «virkningsfaktor» som forteller hvor effektivt tilsetningsmaterialet er sammenlignet med sement. I bestandighetsklassene MF40 og M40 har silikastøv virkningsfaktor 2,0 og flygeaske 0,7. Det er begrensning i mengde silikastøv og flygeaske som kan regnes inn i masseforholdet. Dette er detaljert beskrevet i NS-EN 206+NA, pkt. 5.2.5.1 /5.1/.

Kravene til betongens sammensetning er i prinsippet de samme for betong i plasstøpte konstruksjoner og for betong i elementer.

I parkeringshus kan det være aktuelt å spesifisere eksponeringsklasse XSA på grunn av den høye saltkonsentrasjonen. Dette betyr at et må stilles tilleggskrav, eksempelvis større overdekning, reduserte beregningsmessige rissvidder eller belegg.

5.3 SULFATBESTANDIG BINDEMIDDEL

Normalt vil det ikke være aktuelt å bruke sulfatbestandig bindemiddel bortsett fra i tilfeller der betongen er i kontakt med alunskifer. NS-EN 206+NA definerer i pkt. NA.5.3.2(901) to klasser SuR1 og SuR2 avhengig av grad av påkjenning. SuR2 er den strengeste.

5.4 DUPPER OG D_{LOWER}

D_{upper} er den største verdien av D (øvre siktestørrelse for et tilslag) for den groveste fraksjonen av tilslaget i betongen. Den kan høyst være lik d_g i henhold til NS-EN 1992-1-1+NA /5.2/, pkt. 8.2. Størrelsen av d_g fastsettes slik at den er maksimalt 5 mm mindre enn minste avstand mellom armeringsstenger eller mellom armeringsstenger og forskaling, dette av hensyn til utstøpingen.

D_{lower} er den minste verdien av D (øvre siktestørrelse for et tilslag) for den groveste fraksjonen av tilslag i betong. Dersom D_{lower} ikke er spesifisert, er størrelsen 16 mm. D_{lower} skal være større enn en minsteverdi av hensyn til betongens mekaniske egenskaper, spesielt betongens skjærkapasitet.

5.5 MOTSTAND MOT VANNINNTRENGING

I NS-EN 206+NA /5.1/ er det i pkt. 5.5.3 vist til en metode for å undersøke vanninntrenging. Det er i pkt. NA.5.5.3 påpekt svake sider ved metoden og i stedet stilles det krav til masseforhold (lavere enn 0,50) og velgradert tilslag med tilstrekkelig mengde finstoff.

5.6 SLITASJE

Det er ikke gitt noen prøvemetode for å dokumentere slitasje og det stilles sjelden krav til slitasje. Generelt sett vil økende betongkvalitet (lave masseforhold) føre til redusert slitasje. I tillegg vil type tilslag påvirke slitasjen. Med masseforhold under 0,40 vil slitasjemotstanden normalt bli god nok uten å spesifisere spesielle tilslag.

5.7 SEMENTTYPER

I NS-EN 206+NA, tabell NA.12 er sementtyper som det er gitt bruksregler for i Norge listet opp. For bestandighetsklassene MF40 og M40 er det gitt bruksregler bare for et begrenset antall sementtyper.

5.8 RISSVIDDER

Av hensyn til konstruksjonens bestandighet, skal beregningsmessige rissvidder ikke overskride visse grenser. Både beregningsmetode og krav finnes i NS-EN 1992-1-1+NA /5.2/. Regler for rissviddeberegninger finnes i NS-EN 1992-1-1+NA i punktene 7.3 og NA.7.3 og gjentas ikke her. Kravene finnes i NS-EN 1992-1-1+NA, Tabell NA.7.1N /5.2/. For den strengeste av de aktuelle eksponeringsklassene, XD3, er kravet $0,30 k_c$ mm der $k_c = C_{nom}/C_{min,dur} \leq 1,3$. For 50 års levetid med $C_{nom} = 50$ mm og $C_{min,dur} = 40$ mm blir kravet 0,375 mm.

Legg merke til at dette er krav til maksimal teoretisk beregnet rissvidde på betongoverflata. Kravene er avhengig av miljøpåkjenning og om konstruksjonen skal være vanntett. Kravene gjelder ikke for de rissvidder som eventuelt blir målt på betongen. Det finnes ingen krav til målte rissvidder i vårt regelverk. Målte rissvidder på betongoverflater er ofte langt mindre enn de beregnede, men bør normalt ikke avvike alt for mye fra de teoretisk beregnede.

De omtalte kravene til maksimale beregnede rissvidder gjelder for bestandighet med hensyn på kloridutsatte konstruksjoner, for eksempel parkeringshus. Dersom slike riss kan føre til lekkasje og påføre skader på biler i etasjen under, må det stilles andre og strengere krav. I slike tilfeller kan NS-EN 1992-3+NA /5.3/ brukes. Denne standarden er skrevet for siloer og beholdere, og må brukes med et visst skjønn. Her er det gitt 4 klasser for tetthet:

Kopi fra SINTEF Byggforsk byggdetaljer nr. 520.055 /5.4/.

Tetthetsklasse	Funksjonskrav	Krav til rissviddebegrensning
0	Noe lekkasje kan aksepteres, eller vanntetthet er ikke relevant.	Forutsetter at rissviddene begrenses som angitt i NS-EN 1992-1-1 + NA, det vil si i samsvar med kravet for hver enkelt eksponeringsklasse.
1	Små lekkasjer kan aksepteres. Delvis nedfuktede overflater kan aksepteres.	Tillater gjennomgående riss, med beregnet rissvidde, w_{k1} , begrenset av forholdet mellom hydrostatisk trykk (antall meter vannsøyle), h_D , og tverrsnittstykkelsen, h , se fig. 22. Rissviddekravet er satt med en forventning om at rissene tettes ved naturlige utfellingseffekter etter kort tids eksponering for vann.
2	Minimale lekkasjer. Overflater skal framstå som tørre.	Tillater ikke gjennomgående riss (forårsaket av strekkspenninger i hele betongtverrsnittet i brukssituasjonen), og setter krav til minste trykksonehøyde.
3	Ingen form for lekkasje aksepteres.	Forutsetter bruk av spesielle tiltak, for eksempel spennarmering eller bruk av kontinuerlig, tett membran.

I tetthetsklasse 2 og 3 skal ikke riss gå gjennom hele tverrsnittet. Beregningsmessig trykksonen skal ikke være mindre enn den minste av 50 mm og 0,2 h, der h er tverrsnittets høyde. For å tilfredsstille klasse 3, må det vanligvis brukes belegg eller spennarmering. Normalt bør det ikke velges mindre tverrsnittshøyde enn 150 mm for klasse 2 og 200 mm for klasse 3.

I SINTEF Byggforsk byggdetaljer nr. 520.055 «Prosjektering og støping av vanntette betongkonstruksjoner» /5.4/ er alle krav i gjeldende standarder lagt til grunn for anbefalingene. Dette er et godt dokument for å prosjektere, velge riktige materialer og utføre vanntette betongkonstruksjoner.

5.9 LAVKARBONBETONG

Det blir i økende grad lagt vekt på at nybygg skal prosjekteres og utføres slik at klimagassutslippene for konstruksjonen blir minst mulig. Dette oppnås både ved at det velges materialer som gir lavt klimagassutslipp og ved at det velges en konstruktiv utforming som gir lavest mulig betongvolum. Lavkarbonbetong defineres som konstruksjonsbetong produsert i samsvar med reglene i NS-EN 206+NA /5.1/, der det er gjort tiltak for å begrense klimagassutslippet. Lavkarbonbetong er gitt i fire klasser i tillegg til bransjereferansen i Norsk Betongforenings publikasjon 37 /5.5/. De fire klassene har følgende betegnelse og beskrivelse:

- Lavkarbon B: kan vanligvis oppnås med ordinære resepttekniske tiltak.
- Lavkarbon A: krever som regel bruk av spesielle resepttekniske tiltak.
- Lavkarbon Pluss: Krever bruk av spesielle bindemiddelsammensetninger som ikke kan forventes å være allment tilgjengelige, og med flere begrensninger i standardverket. Gjennomførbarhet må avklares i hvert enkelt tilfelle.
- Lavkarbon Ekstrem: Som for Lavkarbon Pluss, men vanskeligere å oppnå både med hensyn på krav i standardverket og hvor i Norge det er mulig.

Tabell 5.2 fra /5.5/ viser klimagassutslippene for de fire klassene og bransjereferansen avhengig av fasthetsklasse. Sammenheng mellom fasthetsklasser, bestandighetsklasser og karbonklasser er gitt i kapittel A2 i NB 37. For parkeringshus vil fasthetsklasse B35 være mest aktuelt.

Det anbefales å sette seg grundig inn i NB 37 før lavkarbonklasser spesifiseres for et konkret prosjekt. Dette er viktig bla. fordi det ikke er mulig å oppnå de strengeste klassene for alle eksponeringsklasser og for alle steder i landet.

Tabell 5.2 Tabell 1 fra NB 37 Lavkarbonklasser med grenseverdier for klimagassutslipp /5.5/

Tabell 1 Lavkarbonbetongklasser med grenseverdier for klimagassutslipp (begrenset til modul A1-A3 i NS-EN 15804 /7/). Valg av klasse skal skje under de forutsetningene som er gitt i kapittel A2.

Fasthetsklasse ¹⁾ og lavkarbonklasse	B20	B25	B30	B35	B45	B55	B65
Maksimalt tillatt klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv. pr m ³ betong]							
Bransjereferanse	240	260	280	330	360	370	380
Lavkarbon B	190	210	230	280	290	300	310
Lavkarbon A	170	180	200	210	220	230	240
Lavkarbon Pluss ²⁾			150	160	170	180	190
Lavkarbon Ekstrem ²⁾			110	120	130	140	150

1) Se kapittel A2 om sammenhengen mellom fasthetsklasser, bestandighetsklasser og karbonklasser

2) Mulig nivå for enkelte prosjekt, men med flere begrensninger i standardverket, og begrenset tilgjengelighet. Gjennomførbarhet må avklares i hvert enkelt prosjekt.

Referanser

- 5.1 NS-EN 206: 2013+A1:2016+NA:2017 Betong. Spesifikasjoner, egenskaper, framstilling og samsvar. Standard Norge.
- 5.2 NS-EN 1992-1-1: 2004+A1:2014+NA:2018 Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger. Standard Norge
- 5.3 NS-EN 1992-3:2006+NA:2009 Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner. Del 3: Siloer og beholdere. Standard Norge.

- 5.4 SINTEF Byggforsk byggdetaljer nr. 520.055 Prosjektering og støping av vanntette betongkonstruksjoner. Byggdetaljer mai 2015.
- 5.5 Norsk Betongforening publikasjon 37:2019 Lavkarbonbetong. Norsk Betongforening.

6 ARMERING OG OVERDEKNING

6.1 ARMERINGSTYPER

6.1.1 GENERELT

På markedet finnes det i dag flere typer armering. Mest brukt er kamstenger av vanlig stål. I tillegg vil noen andre typer kamstenger og fiber bli omtalt.

Armering har en bærende funksjon i konstruksjonen og det er derfor stilt relativt strenge krav til armering og armeringsarbeid. De viktigste kravene er knytta til type stål, bøyning og dordiameter for bøyning, kapping, sveising og kompetanse for å utføre sveisearbeid, andre former for skjøting og krav til armeringsplassering og toleranser for plassering.

6.1.2 VANLIG ARMERINGSSTÅL

Den felleseuropeiske standarden NS-EN 10080 /6.1/ stiller ikke krav til stålets egenskaper bortsett fra at den gjelder for sveisbar armering, den inneholder kun klassifisering av ståltyper, prøvemethoder og hvilke egenskaper som skal dokumenteres.

Armeringsstål skal, dersom ikke annet er sagt i produksjonsunderlaget, være i samsvar med NS 3576 – ”Armeringsstål Mål og egenskaper”, og hvert produkt skal kunne identifiseres entydig. Alle stål i NS 3576-serien er sveisbare. Denne standarden er delt i følgende fem deler:

- NS 3576-1: Kamstenger B500NA /6.2/
- NS 3576-2: Kamstenger B500NB /6.3/
- NS 3576-3: Kamstenger B500NC /6.4/
- NS 3576-4: Sveiste armeringsnett /6.5/
- NS 3576-5: Rustfritt kamstål B500NCR /6.6/

Tallet 500 i betegnelsen står for karakteristisk øvre flytegrense (N/mm²). NA, NB og NC uttrykker forskjellig duktilitet (seighet) med NC som det mest duktile. Dette er den mest brukte armeringstypen i Norge. Den blir produsert etter den såkalte «temp-core» metoden i Mo i Rana, en metode som gir høy duktilitet. En del typer nett er standardiserte i del 4. Disse har duktilitetsklasse A. I tillegg kan det bestilles «prosjektnett» der stangavstand og stangdiameter kan spesifiseres. Det finnes brosjyrer for slike nett /6.7/. NS 3576-serien gir krav til egenskaper og mål, men prøvemethodene som skal brukes for dokumentasjon står i NS-EN 10080.

6.1.3 RUSTFRITT ARMERINGSSTÅL

Krav til rustfritt armeringsstål finnes i del 6 i NS 3576-serien. Stålene i henhold til denne standarden er sveisbare og de tilhører den høyeste duktilitetsklassen (C-klassen). Del 6 er i samsvar med den felleseuropeiske standarden NS-EN 10088-1 /6.8/.

Rustfritt armeringsstål er i svært liten grad brukt i Norge, først og fremst fordi stålet er 6-7 ganger dyrere enn vanlig stål. Det kan imidlertid være aktuelt å bruke rustfritt armeringsstål i spesielle tilfeller, for eksempel når det ikke er mulig å tilfredsstille krav til overdekning og for utstikkende stål til løfting eller montering.

6.1.4 GALVANISERT ARMERINGSSTÅL

Galvanisert armeringsstål er heller ikke vanlig brukt i Norge bortsett fra som innstøpingsgods. Ved bruk av galvanisert armering, skal en sette i verk tiltak for å unngå redusert heft som følge av gassutvikling i overflata mellom fersk betong og sinkbelegget. Vanligvis vil galvanisert overflate være tilstrekkelig oksidert etter ca. en måned lagring i vanlig luft. Mest aktuelt tiltak for fersk galvanisering er å belegge den delen av stålet som skal støpes inn med epoksy, eller tilsvarende.

6.1.5 EPOKSYBELAGT ARMERINGSSTÅL

Epoksybelagt armeringsstål er ikke i bruk i Norge. Denne typen ble produsert i Mo i Rana noen få år, men internasjonal erfaring viste at det var umulig å unngå skader i epoksybelegget. Dette førte til rask korrosjon i sårene og korrosjonen forplantet seg innover under epoksyen. Epoksybelagt armeringsstål er derfor ikke anbefalt brukt.

6.1.6 ANDRE MATERIALTYPER

Andre materialer enn stål, eksempelvis komposittmaterialer med karbon-, glass- eller aramidfiber, er nevnt i utførelsesstandard, NS-EN 13670+NA /6.16/. Det positive med slike materialer er at de ikke korroderer, men E-modulen er lav for de materialene som kunne være aktuelle av hensyn til pris. Det har vært utført en god del forskning på bruk av slike armeringstyper og et par prosjekt i full målestokk er utført. Armeringstypen har imidlertid ikke slått gjennom.

6.1.7 FIBER

Fiberarmert betong er i prinsippet en vanlig betong som er tilsatt stålfiber, polymerbasert fiber eller basaltfiber. De mest vanlige bruksområdene i Norge er sprøytebetong for bergsikring og golv på grunn. Andre bruksområder er svært begrenset av hensyn til konstruksjonens sikkerhet, spesielt for bøyepåkjente konstruksjonsdeler. En ny publikasjon i Norsk Betongforening er under arbeid, basert på forskning over en del år, NB publikasjon 38 /6.17/. NB publikasjon 7 om sprøytebetong /6.9/ inneholder også en del om fiber og bruk av fiber i sprøytebetong for bergsikring. NB publikasjon 15 om betonggulv på grunn og påstøp inneholder noe om fiberarmert betong /6.10/.

Stålfiber finnes i mange varianter, dimensjoner og handelsnavn. Tendensen har gått i retning av å bruke grovere fibre. En felleseuropeisk standard finnes for stålfiber: NS-EN 14889-1 «Fibere for betong Del 1: Stålfibere. Definisjoner, krav og samsvar» /6.11/.

Polymerbaserte fibre finnes i to hovedtyper, makrofiber og mikrofiber. Makrofiberen har dimensjoner i samme størrelsesorden som stålfibre, og bruksområdene er også i hovedsak de samme. Mikrofiberen er vesentlig finere med lengde 5 – 7 mm og diameter i størrelsesorden 20 nanometer (nm), tilsvarende 0,00002 mm. Fiberen brukes først og fremst for å bedre betongens brannegenskaper. En felleseuropeisk standard finnes for polymerfibre: NS-EN 14889-2 «Fibere for betong Del 2: Polymerfibere. Definisjoner, krav og samsvar» /6.12/. Av miljøhensyn er polymerbaserte fibre ikke mye i bruk.

I dekker over nederste golv på grunn i parkeringshus, må det alltid armeres med vanlig armering eller spennarmering av hensyn til bæreevnen. Fiberarmering kan brukes i tillegg for å begrense risiko for risssdannelse eller for å øke skjærkapasiteten. I nederste golv på grunn kan det være mer aktuelt å bruke stålfiberarmert betong for å redusere risiko for opprissing. Vanlig armering må imidlertid brukes i tillegg på utsatte steder som ved fuger, utsparinger og endring i geometri for å redusere risiko for oppsprekking.

6.2 SPENNARMERING

I prinsippet finnes det flere former for spennarmering:

- 1) Føroppspente forspenningssystemer med heft. Hulldekker og andre typer elementer er et eksempel på denne varianten.
- 2) Etteroppspente forspenningssystemer med heft. Eksempel på dette er innstøping av kabelkanaler (vanligvis stål, men også plastkanaler finnes), treing av kabler, oppspenning og injisering av kabelkanalene. Denne varianten er vanlig i brubygging og anleggskonstruksjoner, men kan også brukes i parkeringshus.
- 3) Etteroppspente forspenningssystemer uten heft, enten spennenhetene ligger innstøpt i betongtverrsnittet eller utenfor. Eksempel på dette er spennkabler som ligger permanent i plasthylser fylte med smøremiddel. Denne varianten er mest brukt i dekker i bygninger.

I plasstøpte parkeringshus vil system 2 og 3 være aktuelle for oppspenning av dekker. Oppspenning fører til at betongen står under trykkpåkjenning og faren for oppsprekking vil bli redusert. Dette vil minske faren for at klorider skal trenge inn til armeringa og risiko for lekkasje til underetasjer vil bli redusert.

Generelt sett er spennarmering mer ømfintlig for armeringskorrosjon enn vanlig armering. I system 1 ligger de oppspente kablene direkte eksponert for betongen uten noen annen beskyttelse rundt seg. I systemene 2 og 3 er spennstålet omgitt av et beskyttende rør eller en plasthylse. Dette gjør prefabrikkerte elementer mer utsatt for armeringskorrosjon enn plasstøpte konstruksjoner med spennarmering.

Prosjektering av spennbetong og arbeidene på byggeplass utføres nesten alltid av spesialfirma. Kravene er blitt vesentlig strengere de siste årene både når det gjelder utførelsen, personell, prosedyrer, kontrollomfang og materialene som brukes, spesielt massene som brukes til injisering av kabelkanaler.

6.3 ARMERINGSOVERDEKNING

Betongoverdekningen er svært viktig for å oppnå tiltenkt levetid. Krav til overdekning er gitt for heft til betongen, brannpåkjenning og bestandighet. Normalt vil kravene til bestandighet være dominerende. Tabell 6.1 viser kravene til minste overdekning fra nasjonalt tillegg til NS-EN 1992-1-1 /6.13/. Ved bruk av spennstål, er krav til minste overdekning generelt 10 mm større enn vist i tabell 6.1. Det er i standarden gitt åpning for justering av kravene til minste overdekning for følgende forhold:

- Tillegg for sikkerhet. Minste overdekning kan økes for å øke sikkerheten mot nedbryting. I NA er det generelt anbefalt å sette tillegget til 0, men et tillegg kan vurderes i spesielle tilfeller der det foreligger et særlig behov for å redusere sannsynligheten for korrosjonsskader på armeringa.
- Reduksjon ved bruk av rustfritt stål. Også her anbefales det i NA at reduksjonen normalt settes lik 0, avhengig av stålets edelhet kan det brukes høyere verdier basert på metoder gitt i spesiallitteratur, men ikke større enn 15 mm.
- Reduksjon ved bruk av tilleggsbeskyttelse (belegg). Også her anbefales det i NA at reduksjonen normalt settes lik 0, men større verdi kan vurderes basert på beskyttelsestiltakene (belegget) i hvert enkelt tilfelle.

For 50 og 100 års levetid vil kravet, i henhold til NS-EN 1992-1-1+NA /6.13/, til «minste overdekning», $c_{min,dur}$, være henholdsvis 40 og 50 mm. Ved bygging må imidlertid stålet legges med noe større overdekning for å ta hensyn til tillatte avvik. Det er dette som kalles «nominell overdekning», c_{nom} . Under normale forhold ved plasstøping av betong, settes tillatt minusavvik til 10 mm. Dette betyr at nominell overdekning for 50 og 100 års levetid blir henholdsvis 50 og 60 mm. Det er denne overdekninga rådgivende ingeniør skal bruke i sine beregninger og som entreprenøren skal tilstrebe å oppnå ved plassering av armeringsstålet. For prefabrikkerte elementer tillates mindre avvik, vanligvis lik 5 mm, og dermed lavere krav til nominell overdekning. Se NS-EN 13369 /6.15/ og Betongelementboken Bind D /6.14/.

Tabell 6.1 Kopi fra NS-EN 1992-1-1+NA /6.13/

Tabell NA.4.4N – Krav til minste overdekning $c_{min,dur}$ av hensyn til bestandighet for armeringsstål i overensstemmelse med NS-EN 10080

Eksponeringsklasse ¹⁾	Bestandighetsklasse (minstekrav)	Minste overdekning $c_{min,dur}$ (i millimeter)	
		50 års dimensjonerende brukstid	100 års dimensjonerende brukstid
X0	M90	$c_{min,b}$	$c_{min,b}$
XC1	M60	15	25
XC2, XC3, XC4	M60	25	35
XD1, XS1	M45	40	50
XD2, XD3, XS2	M40	40	50
XS3	M40	50	60

¹⁾ Valg av bestandighetsklasse for eksponeringsklassene XF, XA og XSA skal være i henhold til NS-EN 206-1 NA:2007, Nasjonalt tillegg tabell NA.11. For klasse XA3 og XA4 bør normalt overdekningen ikke være mindre enn 40 mm hhv. 50 mm, for klasse XSA må de samlede tiltakene vurderes særskilt.

For parkeringshus med eksponeringsklasse XD3 som dimensjonerende eksponeringsklasse, anbefales det normalt å bruke minste overdekning lik 40 mm for 50 års dimensjonerende brukstid og 50 mm for 100 års dimensjonerende brukstid, uten korrigeringer. Ved bruk av spennarmering, økes krav til minste overdekning generelt med 10 mm.

Figur 6.1 Sammenheng mellom krav til minimumsoverdekning C_{min} (NS-EN 1992-1-1), toleransekrav $\Delta_{(minus)}$ (NS-EN 13670+NA /6.16/ og Betongelementboken /6.14/) og nominell overdekning C_n .

Dersom det brukes monteringsjern, kan disse plasseres i toleranseområdet slik at nominell overdekning for monteringsjernene er lik minimumsoverdekning for hovedarmeringen, men da er det kun tillatt med 5 mm minustoleranser for monteringsjernene.

Referanser

- 6.1 NS-EN 10080:2005 Armeringsstål - Sveisbar armering - Del 1: Generelle krav. Standard Norge.
- 6.2 NS 3576-1:2005 Armeringsstål - Mål og egenskaper - Del 1: Kamstenger B500NA. Standard Norge.
- 6.3 NS 3576-2:2012 Armeringsstål - Mål og egenskaper - Del 2: Kamstål B500NB. Standard Norge.
- 6.4 NS 3576-3:2012 Armeringsstål - Mål og egenskaper - Del 3: Kamstål B500NC. Standard Norge.
- 6.5 NS 3576-4:2005 Armeringsstål - Mål og egenskaper - Del 4: Kamstål B500NB. Standard Norge.
- 6.6 NS 3576-5:2012 Armeringsstål - Mål og egenskaper - Del 5: Rustfritt kamstål B500NCR. Standard Norge.
- 6.7 Sveiste armeringsnett. Prosjektnett. Celsa Steel Service AS, Oslo.



- 6.8 NS-EN 10088-1:2014 Rustfrie stål – Del 1: Liste over rustfrie stålsorter. Standard Norge.
- 6.9 Norsk Betongforening Publikasjon nr. 7: - «Sprøytebetong til bergsikring».
- 6.10 Norsk Betongforening Publikasjon nr. 15: - «Betonggulv - gulv på grunn, påstøp».
- 6.11 NS-EN 14889-1:2006 «Fibere for betong - Del 1: Stålfibere - Definisjoner, krav og samsvar». Standard Norge.
- 6.12 NS-EN 14889-2:2006 «Fibere for betong - Del 2: Polymerfibere - Definisjoner, krav og samsvar». Standard Norge.
- 6.13 NS-EN 1992-1-1: 2004+A1:2014+NA:2018 Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner. Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger. Standard Norge
- 6.14 Betongelementboken Bind D:2007 Brannmotstand Bestandighet Tetting. Betongelementforeningen
- 6.15 NS-EN 13369:2018 Allmenne regler for prefabrikkerte betongprodukter. Standard Norge
- 6.16 NS-EN 13670+NA Utførelse av betongkonstruksjoner. Standard Norge
- 6.17 Norsk Betongforening Publikasjon nr. 38: - Fiberarmert betong i bærende konstruksjoner

7 BELEGG

7.1 HENSIKTEN MED BELEGG I PARKERINGSKUPUS

Med belegg menes beleggsystemer som installeres på den trafikkeksponerte overflaten av betongkonstruksjonen. Selv om det også kan stilles krav til belegg på den nederste halvmetere av søyler og vegger, er ikke dette behandlet i dette dokumentet da det vil være mindre strenge krav til produktene her p.g.a. langt lavere mekanisk belastning og mindre fare for sprekkdannelse.

Hensikten med et beleggsystem vil primært være å beskytte betongkonstruksjonen med det formål å forlenge levetiden:

- for å gjøre den vanntett i overflaten for å forhindre kloridinntrengning og armeringskorrosjon.
- for å gjøre den mer slitesterk i overflaten, spesielt med hensyn til piggdekk.
- for å beskytte den for påvirkning fra kjemikalier slik som søl av bensin, diesel, olje etc.

I tillegg kan beleggsystemet tjene flere sekundære formål:

- forhindre støvdannelse i parkeringshuset.
- lage en overflate med større sklisikring enn betong.
- skape et lysere og tryggere miljø med tydelig oppmerking.

De konkrete kravene til belegg er beskrevet i NS-EN 13813+NA /7.3/. og NS-EN 1504-2 /7.1/. Sistnevnte standard er behandlet spesielt i punktet under da denne gir en god redegjørelse for ulike varianter av belegg.

7.2 KRAV TIL OVERFLATEBEHANDLING I NS-EN 1504-SERIEN

Belegg behandles i NS-EN 1504-2 «Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner - Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og evaluering av samsvar - Del 2: Systemer for overflatebehandling» /7.1/. Denne standarden gjelder først og fremst for rehabilitering av betong, men kravene til belegg kan også brukes på nye konstruksjoner.

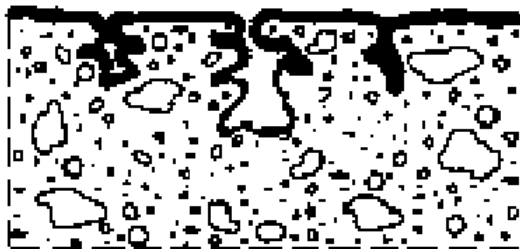
Tre varianter av belegg defineres i NS-EN 1504-2:

«Hydrofoberende impregnering» oppnås med stoff som gir en vannavstøtende betongoverflate. Porene er dekket på innvendige vegger, men de er ikke fylt. Det er ingen film på betongens overflate. Typiske varianter er baserte på silaner eller siloksaner. Figur 7.1 er hentet fra NS-EN 1504-2 og illustrerer dette.



Figur 7.1 Skjematisk skisse av hydrofobiserende impregnering /7.1/

«Impregnering» oppnås med stoff som reduserer betongens porøsitet og som forsterker betongen i overflaten. Porene er delvis eller helt fylte. Typiske varianter er baserte på vannglass (ulike silikater) og organiske polymerer (epoksy, polyuretan eller metaakrylat). Figur 7.2 er kopiert fra NS-EN 1504-2 og illustrerer dette.



Figur 7.2 Skjematisk skisse av impregnering /7.1/

«Filmdannende belegg» oppnås med stoff som danner et kontinuerlig lag på betongens overflate. Egenskaper som tetthet og elastisitet kan variere mye. Typisk tykkelse er fra 0,1 til 5,0 mm, men også tykkere belegg enn 5,0 mm kan være aktuelt. Typiske varianter er baserte på lateks, akryl, sement, polyuretan, epoksy og metaakrylat. Filmdannende belegg inndeles i Norge normalt i to grupper: i) Tynnfilmsbelegg med tykkelse opp til 1 mm og ii) Tykkfilmsbelegg med tykkelse over 1 mm. Figur 7.3 er kopiert fra NS-EN 1504-2 og illustrerer dette.



Figur 7.3 Skjematisk skisse av filmdannende belegg /7.1/

I parkeringshus vil filmdannende belegg være det eneste aktuelle på dekker.

Filmdannende belegg bør også påføres ca. 500 mm opp på vegger og søyler for å hindre inntrenging av saltholdig vann som spruter fra biler, men som forklart i punkt 7.1, vil kravene som regel være mindre strenge enn for belegg brukt på dekker. På vegger og søyler over ca. 500 mm kan også de andre formene for overflatebehandling være aktuelle.

7.3 ULIKE TYPER BELEGG, OPPBYGGING OG VIKTIGSTE EGENSKAPER

7.3.1 ULIKE BELEGGSYSTEMER

Beleggssystemer bygges ofte opp av herdeplaster, men støpeasfalt (pkt 7.5) eller høyfaste mørtel (pkt 7.6) er også i bruk. Av herdeplaster finnes det fire hovedtyper:

- epoksy
- polyuretan
- metylmetakrylat (MMA/akryl)
- polyurea

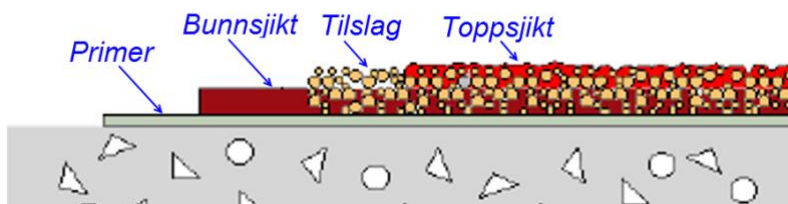
Beleggssystemene kan bygges opp av ulike varianter av disse herdeplastene, eller kombinasjoner av disse.

I land lengre sør i Europa, der en ikke har trafikk fra piggdekk, er det aktuelt bare å male parkeringsdekkene med enklere produkter, men dette anbefales ikke for norske forhold.

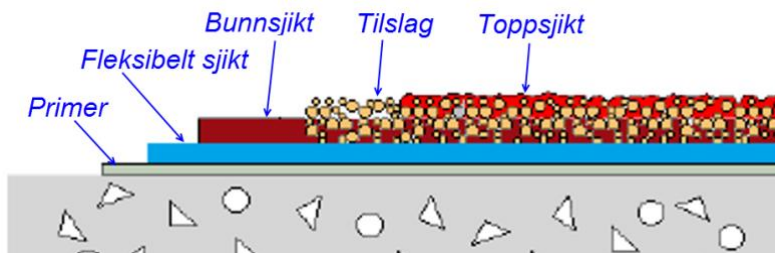
Epoksy, MMA og polyuretan legges ut som flytende masser og bygges som regel opp som to-lags systemer (der primer ikke regnes som et lag) med et bunnsjikt som strøs av med tilslag, og et toppsjikt (figur 7.5). Tilslaget skaper struktur i overflaten som gir sklisikring og økt slitestyrke. Polyurea er et hurtigherdende produkt som installeres med sprøyting. Det bygges som regel opp som et ett-lags system (figur 7.4) der struktur i overflaten skapes ved en teknikk der en skifter vinkel på sprøytehode, selv om det også finnes teknikker for å lage to-lags system ved å sprøyte steinmateriale sammen med polyurea og deretter påføre en topcoat.



Figur 7.4 Ett-lags system



Figur 7.5 To-lags system



Figur 7.6 Tre-lags system

Det kan også være aktuelt å installere et tre-lags system, med et bunnsjikt av fleksibelt bindemiddel som ikke strøs av med tilslag, for å skape større sikkerhet for at belegget ikke sprekker opp (Figur 7.6). Dette har som regel blitt utført med polyuretan, men kan også utføres med andre fleksible materialer, for eksempel en hybrid av epoksy og polyuretan. Det er imidlertid også mulig å benytte mer langsomt herdende polyurea slik at en også for dette materialet kan lage et tre-lags system og strø av mellomlaget med tilslag, eller ved å benytte en teknikk der tilslag sprøytes sammen med polyurea.

Felles for alle beleggsystemene er at det benyttes en primer som skal gi god heft til underlaget (for polyurea benyttes gjerne en epoksy primer). Produktene som benyttes i de øvrige sjiktene kan derimot ha ulike egenskaper fra sjikt til sjikt, avhengig av kravene til belegget. De største skillene mellom produktene går på:

- grad av fleksibilitet: avhenger av krav til rissoverbygging. Fleksibilitet kan dessuten være ulik for produkt i bunnsjikt og toppsjikt.
- Slitestyrke: vil være bestemt av kombinasjonen av ulike produkter i bunnsjikt og toppsjikt. Type tilslag og størrelse på tilslag har dessuten stor betydning.
- Diffusjonsåpenhet: kan være aktuelt for kjelleretasjen i parkeringshus
- Kjemikaliebestandighet: eventuelt ulike krav til produkt i bunnsjikt og toppsjikt.
- Temperaturpåvirkning: stor betydning i åpne parkeringshus der beleggene skal beholde sine egenskaper ved lave temperaturer.
- UV-stabilitet: mest kritisk for værekspontert toppdekke.

Tre egenskaper som er spesielt viktige, når det gjelder de problemer som har oppstått i parkeringshus, er heftfasthet, rissovebyggingsegenskaper og slitestyrke.

7.3.2 HEFTFASTHET

Når det gjelder heftfasthet, eller heft til underlaget, er det avgjørende at en benytter en mekanisk forbehandlingsmetode som fjerner/åpner den tette sementfilmen og gir god heft mellom betong og primer/belegg. Anbefalte metoder til forbehandling er blastring eller sliping.

For å være sikker på at heften er god nok, vil vi også anbefale at bruddet skal gå i betongen når det tas avtrekksprøver iht. NS-EN 13892-8 /7.7/, selv om andre resultater aksepteres i henhold til NS-EN 13813+NA /7.3/ og NS-EN 1504-2 /7.1/.

Det kan være aktuelt å sande av primer for å oppnå fortanning mellom primer og slitelag. Dette gjelder spesielt for åpne parkeringsdekker for å gardere seg mot at det kan komme regn etter at primer er påført.

7.3.3 RISSOEVERBYGGING

I NS-EN 1504-2 /7.1/ refereres det til NS-EN 1062-7 /7.2/ som angir følgende klasser:

Tabell 7.1: Statisk rissoverbygging

	NS-EN 1062-7
Statisk rissoverbygging	A1 – A5
Rissvidde	0,1-2,5 mm
Rissåpningshastighet	0-0,5 mm/min
Temperatur	10 ° -40 ° C avhengig av behov

Tabell 7.2: Dynamisk rissoverbygging.

	NS-EN 1062-7
Dynamisk rissoverbygging	B1, B2, B3.1, B3.2, B4.1, B4.2
Rissvidde	0,15-0,5mm
Frekvens, antall sykler, form på riss	Varierer fra klasse til klasse
Temperatur	10 ° -40 ° C avhengig av behov

En vanlig klasse for norske P-hus er klasse B3.2 (-20 ° C) med en rissåpning på 0,3 mm. Dette er mulig å oppnå med et to-lags system (eller ett-lags for polyurea), men et tre-lags system vil gi større sikkerhet (samtidig som det også gir økt kostnad), og spesielt i områder der det finnes bruksarealer under parkeringsdekke vil vi anbefale det siste.

Systemene testes i henhold til standard prosedyrer (der testobjektene som består av en betongkloss med belegget først påføres et riss med definert bredde under en kontrollert operasjon og deretter utsettes for x-antall lastveksler under lav temperatur) og har dermed en dokumentert rissoverbyggingsegenskap. Likevel kan en aldri gi noen 100 % garanti for at belegget ikke vil sprekke opp. Dette skyldes i første rekke at rissdannelsen kan oppstå på andre måter enn i det kontrollerte laboratorieforsøket og at selve rissdannelsesmekanismene er forholdsvis kompliserte (en kombinasjon av heftbrudd mellom belegget og betong og riss i underkant av belegget). Det kan oppstå andre effekter hvis rissdannelsen er ulik den som skjer under testingen.

Klassifiseringen av rissoverbygging må dermed betraktes som et erfaringsbasert system der en har erfaring med at parkeringsdekkene forblir tette ved en viss rissbredde når belegget har den spesifiserte rissoverbyggingsegenskapen. Derfor er det viktig at det settes opp inspeksjonsplaner, der det ved gitte tidsintervaller, verifiseres at det ikke har skjedd noen uønsket kloridinntrengning.

7.3.4 SLITESTYRKE

Det stilles store krav til slitasjestyrken til belegget i et parkeringshus, først og fremst på grunn av bruken av piggdekk. Imidlertid er det også slik at kravene til slitasje vil være svært ulike for de ulike deler av parkeringshuset:

- Ramper og svingsoner – spesielt høy slitasje
- Kjøresoner – høy slitasje
- Parkeringsplasser – liten slitasje
- Utearealer – ekstrem høy slitasje fra snøbrøyting

I tillegg kommer det faktum at slitasjen vil variere svært mye fra parkeringshus til parkeringshus. I parkeringshus tilhørende et kjøpesenter eller institusjon, kan det for eksempel være stor trafikk gjennom hele dagen, mens det i et parkeringshus tilhørende et kontorbygg vil være langt mindre trafikk. Dette vil ha stor betydning for levetiden til belegget

Slitestyrke er i NS-EN 13813+NA /7.3/ og NS-EN 1504-2 /7.1/ definert gjennom to ulike testmetoder, NS-EN 13892-4 /7.4/ og NS-EN ISO 5470-1 /7.5/. I den første deles systemet inn i ulike klasser basert på i hvilken dybde materialet slites ved belastning fra roterende stålhjul. I den andre angis antall mg som slites vekk med en «taber abrasion test». Selv om begge gir en god indikasjon på slitestyrken til de ulike beleggsystemene, er det dessverre ikke en fullverdig metode for å fastslå hvor god slitasjeevnen er i forhold til høy belastning fra piggdekk.

Høy slitasjeevne oppnås enten gjennom spesielt høy slitasjestyrke i produktet i seg selv, noe som for eksempel er tilfelle for polyurea eller spesielle hybrider (for eksempel epoksy/PU), eller ved bruk av harde tilslag. Dessverre er det imidlertid slik at bruken av disse harde tilslagene mer er basert på erfaring, både når det gjelder type tilslag og størrelsen på tilslag, enn måleverdier i henhold til ovennevnte prøvemetoder. Grunnen til dette er at tilslaget stikker opp fra belegget og vil være mer eksponert for slitasje enn et belegget som er helt flatt, men likevel forlenger levetiden til selve belegget vesentlig.

Løsningen på dette må være å definere både krav til relevant slitasjeklasse samt å anbefale krav til hardere og større tilslag i spesielle soner, i tillegg til økt tykkelse på belegget. Erfaringene viser at det ofte velges for tynne belegget (typisk 3 mm) i soner med mye trafikk og at disse har kortere levetid enn det som forventes. I et parkeringshus med betydelig trafikk med piggdekk anbefales å øke tykkelse til 5 mm i kombinasjon med hardere tilslag.

Likevel må en regne med at belegget vil ha vesentlige kortere levetid enn parkeringshuset i soner med stor trafikkbelastning. Det er derfor viktig å etablere gode inspeksjonsrutiner og iverksette tiltak for å reparere/fornye belegget der det er nødvendig før det er gjennomslitt, slik at funksjonen med vannetting opprettholdes.

7.3.5 ULIKE BEHOV FOR ULIKE OMRÅDER I PARKERINGSKUS

Et parkeringshus består av flere ulike arealer som blir utsatt for ulike belastninger og krav til ytelse. Det vil derfor være mest formålstjenlig å differensiere mellom disse områdene i beskrivelsen, slik at får en løsning med best mulig kost/nytte-verdi for hvert av områdene.

Generelt for alle etasjer med parkering er at belastningene vil være større i kjøresoner enn på parkeringsplasser. Det er likevel neppe formålstjenlig å skille mellom disse arealene siden det sannsynligvis vil gi økt installasjonskostnad å velge ulike oppbygging i disse områdene. Derimot kan det være aktuelt å forsterke beleggene med ekstra hardt tilslag i svingsoner der trafikkbelastning er spesielt høy.

i Parkeringsareal i kjeller

I motsetning til arealer oppover i etasjene, er risikoen for riss i bunnplater ofte mindre enn i dekker. Bruk av rissoverbyggende belegg må likevel vurderes i hvert enkelt tilfelle. Det anbefales normalt ikke å bruke diffusjonsåpne belegg på nye konstruksjoner med de strengeste krav til masseforhold. Det viktigste er å oppnå god heft mellom betong og belegg. Tette belegg anbefales, og de kan benyttes som vanntetting fra «tørr» side når arealet ikke utsettes for frostpåkjenning. Dette forutsetter alltid større strekkfasthet i belegget enn i betongen samt god kontroll på heften. Kravet må være at det skal oppstå brudd i betong ved heftprøving.

ii Mellometasjer

I mellometasjer kan det være krav til rissoverbygging som følge av bevegelser og rissdannelse i betongkonstruksjonen. Det er imidlertid ikke noe poeng i å definere rissoverbygging hvis betongkonstruksjonen prosjekteres rissfritt på oversiden.

iii Toppetasjer

Toppetasjen har de samme utfordringer som mellometasjen når det gjelder bevegelser og rissoverbygging. I tillegg kommer at toppetasjen kan være utsatt for «vær og vind», og spesielt sollys som kan forringe beleggets utseende og egenskaper over tid. Det kan også bli økt mekanisk belastning på grunn av snøbrøyting.

iiii Ramper

I ramper vil belegg være spesielt utsatt for slitasje som følge av at biler svinger, og samtidig gjerne bremses eller akselererer. Også for ramper kan det være krav til rissoverbygging.

7.4 ANBEFALTE DETALJERTE KRAV TIL SYSTEMER I BESKRIVELSER

I dette avsnittet tar vi for oss krav som bør tas med i beskrivelse av belegg til parkeringshus.

7.4.1 KRAV SOM GJELDER FOR ALLE OMRÅDER I PARKERINGSKUS

Som forbehandling for belegg, anbefales blastring eller sliping i parkeringshus.

Obligatoriske krav for belegg

De obligatoriske kravene for beleggsystemer er angitt i NS-EN 13813+NA /7.3/. Disse skal være med i beskrivelsen.

- Slitasjemotstand i henhold til NS-EN 13892-4 /7.4/, anbefalt krav er AR1,0.
- Slagstyrke i henhold til NS-EN ISO 6272-1 /7.6/, anbefalt krav er klasse 1
- Heftfasthet i henhold til NS-EN 13892-8 /7.7/, anbefalt krav: brudd i betong

Hvis formålet er å beskytte eller gjenopprette en betongkonstruksjon, gjelder i tillegg kravene i NS-EN 1504-2 /7.1/. I et parkeringshus er beleggets funksjon, i all hovedsak, å beskytte

betongkonstruksjonen og derfor gjelder også disse kravene. Følgende krav i NS-EN 1504-2 er obligatoriske og skal være med i en beskrivelse:

Slitasjemotstand i henhold til NS-EN ISO 5470-1 /7.5/. Dette er allerede dekket av NS-EN 13892-4 /7.4/ og kravet som er anbefalt over.

Kapillær absorpsjon og permeabilitet for vann i henhold til NS-EN 1062-3 /7.9/, anbefalt krav: $W \leq 0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \text{ h}_{0,5})$

Permeabilitet til CO₂ i henhold til NS-EN 1062-6/7.15/ anbefalt krav: $S_D \geq 50 \text{ m}$

Motstand mot konsentrert kjemisk eksponering i henhold til NS-EN ISO 2812-1 /7.10/, anbefalt krav: Det skal etter 30 døgn eksponering ikke være synlige tegn til nedbryting.

Maks reduksjon av hardhet lik 50 % for definerte kjemikalier med definerte konsentrasjoner og temperaturer (for eksempel bensin, motorolje, etc.).

I tillegg kommer slagstyrke og heft til underlaget, men disse er sammenfallende med NS-EN 13813+NA /7.3/ og allerede tatt med.

Spesielle krav for belegg i parkeringshus

I tillegg til de obligatoriske kravene i NS-EN ISO 5470-1 /7.5/ anbefales å ta med følgende krav i beskrivelsen for alle deler av parkeringshuset:

- Brannklassifisering i henhold til NS-EN 13501-1 /7.11/, velg brannklasse fra B(fl)-S1 til E(fl) avhengig brannteknisk vurdering.

Sklisikkerhet i henhold til NS-EN 13036-4 /7.12/, anbefalt klasse: «lav risiko for å skli».

Tykkelse av belegg

Krav til tykkelse av belegg avhenger av trafikkbelastningen. I parkeringshus med liten trafikkbelastning, kan det være riktig å velge en tykkelse på 3 mm (4 mm for tre-lags system), mens det for parkeringshus med høy trafikkbelastning anbefales minimum 5 mm tykkelse. Eventuelt kan det differensieres mellom parkeringsfelt og kjørebane. I svingsoner med økt trafikkbelastning anbefales bruk av et hardere tilslag i to- og tre-lags system.

7.4.2 SPESIELLE KRAV FOR BELEGG I PARKERINGSAREAL I BUNNPLATE

Det kan beskrives krav til rissoverbyggende egenskaper i henhold til NS-EN 1062-7 /7.2/ dersom det er behov for dette. Klasse velges i tabell 7.2 basert på prosjektert rissvidde, samt de aktuelle temperaturer som vil forekomme.

Dersom angivelse av rissvidde ikke er en del av prosjekteringen, anbefales det å velge klasse B3.2 i tabell 7.2 dersom en ønsker god sikkerhet mot oppsprekking av belegg og arealene er utsatt for lave temperaturer.

Anbefalte krav til tykkelse av belegg er omtalt i slutten av 7.4.1.

7.4.3 SPESIELLE KRAV FOR BELEGG I PARKERINGSAREAL I MELLOMETASJER/DEKKER

Anbefalte krav til rissoverbyggende egenskaper for belegg i parkeringsareal i mellometasjer/dekker, er de samme som for bunnplate/kjeller omtalt i 7.4.2 over.

Anbefalte krav til tykkelse av belegg er omtalt i slutten av 7.4.1. I svingsoner med økt trafikkbelastning anbefales bruk av et hardere tilslag i to- og tre-lags system.

7.4.4 SPESIELLE KRAV FOR BELEGG PÅ PARKERINGSAREAL I TOPPETASJE UTEN TAK

Rissoverbygging anbefales som for mellometasjer og bunnplate. Det kan i tillegg stilles krav til at beleggets egenskaper ikke i vesentlig grad skal påvirkes av UV-stråling. Dette er ikke et standardisert krav og dermed vanskelig å definere. Det anbefales at løsning må dokumenteres (UV-test) eller at det vises til relevante referansearealer.

I toppetasje gjelder de samme kravene til tykkelse som for mellometasjer, men dersom det forekommer snøbrøyting med tyngre kjøretøy, anbefales at tykkelse på belegg økes til minimum 5 mm for to-lags system. Samtidig bør det spesifiseres et hardere og større tilslag.

7.4.5 SPESIELLE KRAV FOR BELEGG PÅ RAMPER OG ANDRE AREAL MED STOR SLITASJE

Rissoverbygging anbefales som for mellometasjer og bunnplate.

Krav til tykkelse av belegg er avhengig av trafikkbelastning. I parkeringshus med liten trafikkbelastning, kan det være riktig å velge en tykkelse på 3 mm. I parkeringshus med stor trafikkbelastning, anbefales minimum 5 mm tykkelse, og det bør defineres et hardere og større tilslag for to- og tre-lags system. Eventuelt kan det differensieres mellom parkeringsfelt og kjørebaner. I svingsoner med økt trafikkbelastning, anbefales bruk av et hardere tilslag i to- og tre-lags system.

7.5 STØPEASFALT

7.5.1 GENERELT OM STØPEASFALT

Støpeasfalt er et alternativ til beleggsystemene.

Støpeasfalt består av et bituminøst bindemiddel fra jordoljeproduksjon blandet med knust steinmateriale. I parkeringshus legges støpeasfalt ut i et sjikt på 25-30 mm eller 60-75 kg/m².

Ved utlegging av større arealer, benyttes asfaltutelegger. Mindre arealer legges for hånd. I arealer der en ønsker økt friksjon, for eksempel ramper, kan det valses inn finpukk på forhånd blandet med 1-1,5% bitumen.

7.5.2 EGENSKAPER OG PRODUKTBEGRENSNINGER

Støpeasfalt er et tett, elastisk, slitesterkt og kjemikaliebestandig materiale der en i prinsippet både oppnår sikkerhet mot rissdannelse og høy slitestyrke. Imidlertid utsettes støpeasfalt over tid for oksydasjon, hvilket vil redusere elastisiteten, som igjen kan føre til sprekkdannelse. For å redusere denne effekten og utsette aldringen/øke levetiden, kan bindemiddelet tilsettes polymerer eller spesialvoks.

På hulldekkelementer blir det uansett anbefalt å sikre skjøten mellom elementene med stålbånd og aluminiumsforsterket papp som rulles, varmes og klebes på, for å sikre konstruksjonen mot lekkasje.

Alternativt kan benyttes en matte under støpeasfalten for å sikre vanntettheten. Denne er som regel SBS (Styren-butadien-styren) modifisert med en stamme av polyester og bitumen bindemiddel på begge sider, med en tykkelse på 4-5 mm. Matten helsettes mot primet betongunderlag.

Støpeasfalt svekkes når den utsettes for høy varme. For utendørs arealer som utsettes for sollys, anbefales å installere matte eller et oksidasjonslag (asfaltmiks av polymermodifisert bitumen, fyllstoff og sand lagt i 10 mm tykkelse på et gassavledende nett) under støpeasfalten.

Støpeasfalt vil slites ved høy trafikkbelastning, men tilsetning av polymerer kan redusere spordannelse.

7.5.3 KRAV TIL STØPEASFALT

Betongens overflate vurderes med hensyn til behov for rensing før priming for å sikre god vedheft til betongen. Som heftformidler kan emulsjon av polymermodifisert bitumen benyttes. Stearinsyre kan også anvendes for å sikre vedheft på betong.

Støpeasfalt beskrives etter NS 3420 der de spesifikke materialkravene som defineres er inntrykksmotstand og klasse for slitestyrke i henhold til NS-EN 13813+NA /7.3/. Under «annet» anbefales å definere krav til rissoverbyggende egenskaper over tid, dersom dette er relevant.

Det anbefales også å beskrive at støpeasfalt produseres og legges i henhold til Statens Vegvesen Håndbok 018 Vegbygging /7.14/. Det henvises her til kravene i NS-EN 13108-6 Bituminøse masser - Materialspesifikasjoner - Del 6: Støpeasfalt /7.13/. Delmaterialene, bindemiddel, tilslagsmaterialer og siktekurve skal tilfredsstille kravene i fig 632.9 i Håndbok 018 side 363 /7.14/. Brannklasse settes til Bfl i henhold til NS-EN 13501-1 /7.11/.

7.6 BELEGG AV HØYFAST MØRTEL

Høyfast mørtel er et beleggsystem som benyttes blant annet i parkeringshus. Se Vedlegg 3 om erfaringer med bruk av materialet i parkeringshus.

7.6.1 HØYFAST MØRTEL

Høyfast mørtel består i hovedsak av sement, silikastøv, SP-stoff, finkornig sand og vann. Terningfastheten er 95 MPa eller høyere. Materialet er beskrevet som vanntett, diffusjonsåpent, frostbestandig og med gode slitaeenskaper. Materialet er relativt sprøtt, men kan bygge over døde sprekker. Over levende sprekker må det etableres fuger. Materialet legges ut i typisk 5-12 mm og er uarmert. Det erstatter derfor ikke en påstøp og det må karakteriseres som et belegg. Materialet kan pigmenteres.

Det er ikke utarbeidet egne krav til egenskaper for høyfast mørtel som belegg i parkeringshus. Det er derfor naturlig å vurdere egenskaper i henhold til regelverket omtalt i pkt. 7.3.

Høyfast mørtel kan brukes både på nybygg og ved reparasjon av eldre bygg. I begge tilfeller må betongoverflaten freses, blastres eller slipes før høytrykksvasking og metting med vann. Overflaten behandles med en primer for å sikre heften mellom betong og den høyfaste

mørtelen. Den høyfaste mørtelen legges ut som selvutjevne masse eller ved hjelp av vibrobrygge. Til slutt påføres herdemembran eller dekking med plast.

Merking av parkeringsfelt og kjøreretninger gjøres direkte på den herdede mørtelen, men før merking må eventuell herdemembran fjernes slik at det oppnås god heft.

Referanser

- 7.1 NS-EN 1504-2 Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner - Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og evaluering av samsvar - Del 2: Systemer for overflatebehandling. Standard Norge
- 7.2 NS-EN 1062-7 Maling og lakk, Beleggmateriale og beleggsystemer for utvendig mur og betong. Del 7: Bestemmelse av egenskaper for sprekkoverbygging. Standard Norge
- 7.3 NS-EN 13813+NA Støpte gulvbelegg eller avrettingslag, og materialer - Gulvmasser - Egenskaper og krav. Standard Norge
- 7.4 NS-EN 13892-4 Prøvningsmetoder for materialer til støpte gulvbelegg eller avrettingslag - Del 4: Bestemmelse av slitasjemotstand-BCA. Standard Norge
- 7.5 NS-EN ISO 5470-1 Gummi- eller plastbelagte tekstiler - Bestemmelse av slitestyrke - Del 1: Taber-apparat. Standard Norge
- 7.6 NS-EN ISO 6272-1 Maling og lakk - Prøvinger av rask deformasjon (slagstyrke) - Del 1: Prøving med fallodd, stor flate. Standard Norge
- 7.7 NS-EN 13892-8 Prøvningsmetoder for materialer til støpte gulvbelegg eller avrettingslag - Del 8: Bestemmelse av heftfasthet. Standard Norge
- 7.8 NS-EN ISO 7783 Maling og lakk - Bestemmelse av egenskaper for vanddampgjennomgang - Digel-metoden. Standard Norge
- 7.9 NS-EN 1062-3 Maling og lakk - Beleggmateriale og beleggsystemer for utvendig mur og betong - Del 3: Bestemmelse av vanngjennomtrengningsgrad (permeabilitet). Standard Norge
- 7.10 NS-EN ISO 2812-1 Maling og lakk - Bestemmelse av væskebestandighet - Del 1: Nedsenking i andre væsker enn vann (ISO 2812-1:2017). Standard Norge
- 7.11 NS-EN 13501-1 Brannklassifisering av byggevarer og bygningsdeler - Del 1: Klassifisering ved bruk av resultater fra prøving av materialers egenskaper ved brannpåvirkning. Standard Norge
- 7.12 NS-EN 13036-4 Overflateegenskaper for veger og flyplasser - Prøvningsmetoder - Del 4: Metode for måling av overflatefriksjon: Prøving med pendelapparat. Standard Norge
- 7.13 NS-EN 13108-6:2016 Bituminøse masser - Materialspesifikasjoner - Del 1: Støpeasfalt. Standard Norge
- 7.14 Vegbygging. Håndbok 018. Statens Vegvesen
- 7.15 NS-EN 1062-6 Maling og lakk - Beleggmateriale og beleggsystemer for utvendig mur og betong - Del:6 Bestemmelse av karbondioksidpermeabilitet. Standard Norge

8 BESKRIVELSESEKSEMPEL

8.1 ARMERING OG BETONG

Generelt

Dette eksempelet er i samsvar med NS 3420 Del L Betongarbeider. Eksemplet omfatter et slakkarmert, plaststøpt betongdekke i et parkeringshus med parkering både på og under dekket. Dekket prosjekteres for 50 års dimensjonerende brukstid. Beskrivelsen av forskalingsarbeidene er ikke tatt med. Armerings- og betongarbeidene er beskrevet.

Beskrivelsen skal omfatte følgende, når det er relevant:

Armering

- Armeringstype
 - Kamstenger (NS 3576-1/3)
 - Nett (NS 3576-4)
 - Rustfritt kamstål (NS 3576-5)
 - Fiber (Stålfiber NS-EN 14889-1, polymerfibre NS-EN 14889-2)
 - Spennarmering (NS-EN 13670+NA)
- Nominell armeringsoverdekning (NS-EN 1992-1-1+NA)
- Tillatte avvik for armering (NS-EN 13670+NA)
- Utførelsesklasse

Støping

- Betong
 - Fasthetsklasse for betong (NS-EN 206+NA)
 - Eksponeringsklasse (NS-EN 1992-1-1+NA)
 - Bestandighetsklasse (NS-EN 206+NA)
 - Eventuelt bruk av sulfatbestandig bindemiddel (NS-EN 206-NA)
 - Kloridklasse (NS-EN 206+NA)
 - Tilslagets største tillatte diameter D_{upper} (NS-EN 206+NA)
 - Minste verdi av det grove tilslagets øvre diameter D_{lower} (NS-EN 206+NA)
 - Sulfatmotstandsklasse (NS-EN 206+NA)
 - Vanntett betong (NS-EN 206+NA)
 - Slitasje (NS-EN 206+NA)
- Utførelsesklasse (NS-EN 1990+NA)
- Toleranseklasse (NS-EN 13670+NA ev. andre)
- Herdetiltak (NS-EN 206+NA og NS-EN 13670+NA)

Eksempel på beskrivelse av slakkarmert plasstøpt dekke.**LC Armering**

LC1.1362

ARMERING MED KAMSTENGER

Armeringsklasse: B500NC

Diameter: 20 mm

Utførelse og kontroll: Utførelsesklasse 2

I tillegg skal det på tegningene stå nominell overdekning (i dette tilfellet 50 mm) og tillatte avvik (i dette tilfellet minusavvik 10 mm og plussavvik avhengig av dekkets tykkelse).

LG Støping, herding og overflatebearbeiding av plasstøpt betong

LG1.1646120

PLASSTØPT NORMALBETONG

Konstruksjonsdel: Dekke

Fasthetsklasse: B35

Bestandighetsklasse: M40 eller MF40

Kloridklasse: Cl 0,10

Utførelse og kontroll: Utførelsesklasse 2

Herdetiltak: Valgfritt etter NS-EN 13670+NA

I tillegg skal det på tegningene/beskrivelsen gis informasjon om eksponeringsklasse, om det skal brukes sulfatbestandig bindemiddel, D_{upper} , D_{lower} , sulfatmotstandsklasse, vanntett betong og slitasje.

8.2 BELEGG

8.2.1 GENERELT

Under er det vist to eksempler på beskrivelse av belegg. Eksempelene gjelder et fleksibelt herdeplastbelegg i mellometasje med krav til rissoverbygging utført på et betonggulv med bestandighetsklasse MF40. Forskjellen på de to eksemplene er at det ene er beskrevet ved bruk av NS 3420-L, mens det andre er beskrevet ved bruk av NS 3420-T.

Ved bruk av NS 3420-L aktiviseres krav til kompetanse i NS-EN 1504-9+felles NA, og krav til kontroll av utførelse i NS-EN 1504-10+felles NA. Tilsvarende krav aktiviseres ikke ved bruk av NS 3420-T. Derfor anbefales det å bruke NS 3420-L dersom hensikten med belegget først og fremst er å beskytte betongkonstruksjonen mot nedbrytning. NS 3420-L kan brukes uavhengig av om belegget påføres ved rehabilitering eller om betongkonstruksjonen er ny.

Se også publikasjon 1 fra NFB "Betongrehabilitering. Veiledning til kapittel LY i NS 3420 - tekniske bestemmelser". I publikasjonen er det et kapittel om overflatebehandling. Det er også et eksempel på beskrivelse av referansefelt og mekanisk forbehandling, som ikke er med i eksemplene under.

8.2.2 EKSEMPEL PÅ BESKRIVELSE

Prosjekt: Eksempel					Side 1			
Kapittel:								
Postnr.	NS-kode/Firmakode/Spesifikasjon				Enh.	Mengd	Pris	Sum

1	LY7.2512A OVERFLATEBEHANDLING Areal Type: Filmdannende belegg - tykkfilm > 5 mm Flate: Overkant dekke Utførelse og kontroll: Utførelsesklasse 2 <i>Lokalisering:</i> <kan feks. henvise til tegning> <i>Type materiale:</i> Valgfritt <i>Materialegenskaper:</i> Se andre krav <i>Farge:</i> <farge og fargekode> <i>Andre krav:</i> a) Omfang og prisgrunnlag Minimumstykkelse: 5 mm Overflatebehandling utføres for å ivareta beskyttelses/reparasjonsprinsipp 1 og metode M1.3 iht. NS-EN 1504-9+ felles NA. b) Materialer I tillegg til minimumskrav i NS-EN 1504-2+felles NA gjelder følgende krav til beleggets egenskaper: - Slitestyrke iht. NS-EN 13813: klasse AR1 - Vanndamppermeabilitet iht. NS-EN 1504-2+felles NA: klasse II - Motstand mot kjemisk angrep iht. NS-EN 1504-2+felles NA, med testmetode beskrevet i EN ISO 2812-1 - Rissoverbyggende evne iht. NS-EN 1504-2+felles NA: klasse B3.2 (-20 °C) - Slagstyrke iht. NS-EN 1504-2+felles NA: klasse III - Heftfasthet iht. NS-EN 1504-2+felles NA: brudd i betong - Brannklasse iht. NS-EN 1504-2+felles NA: <avhenger bla. av om parkeringshuset er åpent, delvis åpent eller lukket> - Sklisikkerhet iht. NS-EN 1504-2+felles NA: klasse II I områder med stor trafikkbelastning <kan f.eks. henvise til tegning> skal det benyttes et tilslag med hardhet ≥ 9 på Mohs skala. Egenskaper skal dokumenteres med ytelseserklæring fra produsent. e) Prøving og kontroll I tillegg til minimumskrav i NS-EN 1504-2+felles NA skal følgende egenskaper kontrolleres: - Fuktighet i underlaget iht. NS-EN 1504-10+felles NA	m ²			
---	---	----------------	--	--	--

	- Luftfuktighet iht. NS-EN 1504-10+felles NA - Duggpunkt iht. NS-EN 1504-10+felles NA - Forbruk av belegg Ved kontroll av heftfasthet skal det tas en prøveserie á 3 prøver per 200 m² påbegynt påført belegg. Byggherren skal angi prøvelokasjoner. Samtlige prøver skal vise brudd til betong.				
Sum denne					
Akkumulert Kapittel:					

Prosjekt: Eksempel					Side 2
Kapittel:					
Postnr.	NS-kode/Firmakode/Spesifikasjon	Enh.	Mengd	Pris	Sum
2	TK3.112A STØPT PLASTBELEGG Areal Konstruksjon: Gulv Overflate: Skurt <i>Lokalisering:</i> <kan f.eks. henvise til tegning> <i>Underlag:</i> Betongdekke av bestandighetsklasse MF40 <i>Påkjenninger:</i> Personbiltrafikk, oljesøl, dynamiske riss <i>Gjennomsnittlig tykkelse:</i> - <i>Minimumstykkelse:</i> 5 mm <i>Materialer:</i> Se andre krav <i>Andre krav:</i> b) Materialer Beleggets egenskaper skal tilfredsstille krav til beleggmasse basert på syntetisk harpiks i NS-EN 13813 som følger: - Slitestyrke: AR1 - Heftfasthet: brudd i betong - Slagstyrke: IR 20 - Vanndamppermeabilitet: klasse II I tillegg gjelder følgende krav: - Kapillær absorpsjon og vannpermeabilitet iht. NS-EN 1504-2+felles NA - Motstand mot kjemisk angrep iht. NS-EN 1504-2 +felles NA, med testmetode beskrevet i EN ISO 2812-1 - Rissoverbyggende evne iht. NS-EN 1504-2+felles NA: klasse B3.2 (-20 °C)	m ²			

	- Brannklasse iht. NS-EN 1504-2+felles NA: <må vurderes, avhenger bl.a. av om parkeringshuset er åpent, delvis åpent eller lukket> - Sklisikkerhet iht. NS-EN 1504-2+felles NA: klasse II - Farge: <farge og fargekode> I områder med stor trafikkbelastning <kan f.eks. henvise til tegning> skal det benyttes et tilslag med hardhet ≥ 9 på Mohs skala. Egenskaper skal dokumenteres med ytelseserklæring fra produsent. e) Prøving og kontroll <Det er ingen minimumskrav til prøving og kontroll. Alle kontroller som skal gjøres må beskrives her.>				
Sum denne side:					
Akkumulert Kapittel:					

