

*Rapport nr. 8*

**Parkeringshus i betong**  
Prosjektering – Bygging – Vedlikehold



ALLE KURS OG ARRANGEMENTER

Betongkvelden på Sørlandet 2021

# Hei - **Jarle Hatlelid** heter jeg - bosatt i Fredrikstad og pensjonistfirma på 4. året

---

Kompetanse er det meste innen RIB-fag og spesielt betong.

- Har vært ansatt i 6 forskjellige RIB-firmaer – sist 9 år i COWI
- Før det 13 år eget firma (OPTIKON AS).
- De siste 15 år har det vært REHAB som "statiker" og mye parkeringshus sammen med Ødegård og Lund AS, Obos Prosjekt AS og Consolvo AS..
- Er NB-leder medlemsgruppe Østfold + medforfatter i NB-rapport 8 om parkeringshus og NB36-forserkning av betong.

# Oppstart prosjekt - PARKERINGSBUS

---

- Vår 2015 sendte NB invitasjon til alle med tilbud om støtte for prosjekter for betongfaget.
- Jeg sendte inn søknad 19.06.2015 tittel "Behandling av overflater for kloridkorrosjonsutsatt betong".  
*Det var ille med mye skader p.g.a. feil prosjektering og utførelse.*
- Bevilgning 50 000 kr. kom 22.10.15. med klarsignal om oppstart på å forfatte noe fornuftig om saken.

- 
- 16.03.16 (5 mnd)- email: NB ønsker en komite for parkeringshus.
  - Deltagere var valgt av NB villig til å bidra til "Parkeringshus – Prosjektering, bygging og vedlikehold" m. Magne Måge som leder.
  - 15.06.16 Første møte.

---

## DELTAGERE – Forfattere og foredragsholdere

Magne Måge	Eget firma	Leder
Jarle Hatlelid	COWI AS	Sekretær
Erik Grønner	Hesselberg AS/STO	Forfatter
Bernt Kristiansen	AF-entreprenør	Forfatter
Jon Luke	Norconsult AS	Forfatter

# Rapporten har først og fremst 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 er også behandlet.

# MED ANDRE ORD - MÅLSETTING ER Å FÅ:

---

Eiere, Brukere, Prosjekterende, Entreprenører, Leverandører

**FORSTÅ OG TA KONSEKVENSEN AV**

**Hvor aggressivt og nedbrytende miljøet i parkeringshus er.**

# Parkeringshus i betong

## Prosjektering – Bygging – Vedlikehold

<b>1</b>	<b>INNLEDNING</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>FORMÅL</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>UTFORMING AV OG LØSNINGER SOM BRUKES I PARKERINGSHUS</b>	<b>4</b>
3.1	Geometri	4
3.2	Plasstøpte konstruksjoner	5
3.3	Elementbygg	7
<b>4</b>	<b>PROSJEKTERING AV NYBYGG – BESKRIVELSE</b>	<b>11</b>
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
<b>5</b>	<b>UTFØRELSE</b>	<b>28</b>
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
<b>6</b>	<b>VEDLIKEHOLD</b>	<b>37</b>
6.1	FDV-dokumentasjon	37
6.2	Vedlikeholds- og inspeksjonsrutiner	37
6.3	Litteratur om emnet	38

## INNHOOLD

<b>1</b>	<b>NEDBRYTINGSMEKANISMER OG LEVETID</b>	<b>41</b>
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 piggedekk	43
1.2.6	Sprekker og riss	43
1.3	DEFINISJON AV «DIMENSJONERENDE BRUKSTID» ELLER «LEVETID»	43
<b>2</b>	<b>TYPISKE SKADER OG SKADEÅRSAKER</b>	<b>46</b>
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	Beleggskader	54
<b>3</b>	<b>PROSJEKTERFARINGER</b>	<b>56</b>
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, Søranga 2009	57
3.3.3	Med beleg, Bærum 1999	57
3.3.4	Samvirke dekker med beleg, Asker 2004	57
3.3.5	Med beleg, Helsefy 2010	58
3.3.6	Med beleg, Kvarnerbyen 2011	58
3.3.7	Høyfast mørtel, Bærum 2002-2004.	58
3.3.8	Høyfast mørtel, Kolbotn 2004.	59
3.4	EKSEMPEL PÅ PREFABRIKTERTE 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
<b>4</b>	<b>REHABILITERING</b>	<b>64</b>
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

## VEDLEGG

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
<b>5</b>	<b>BETONG OG DELMATERIALER</b>	<b>71</b>
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
<b>6</b>	<b>ARMERING OG OVERDEKNING</b>	<b>76</b>
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
<b>7</b>	<b>BELEGG</b>	<b>82</b>
7.1	HENSIKTEN MED BELEGG I PARKERINGSHUS	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 beleggssystemer	84
7.3.2	Hefitfasthet	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 beleg i parkeringsareal i bunplate	89
7.4.3	Spesielle krav for beleg i parkeringsareal i mellometasjer/dekker	90
7.4.4	Spesielle krav for beleg i parkeringsareal i toppetasje uten tak	90
7.4.5	Spesielle krav for beleg 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
<b>8</b>	<b>BESKRIVELSESEKSEMPEL</b>	<b>93</b>
8.1	ARMERING OG BETONG	93
8.2	BELEGG	95
8.2.1	Generelt	95
8.2.2	Eksempel på beskrivelse	96



# HENVISNINGER I RAPPORTEN

---

**Tallet 4 henviser til kap. 4 i hoveddokumentet**

**Eks.**

**4 PROSJEKTERING AV NYBYGG-BESKRIVELSE**

**V foran henvisningstall henviser til vedlegg aktuelt punkt**

**Eks.**

**V 1.2 SKADETYPER OG NEDBRYTINGSMEKANISMER**

# INNHOLD FOREDRAG

---

## Prosjektering

- **Levetid**
- Betong
- Riss
- Detaljer
- Katodisk beskyttelse
- Belegg
- FDV - Vedlikehold

## Skader

- Skadetyper
- Historie
- Korrosjon
- Skadeeksempler
- Stanse korrosjon
- Forsterkning

# 4 PROSJEKTERING AV NYBYGG-BESKRIVELSE

---

DET DREIER SEG OM

## V 1.3 LEVETID

Kap 4 sier det meste om betongprosjektering

Kap V 5 Betong og delmaterialer og

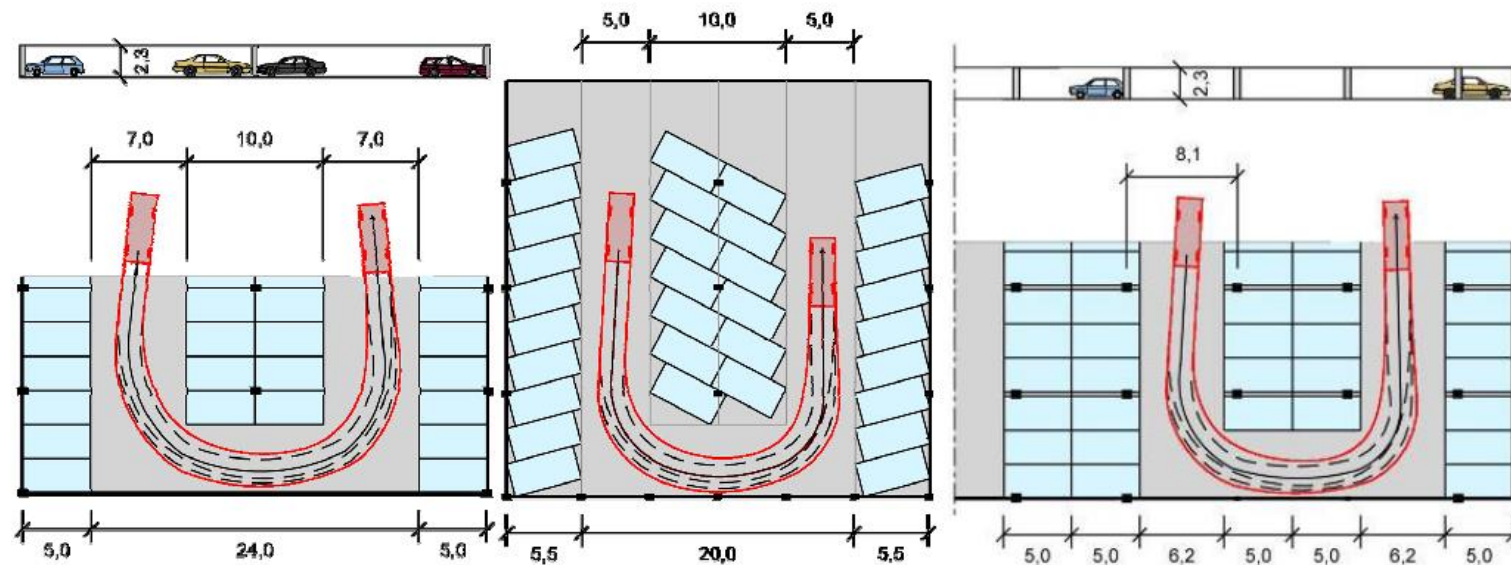
Kap V 6 Armering og overdekning

# 3 UTFORMING

Fokuserende konstruksjonsløsning

Diagonal parkering er lettere å gjennomføre når det er trangt

En passende løsning for pendlerparkering



Kap 3 har mange innspill til geometri

## 4.2 STYRENDE DOKUMENTER

---

- 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 1992-3 + NA – Prosjektering av betongkonstruksjoner. Del 3 Siloer og beholdere /4.2/
- 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/

## 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**
  - Sørg 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.

# Betong – Eksponeringsklasse EC2

Tabell 4.1 – Eksponeringsklasser knyttet til miljøforhold i overensstemmelse med NS-EN 206-1

Klasse- betegnelse	Beskrivelse av miljøet	Eksempler på hvor eksponeringsklasser kan forekomme
XD3	Vekselvis vått og tørt	Brudeler utsatt for sprut som inneholder klorider Vegdekker Parkeringsdekker (deler i kontakt med klorider)
<b>4. Korrosjon framkalt av klorider fra sjøvann</b>		
XS1	Utsatt for luftbårne klorider, men ikke i direkte kontakt med sjøvann	Konstruksjoner nær eller på kysten.
XS2	Permanent neddykket	Deler av marine konstruksjoner
XS3	Tidevannssoner, skvalpesoner og sprutsoner	Deler av marine konstruksjoner
<b>5. Fryse-/tineangrep</b>		
XF1	Moderat vannmetning, uten avisingsmiddel	Vertikale betongoverflater utsatt for regn og frost
XF2	Moderat vannmetning, med avisingsmiddel	Vertikale betongoverflater i vegkonstruksjoner utsatt for frost og luftbårne avisingsmidler
XF3	Høy vannmetning, uten avisingsmidler	Horisontale betongoverflater utsatt for regn og frost
XF4	Høy vannmetning, med avisingsmiddel eller sjøvann	Veg- og brudekker utsatt for avisingsmidler Betongoverflater utsatt for frost og direkte sprut som inneholder avisingsmidler Skvalpesonen i marine konstruksjoner utsatt for frost

# Statens Veivesen - Sikring av overdekning for armering - 388

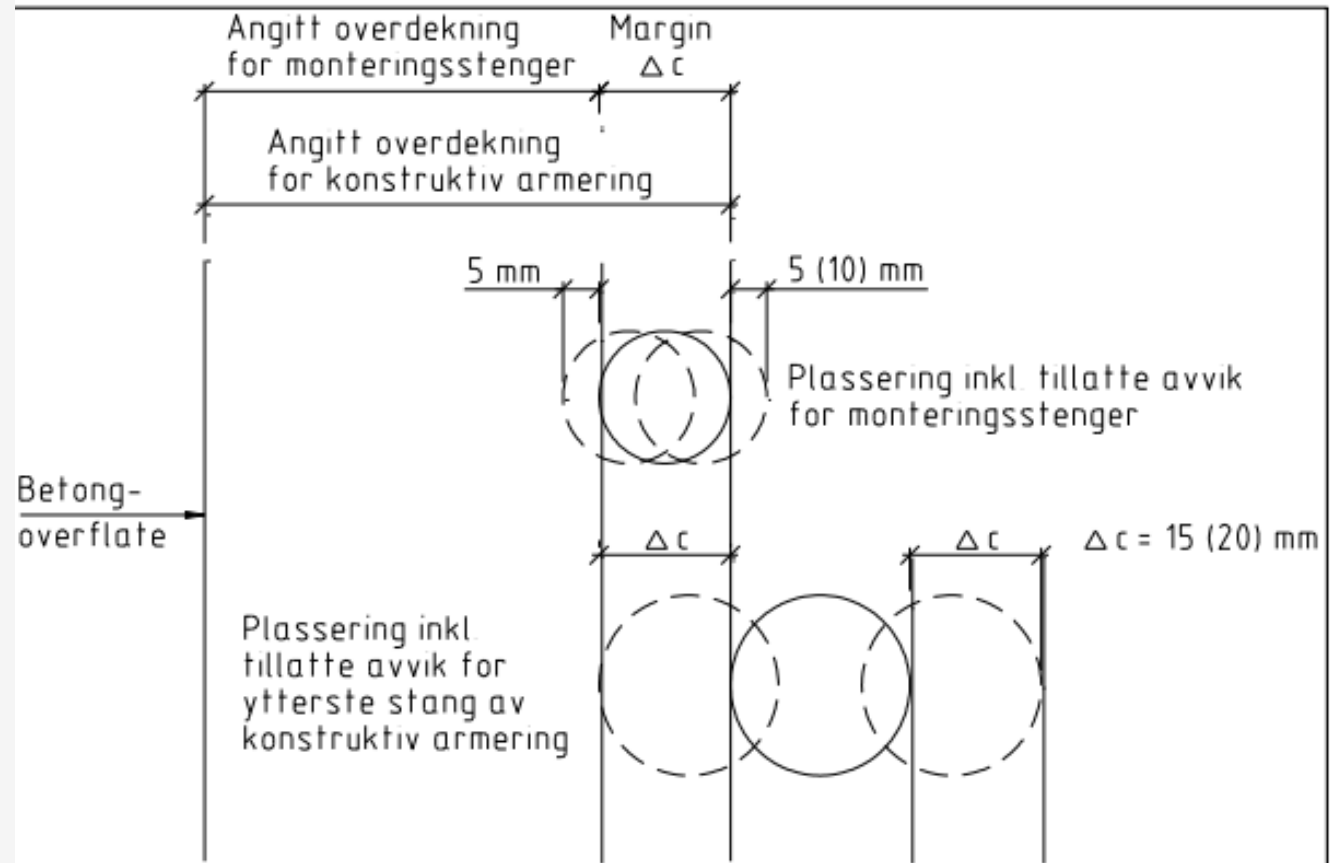
## NS\_EN 1992...

4.4.1.2-(5) «Anbefalt konstruksjonsklasse (En dimensjonerende brukstid på 50 år) er S4 for de veiledende fasthetsklassert gitt i tillegg E

Tabell 4.3.N >C45/55

$C_{min,dur} = 40\text{mm}$  for 50 år

$C_{nominell} = \text{min } 50\text{mm}$



FIGUR 1: FORUTSATT PLASSERING AV ARMERING, MED TILLATTE AVVIK VED MARGINEN  $\Delta C_{dev}$  ER LIK MONTERINGSSTANGENS BYGGEMÅL

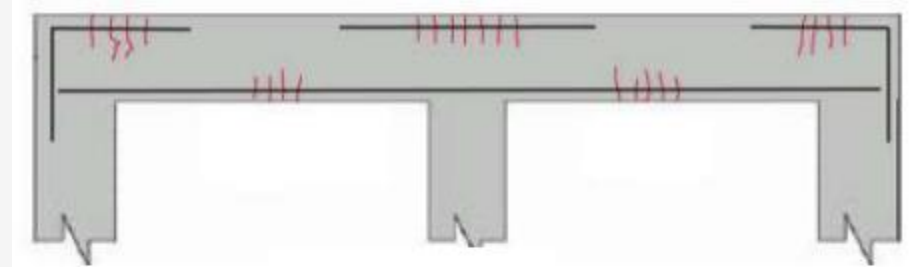


## 4.4.5. Riss

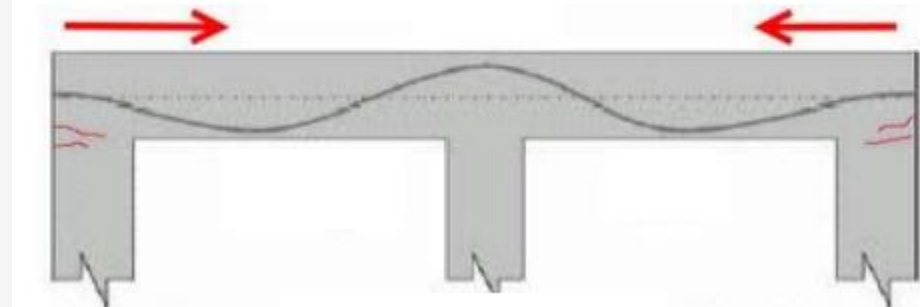
Tett konstruksjon for lekkasjer gjør det å stille strengere krav til rissvidder enn i standarden.

I parkeringshus, uten avrenning mot sluk, og spesielt i oppstillingsplassene for bilene er det spesielt stor opphopning av klorider.

Det anbefales å dimensjonere med rissviddder  $< 0,2$  mm for å ivareta bestandighet og redusere risiko for kloridinntrenging på eksponert side.



Figur 4.1



Figur 4.2

## 5.2.4 RISS

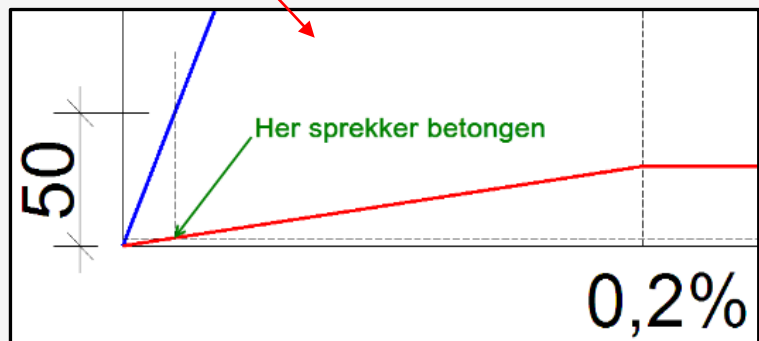
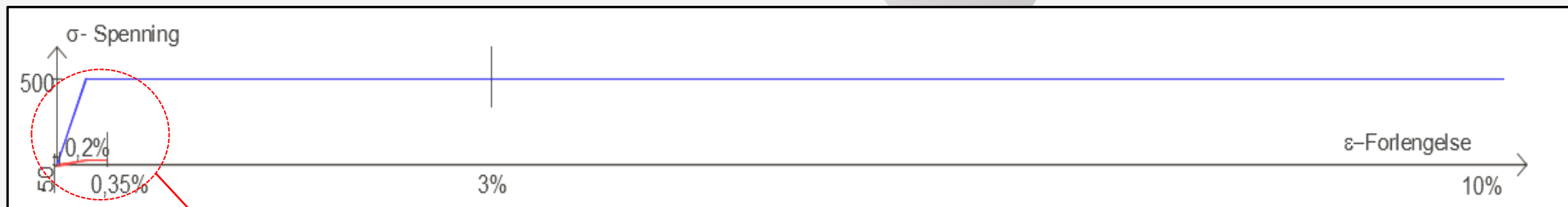
---

De viktigste forhold 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)
- Temperatur

# Hvordan oppstår riss?

Armering kan **ikke** hindre riss

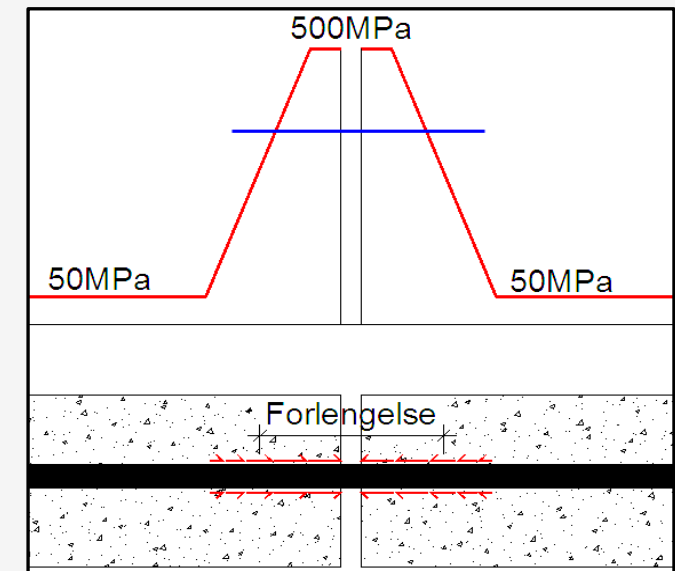


Armering og betong flyter ved ca. 0,2% forlengelse (trykk)

Betong med strekkapasitet er ca. 10% av flytetrykkspenning.

Rett før opprissing har armeringen kun 10% av sin flytespenning.

- Figur viser spenning i armeringen på begge sider av riss.
- Armering rissfordelende →
- Kapasitet armering > Strekkapasitet betong  
= Flere ganger minimumsarmering
- Mindre armering → Få og store sprekker.



# Første og viktigste utfordring ved gulvstøp er å unngå uttørking og opprissing i betongens tidlige fase. (NB 15)

- Membranherdner
- Vanning
- Plast
- Klimatiske forhold

# Utfordringer prefabrikerte dekker

---

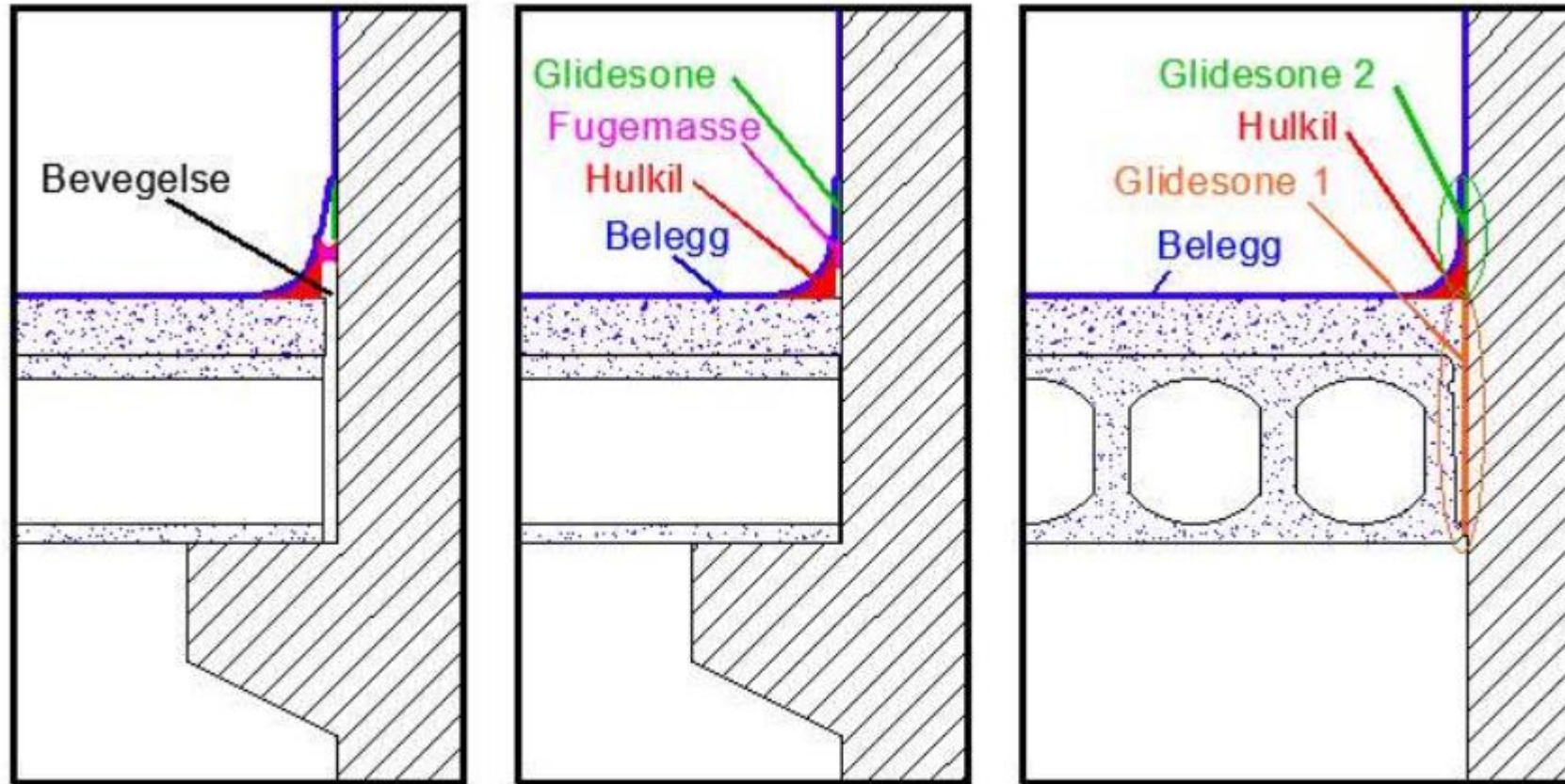
## Hulldekker

utføres normalt uten sluk og fall for drenering. Dette gir spesielle utfordringer for å sikre at ikke saltholdig vann kommer i kontakt med betong og armering, og skader og lekkasjer p.g.a. bevegelse mellom hulldekker er en vanlig skadeårsak. Det anbefales 100mm armert påstøp og belegg, fleksible hulkiler mot alle vertikale flater, et vedlikeholdsprogram som sikrer tetthet over tid.

## DT-elementer

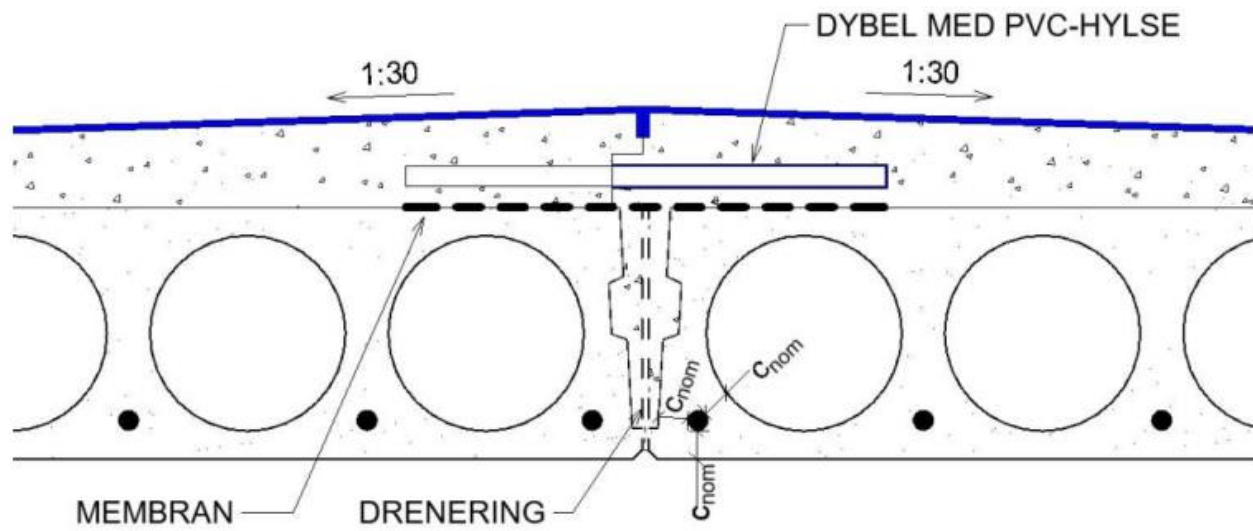
har nesten de samme utfordringer som hulldekker, men p.g.a. elementene sveises til hverandre så skjer ikke skader p.g.a. bevegelse mellom elementene på samme måte som for hulldekker.

## 4.8. Detaljer



*Figur 4.3 Fuge mot vegg ved opplegg*

*Figur 4.4 Fuge mot vegg når det ikke er opplegg*

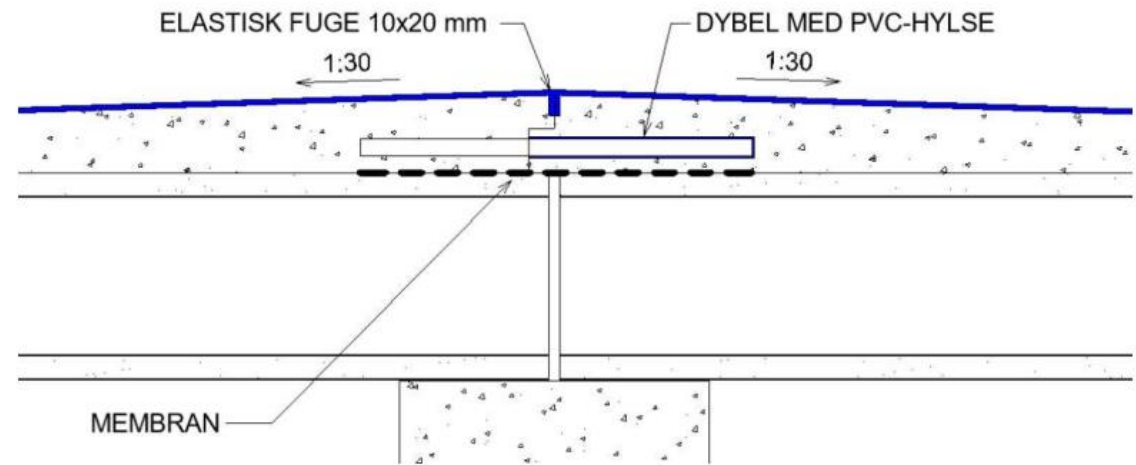


Figur 4.5 Opphøyd fugeløsning på flatt dekke når fuger etableres mellom elementer.



Hulkiler rundt fundament

19.11.2021



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



## DT-elementer / konsoller 1992

---



Lekkasjer ved opplegg og riss p.g.a. bevegelse

# Katodisk beskyttelse

---

Man de siste år har valgt å legge inn katodisk beskyttelse på nye anlegg.

Man kan slå på anlegget med en gang eller når inspeksjon avdekker for høyt kloridnivå.

Pris for installering ved nyproduksjon er mye rimeligere enn senere.

# NS-EN 206-1

Tabell 10 – Største kloridinnhold i betong

Anvendelse	Kloridinnhold Klasse <sup>a)</sup>	Største Cl <sup>-</sup> -innhold i forhold til sementmasse <sup>b)</sup>
Uten armeringsstål eller annet innstøpt metall, unntatt korrosjonsbestandige løfteinnretninger	Cl 1,0	1,0 %
Med armeringsstål eller annet innstøpt metall	Cl 0,20	0,20 %
	Cl 0,40	0,40 %
Med spennstålarmoring	Cl 0,10	0,10 %
	Cl 0,20	0,20 %

<sup>a)</sup> Hvilken klasse som skal anvendes for en bestemt anvendelse, avhenger av bestemmelsene som gjelder på betongens brukssted.

<sup>b)</sup> Hvis det brukes tilsetningsmaterialer av type II og det tas hensyn til disse i sementinnholdet, uttrykkes kloridinnholdet som andelen kloridioner i prosent av sementmassen pluss den totale massen av tilsetningsmaterialer som det er tatt hensyn til.

# V7 BELEGG

---

- De viktigste er basert på **metylmetakrylat (akryl), epoksy, polyuretan, og polyurea.**
- Belegg og støpeasfalt vil ha vesentlig kortere levetid enn betongkonstruksjonen. Forventet levetid vil være 10-15 år avhengig av påkjenning og beleggets oppbygging, og det må gjennomføres vedlikehold i konstruksjonens levetid.
- Ulike behov for ulike parkeringshus og ulike steder i parkeringshuset.

### 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.
- Lekkasje i fuger og riss .
- Armeringskorrosjon som følge av karbonatisering.
- Frostpåkjenning.
- Alkalireaksjoner.
- Slitasje som følge av piggdekk.

Skadetyper og nedbrytingsmekanismer er mer detaljert beskrevet i Norsk Betongforenings «Publikasjon nr. 31 - Bestandighet av betongkonstruksjoner Del 1-2003» og boka «Betong. Regelverk, teknologi og utførelse»

## V 2 TYPISKE SKADER OG SKADEÅRSAKER

---

### *KLORIDKORROSJON*



# Høyt kloridinnhold ved armering kan føre til korrosjon

---

Klorider ved armering vil gi korrosjon i fuktig miljø.

- Vegsalt transporteres inn med biler via vann eller snø.
- Kan være innstøpte klorider i konstruksjoner fra før ca. 1985.

# GREIT Å HUSKE

---

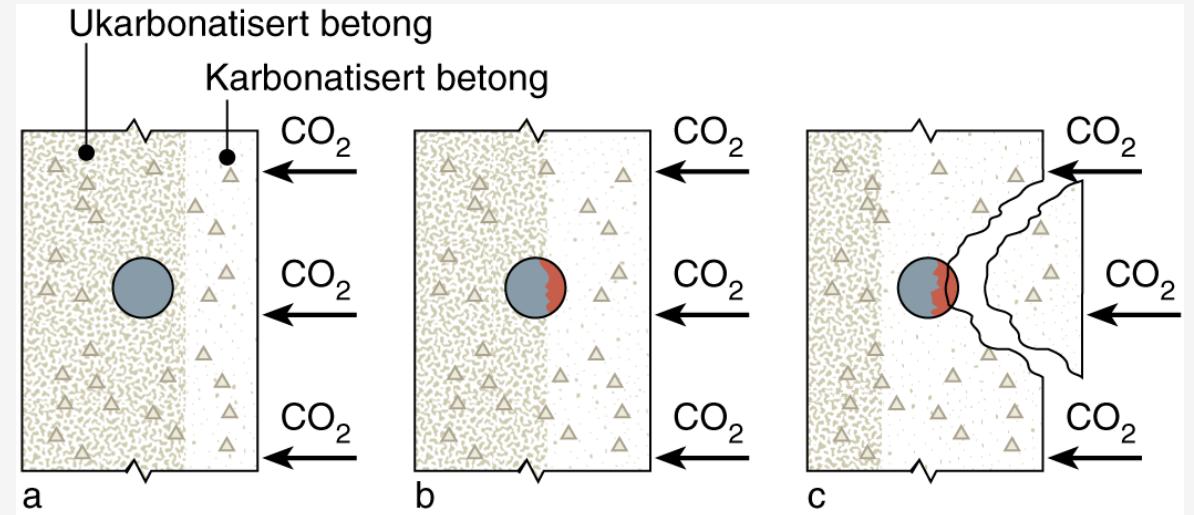
- Etter Eurocode 2 er krav om maks rissvidde 0,3 mm (Rapport 8 anbefaler 0,2mm).
- Gjennomgående riss  $> 0,1\text{mm}$  gir vannlekkasjer.
- Betong definert som uten klorider når kloridinnhold  $< 0,1\%$  av sementmengden i betongen.
- Armering begynner å korrodere når kloridinnhold  $> 0,4\%$ 
  - Strengere for spennarmering



# Karbonatisering

Karbonatisering er mest aktuelt i utendørs miljø (RF på  $> 60\%$ )

- For eksempel vegger i p-hus
- Dekke i p-hus er som regel for fuktig



# Alkalireaksjoner

---

Riss som kan tyde på alkalireaksjoner



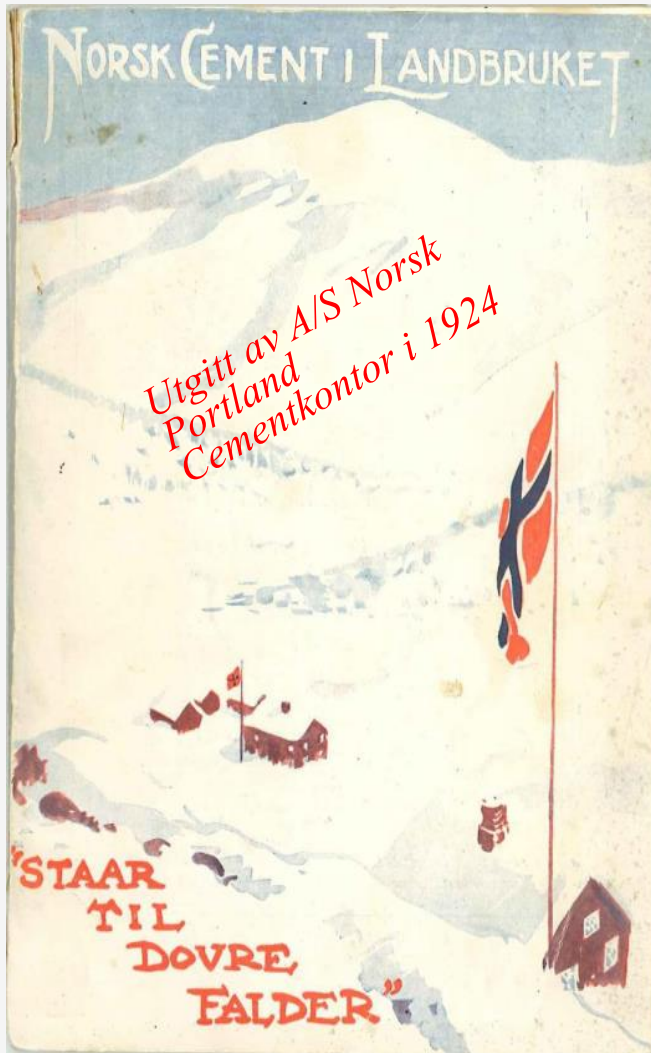
En kjemisk - fysisk prosess, hvor visse silikat(kvarts-)holdige bergarter (alkalireaktive bergarter) reagerer med tilgjengelige alkali-ioner ( $\text{Na}^+$  ,  $\text{K}^+$  ) og hydroksid-ioner ( $\text{OH}^-$  ) i betongens porevæske når betongen er tilstrekkelig fuktig.

**Alkalireaksjoner kan unngås** ved å:

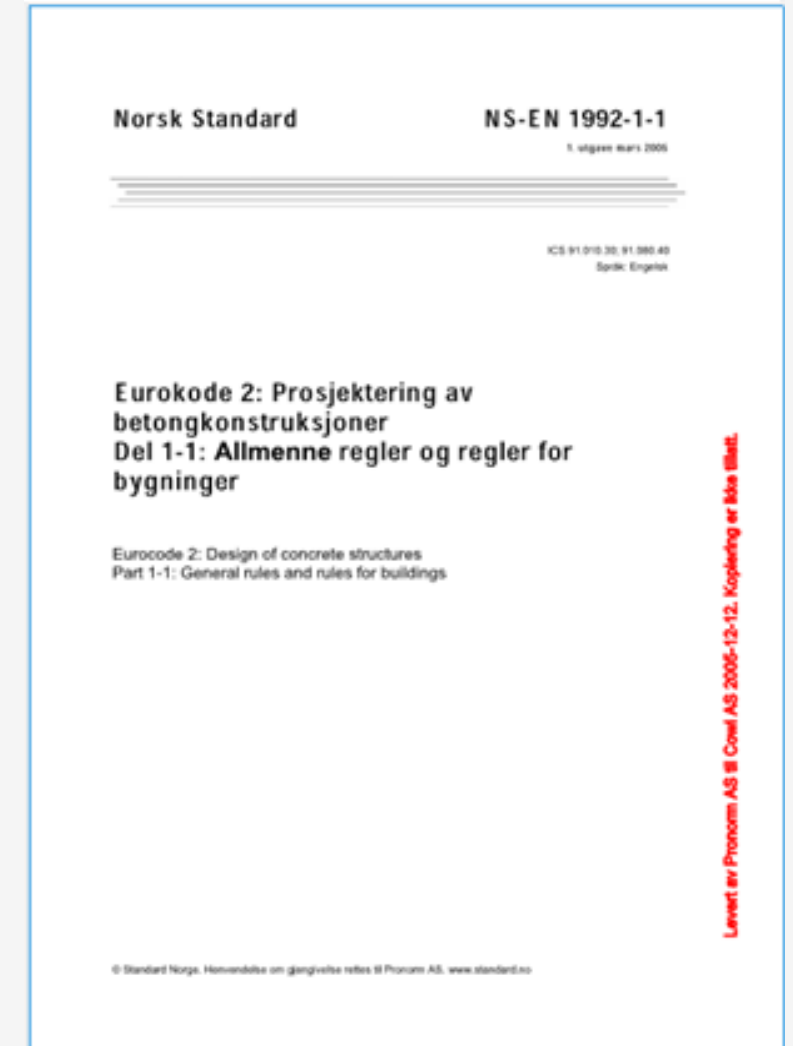
- Bruke ikke-alkalireaktivt tilslag
- Begrense alkali-innholdet i betongen
- Benytte tilstrekkelige mengder pozzolaner (flygeaske, silikastøv) eller slagg
- I tillegg gjelder en generell regel om å “Vise Vann Vekk”

Se NB Publikasjon nr.32 Alkalireaksjoner i betong - 2005

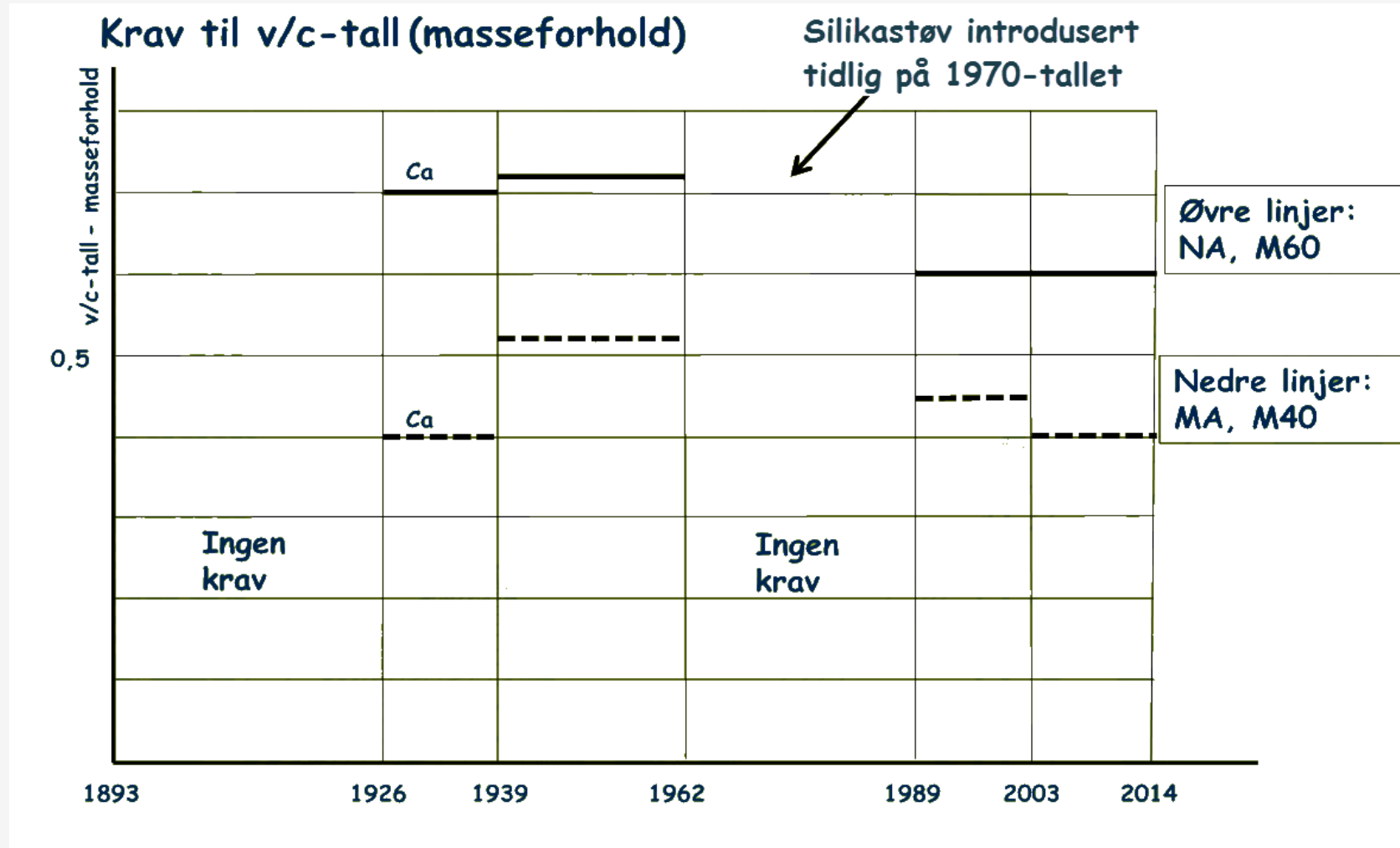
# HISTORIE



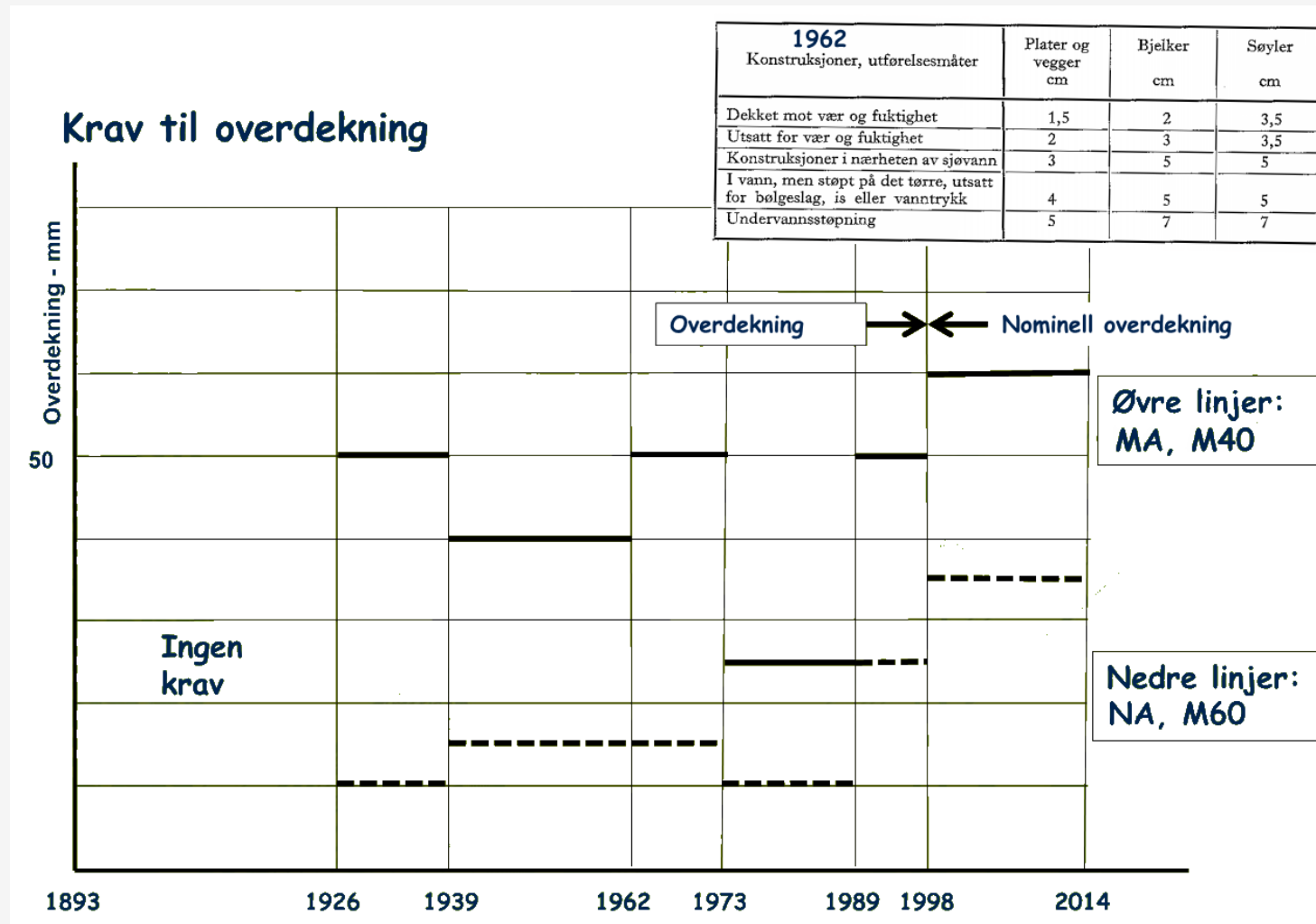
Fra en gang-  
til i dag



## V 2.1.2. UTVIKLING AV KRAV TIL BESTANDIGHET



## V 2.1.3.      UTVIKLING AV KRAV TIL OVERDEKNING



Norske betongregler sitt krav til overdekning

# SKADEEKSEMPLER

---

## SKADER SKJER P.G.A. MANGELFULL --

- PROSJEKTERING
- UTFØRELSE
- VEDLIKEHOLD (FDV)

# LEKKASJER

---



Ved tegn til lekkasjer som dette, kan man være rel. sikker på at betongen har for høyt kloridinnhold

## V2.2.2. KLORIDER TRUKKET GJENNOM HELE DEKKE

---



Byggeår 1976



Byggeår 1985



---

Omfattende  
"Standard" rehab



---

# Opplegg DT-elementer





Bunn av søyler  
er utsatt



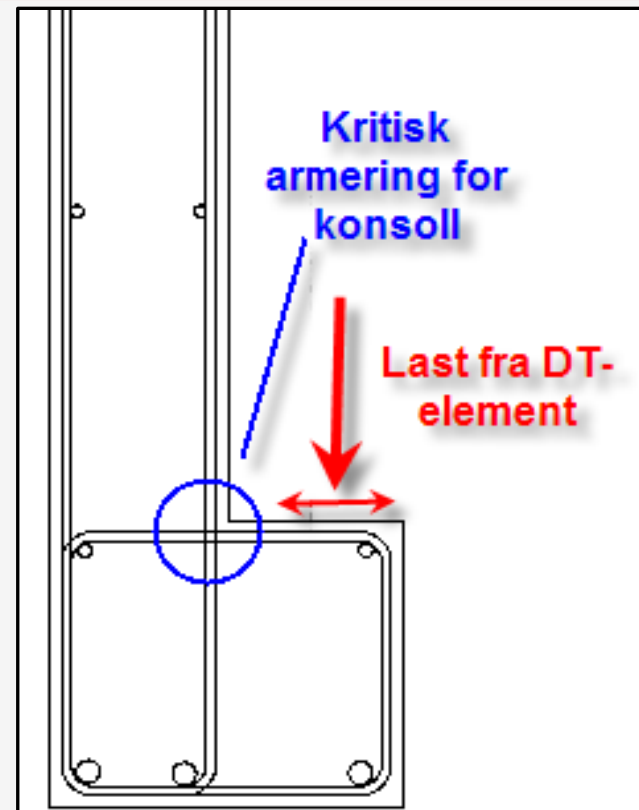
# MANGLLENDE OVERKANTARMERING

Mangelfull eller ikke armering over bjelker/bærevegger resulterte i opprissing som over tid brøt ned betongen over bjelke og deretter belegget.

(På bilde er bom fjernet – bom skyldes her **ikke korrosjon**)



## V 2.2.3 Skader ved opplegg prefab



Byggeår 1985 DT-elementer opplagt på prefabrikkert konsoll.  
**Rød strek** markerer kritisk konsollarmering.

## V 2.2.7 Temperatur, svinn og kryp

---

Byggeår 1992  
Temperaturbevegelse? /  
Korrosjon  
Kan element skli av opplegg?



## V 2.2.8 Frost



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



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

## V 2.2.6 Lavbrekk

---



Byggeår ca. 1973

Overhøyde for hulldekker gir dammer i kritiske oppleggssoner.



# V2.2.11. BELEGGSKADER

1



## V 2.2.11 Beleggskader 2

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 V 4.6 omhandler for øvrig anbefalte løsninger til fuger og "døde" og "levende" riss.



## V 2.2.10 Etterspent armering

---

Forfattere har ikke registrert skader for denne type konstruksjoner i aktuell periode – noe som kan skyldes liten anvendelse av etterspente konstruksjoner?

# STANSE KORROSJON

---

Dyreste og mest effektive metode er katodisk beskyttelse av armeringen og anbefales ved kloridkorrosjon

Andre metoder er

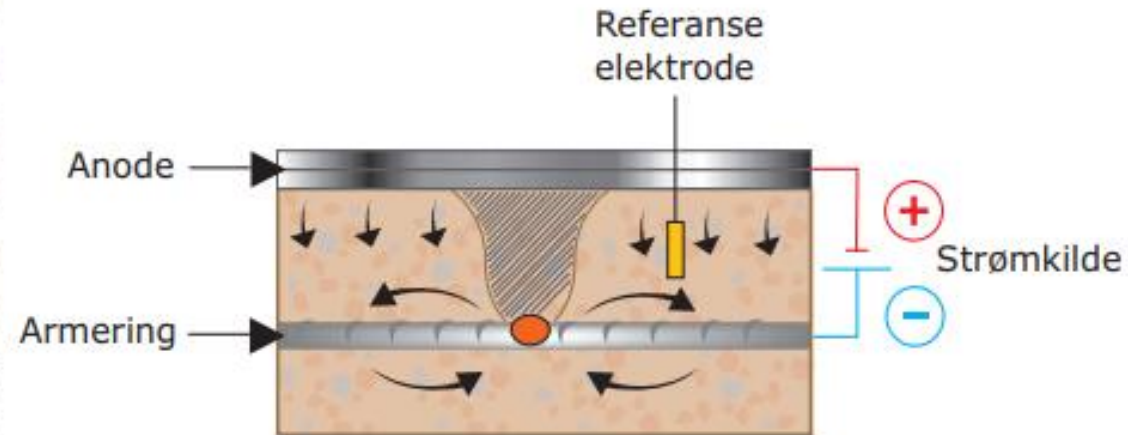
- Realkalisering og
- Kloriduttrekk

# Brosjyre fra FKBB

Norsk forening for betongrehabilitering

## Katodisk beskyttelse av stål i betong

Katodisk beskyttelse (KB) er en metode som stopper korrosjon på armerte konstruksjoner, og som gir mulighet for kontinuerlig kontroll/overvåkning av effekten. Metoden er basert på "vanlig katodisk beskyttelse" slik en gjerne finner på skipsskrog, rørledninger i bakken etc. Forskjellen er at det oftest benyttes påtrykt strøm når betong eksponert i luft (ikke under vann) skal beskyttes ved katodisk beskyttelse. En ekstern anode monteres på betongkonstruksjonens overflate og denne kobles til armeringen via en strømkilde som vist i figuren. Ulike kriterier er utviklet, slik at anleggenes virkningsgrad kan vurderes. Spesielt bør standarden NS-EN ISO 12696 "katodisk beskyttelse av stål i betong" nevnes.



# FORSKTERKNING

---

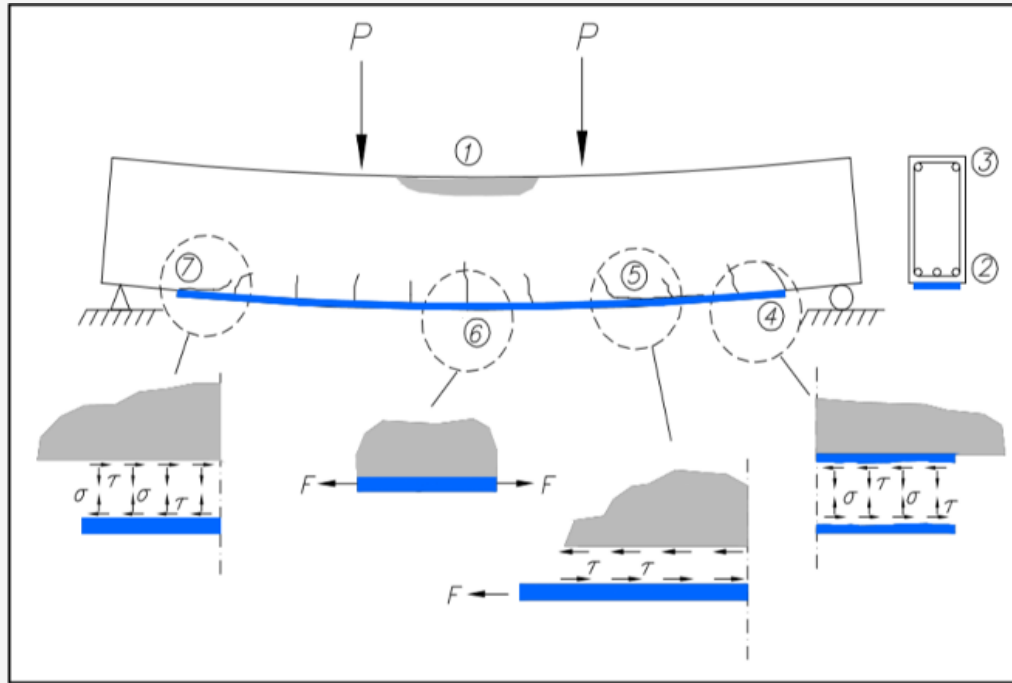
## V 4.3.3. Eksempel på forsterkning

Forsterkning av momentkapasitet  
kan gjøres med

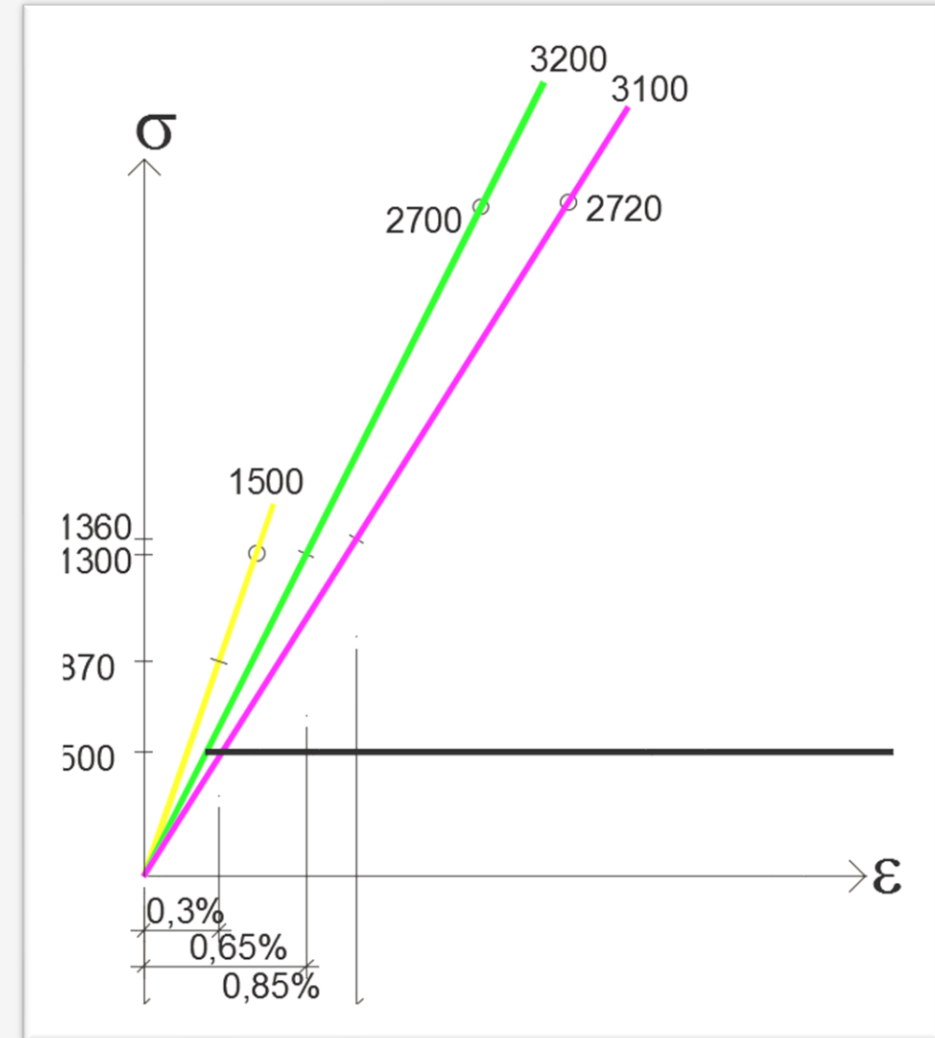
- 1) Ny innstøpt ekstra armering  
eller
- 2) Karbonfiber.



# KARBONFIBER OG KAPASITET



Mest kritiske bruddform er mellom lim og betong som bestemmer maks tillatt karbonfiber forlengelse / spenning.



# Nye standarder og publikasjoner

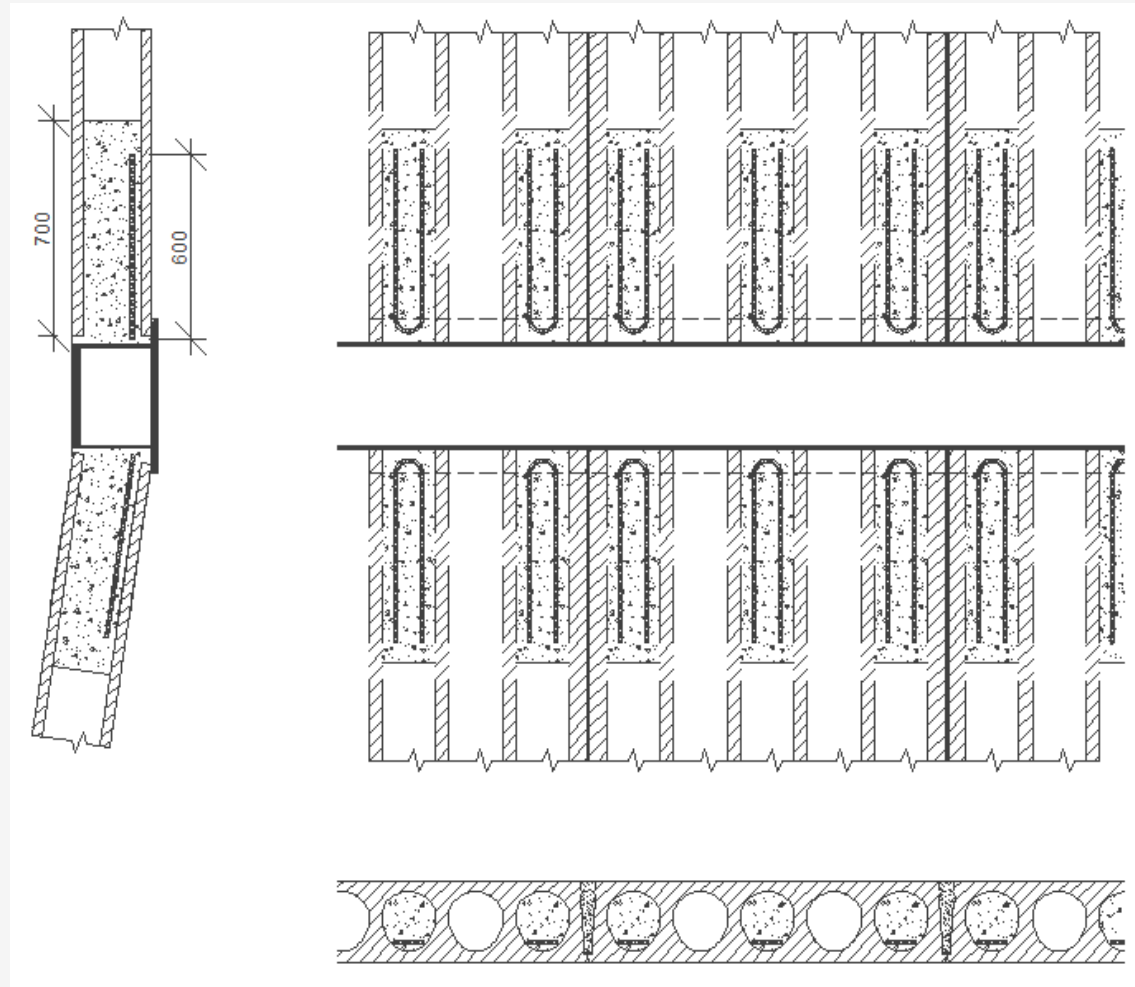
---

- Revidert NB 36 – forsterkning av betong under arbeid – ferdig 2024??
- Fib Bulletin 90, Externally applied FRP reinforcement for concrete structures, May 2019
- DRAFT prEN 1992-1-1 September 2021, : Design of concrete structures - Part 1-1: General rules - Rules for buildings, bridges and civil engineering structures -



## V 4.3.2 Eksempel spennarmert konstruksjon

Lekkasjevann har gitt korrosjon på spennarmering i enden av hulldekker



# Spesielt om gulv på grunn (NB15)



- Unngå fastholding
- Riktig betong
- Ved elastisk omramming av søyler må man benytte myke materialer
- Krakelering kan skyldes feil håndtering av betong i tidligfasen og/eller for «mykt» gulv på elastisk underlag.

# Erfaring fra en mengde skadeprosjekter:

---

- Dagens krav og kvaliteter er mye bedre enn tidligere, men betong alene uten vedlikehold er ikke godt nok for å sikre ønsket års levetid.
- Riss er vanskelig. Lekkasje oppstår. Rutinemessig oppfølging og vedlikehold viktig.

# INNHOOLD FOREDRAG

---

## Prosjektering

- **Levetid**
- Betong
- Riss
- Detaljer
- Katodisk beskyttelse
- Belegg
- FDV - Vedlikehold

## Skader

- Skadetyper
- Historie
- Korrosjon
- Skadeeksempler
- Stanse korrosjon
- Forsterkning

# TAKK FOR MEG!

---

Nå vil Bernt Kristiansen fra AF  
si mer om erfaringer fra  
entreprenørbransjen samt FDV og belegg