

Forskrift for betonkonstruktioner

NAMMINERSORNERULLUTIK OQARTUSSAT · SANAARTORTITSINERMUT AQUTSISOQARFIK
Grønlands Hjemmestyre · Bygge- og Anlægsstyrelsen

I. udgave, september 1996

Titel: Forskrift for betonkonstruktioner
Udsendt af: Sanaartortitsinermut Aqutsisoqarfik, september 1996

Trykt hos: Nuuk Offset ApS
Oplag: 300

Indhold

0. Forord	6
1. Indledning	7
1.1 Betonforskriftens anvendelse	7
1.2 Almene funktionskrav	7
1.3 Grundlæggende begreber	8
... 1.3.1 Betontyper, 8	
... 1.3.2 Kontrol, 8	
1.4 Holdbarhed	8
... 1.4.1 Miljøpåvirkninger, 8	
... 1.4.2 Konstruktionsudformning, 9	
... 1.4.3 Vedligeholdelse, 9	
... 1.4.4 Overfladebeskyttelse, 9	
... 1.4.5 Reparation, 10	
... 1.4.6 Betonskader, 10	
2. Delmaterialer	13
2.1 Cement	13
2.2 Vand	13
2.3 Tilsætningsstoffer	14
... 2.3.1 Pladsblandet beton, 14	
... 2.3.2 Fabriksbeton, 14	
2.4 Tilslagsmaterialer	14
... 2.4.1 Sand, 15	
... 2.4.2 Sten, 15	
3. Sammensætning	17
3.1 Betontyper, pladsblandet	17
... 3.1.1 Beton 1:2:3, 17	
... 3.1.2 Beton 1:3:5, 18	
... 3.1.3 Beton 1:4:6, 19	
... 3.1.4 Beton 1:2:2, 19	
3.2 Betontyper, fabriksblandet	21
... 3.2.1 Beton 1:2:3, 21	
... 3.2.2 Beton 1:3:5, 21	
... 3.2.3 Beton 1:4:6, 22	
... 3.2.4 Beton 1:2:2, 22	

UC-CONSEPT

ERVIND
PULSEN

4. Udførelse	25
4.1 Formarbejde	25
... 4.1.1 Forskalling, 25	
... 4.1.2 Støbeskel, 26	
... 4.1.3 Armering, 26	
... 4.1.4 Indstøbningsdele, 27	
4.2 Blanding og transport af beton	27
... 4.2.1 Blanding på byggeplads, 27	
... 4.2.2 Blanding på betonfabrik, 28	
... 4.2.3 Transport, 28	
4.3 Udstøbning af beton	29
... 4.3.1 Udlægning og vibrering, 29	
... 4.3.2 Støbning i tørlagt byggegrube, 29	
... 4.3.3 Støbning af varm beton, 30	
4.4 Efterbehandling af beton	30
... 4.4.1 Beskyttelse mod udtørring, 30	
... 4.4.2 Beskyttelse mod udvaskning, 31	
... 4.4.3 Beskyttelse mod frost, 31	
... 4.4.4 Beskyttelse mod havvand, 31	
... 4.4.5 Beskyttelse mod hærdevarme, 31	
5. Kontrol	33
5.1 Forprøvning	33
... Byggematerialer, 33	
... Prøveblanding, 33	
5.2 Kontrolprøvning	34
... 5.2.1 Kontrolafsnit, 34	
... 5.2.2 Kontrolklasser, 34	
... 5.2.3 Prøveudtagning til styrkekontrol, 35	
... 5.2.4 Prøveudtagning til sætmål og luftindhold, 35	
... 5.2.5 Journal, 35	
5.3 Prøvningsmetoder	36
... 5.3.1 Sætmålsprøvning, 36	
... 5.3.2 Prøvning af luftindhold, 36	
... 5.3.3 Trykstyrkeprøvning, 36	
5.4 Vurdering af betons trykstyrke	37
... 5.4.1 Beton 1:2:3, 37	
... 5.4.2 Beton 1:2:2, 38	
... 5.4.3 Vurdering ved nomogram, 38	

5.4 Vurdering af frisk beton	39
... 5.4.1 Konsistens, 39	
... 5.4.2 Luftindhold, 39	
6. Dimensionering	43
6.1 Beregningsmetoder	43
6.2 Karakteristiske værdier	43
... 6.2.1 Armering, 43	
... 6.2.2 Beton, 43	
6.3 Klasseindeling	44
... 6.3.1 Miljøklasser, 44	
... 6.3.2 Kontrolklasser, 44	
... 6.3.3 Sikkerhedsklasser, 46	
6.4 Sikkerhed	46
... 6.4.1 Sikkerhedsvurdering ved beregning, 46	
... 6.4.2 Regningsmæssige laster, 47	
... 6.4.3 Regningsmæssige materialeparametre, 47	
7. Konstruktionsudformning	49
7.1 Beton	49
... 7.1.1 Konstruktionsdeles geometri, 49	
7.2 Armering	49
... 7.2.1 Armeringsføring, 49	
... 7.2.2 Dæklag, 49	
... 7.2.3 Armeringsafstande, 50	
8. Efterreparation	51
8.1 Reparation	51
8.2 Injicering	51
8.3 Overfladebeskyttelse	51
9. Prøvningsmetoder	53
9.1 Prøvningsmetoder for beton DS 423	53
9.2 Prøvningsmetoder for tilslag DS 405	54
9.3 DS 423.12 Konsistens, Sætmål	54
9.4 DS 423.15 Frisk beton, Luftindhold	58
9.5 DS 423.23 Hærdnet beton, Trykstyrke	62

0. Forord

Grønlands Bygningsreglement stiller krav om, at betonkonstruktioner skal kunne modstå de normalt forekommende statiske og dynamiske påvirkninger. Kravet kan anses for opfyldt, såfremt betonkonstruktionerne dimensioneres og udføres på grundlag af »Forskrift for betonkonstruktioner«.

Bestemmelserne for betonkonstruktioner blev første gang udgivet i 1983 under betegnelsen »Foreløbige forskrifter for betonkonstruktioner«.

Den foreliggende forskrift for betonkonstruktioner er et led i en samlet revision af de foreløbige forskrifter for bygningskonstruktioner i Grønland.

0.1 Forskriftens ikrafttræden

»Forskrift for betonkonstruktioner« vil erstatte »Foreløbige forskrifter for betonkonstruktioner« af 1983. »Forskrift for betonkonstruktioner« træder i kraft ved udgivelsen.

0.2 Overgangsbestemmelser

I en overgangsperiode, dvs. indtil september 1997, kan bygværker, som er projekteret efter »Foreløbige forskrifter for betonkonstruktioner«, opføres efter disse.

*Namminersornerullutik Oqartussat
Nuuk 1996*

1. Indledning

DS 411 gælder i Grønland

Dansk Ingeniørforenings norm for betonkonstruktioner, DS 411 udgave 3 fra marts 1984 med revision af 1. maj 1990 træder i kraft i Grønland fra september 1996, idet følgende »Forskrift for betonkonstruktioner« også skal overholdes. »Forskrift for betonkonstruktioner« er udarbejdet med det formål at tage hensyn til forholdene i Grønland, herunder de klimamæssige forhold.

Forskriften skal overholdes

Forskriftens funktion

1.1 Betonforskriftens anvendelse

»Forskrift for betonkonstruktioner« fastlægger hvordan Dansk Ingeniørforenings norm for betonkonstruktioner DS 411 udgave 3 fra marts 1984 med revision af 1. maj 1990 skal bruges i forbindelse med projekter. Der er således fastlagt væsentlige forhold som delmaterialer, sammensætning og egenskaber for de betontyper, som kan anvendes til konstruktioner. Desuden er der fastlagt kontrolklasser og miljøklasser.

Gyldighedsområde

»Forskrift for betonkonstruktioner« gælder for beton i bygningskonstruktioner og til anlægsarbejder.

Fortolkning

Der kan forekomme specielle tilfælde inden for forskriftens gyldighedsområde, hvor forskriftens tekst ikke er dækkende. Det er derfor nødvendigt i de enkelte tilfælde at vurdere, om forskriftens tekst dækker fuldstændigt eller kun delvist. Tvivlsspørgsmål afgøres af Sanaartortitsinermut Aqutsisoqarfik.

Vejledning

Som supplement til krav i forskriften er der anført en vejledende tekst. Denne vejledning indeholder ikke krav, men giver en uddybende forklaring, som har til formål at lette forskriftens anvendelse.

Holdbarhed og sikkerhed

1.2 Almene funktionskrav

Forskriftens krav tilsigter, at projekterede og udførte betonkonstruktioner får fornøden holdbarhed, sikkerhed mod brud og en passende levetid under de forhold, som gælder for betonkonstruktioner i Grønland.

Begrænset valgfrihed	<p>1.3 Grundlæggende begreber</p> <p>Forskriften fastlægger en begrænsning af den valgfrihed, som findes i DS 411. Dette er foretaget, for at sikre betonkonstruktionernes fornødne holdbarhed og sikkerhed mod brud ved de forhold, hvorunder betonarbejdet skal udføres.</p>
Opdeling i klasser	<p>Der er i forskriften fastlagt krav til miljø- og sikkerhedsklasser samt styrke- og kontrolklasser.</p>
Fire betontyper i Grønland	<p><i>1.3.1 Betontyper</i></p> <p>Forskriften fastlægger anvendelsen af fire typer beton:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Beton 1:2:3 efter rumfang. ■ Beton 1:3:5 efter rumfang. ■ Beton 1:4:6 efter rumfang. ■ Beton 1:2:2 efter rumfang (tidevandsbeton).
Anvendelse af betontyper	<p>Forskriften anviser, hvor disse betontyper kan anvendes. Desuden fastlægges krav til betons delmaterialer og sammensætning samt betonarbejdets udførelse. Endelig fastsættes de karakteristiske egenskaber, som skal anvendes ved projektering af betonkonstruktioner med disse betontyper.</p>
Karakteristiske egenskaber	<p>Desuden fastlægges krav til betons delmaterialer og sammensætning samt betonarbejdets udførelse. Endelig fastsættes de karakteristiske egenskaber, som skal anvendes ved projektering af betonkonstruktioner med disse betontyper.</p>
Fabriks- / byggepladsbeton	<p><i>1.3.2 Kontrol</i></p> <p>Det forudsættes, at ovennævnte betontyper enten vil blive fremstillet på betonfabrik eller på byggeplads.</p>
Kontrolklasse	<p>Forskriften fastsætter kontrolklasser i relation til betontype og lokalitet. Disse krav gælder både for projektering og for betonarbejdets udførelse.</p>
Vilkår	<p>1.4 Holdbarhed</p> <p>Byggearbejde udføres under vilkår, som i høj grad bestemmer de krav, der må stilles til såvel projektering som betonsammensætning og betonarbejdets udførelse.</p>
Vejrligsforanstaltninger	<p><i>1.4.1 Miljøpåvirkninger</i></p> <p>På grund af de klimatiske forhold må det påregnes, at en stor del af betonarbejdet må gennemføres med vejrligsforanstaltninger. Nogle betonarbejder må således udføres ved lave temperaturer, dvs. med særlige vinterforholdsregler.</p>
Lave temperaturer	<p>Luften er generelt meget tør. Det stiller krav til betons efterbehandling for at opnå en god hærkning og dermed sikre en rimelig holdbarhed af betonen.</p>
Tør luft	

	<i>1.4.2 Konstruktionsudformning</i>
Udformning efter vejrforhold	Udformning af betonkonstruktioner skal tage hensyn til blandt andet de vanskelige vejrforhold, hvorunder betonarbejder ofte må udføres. Desuden anvendes der normalt skærver som tilslag til beton.
Konstruktive detaljer	Dette kræver særlig hensyntagen ved udformning af betonkonstruktioners detaljer, herunder også armeringsføring og -tæthed.
Tolerancer og dimensioner	Tolerancer, betondimensioner og afstande mellem armeringsstænger må således ikke være knebne. Forskriften stiller krav til minimalt dæklag for armering samt minimal afstand mellem armeringsstænger.
Ensartede dimensioner	Ensartede betondimensioner bør tilstræbes af hensyn til styring af betons hærdning uden kompliceret beskyttelse i hærdningsperioden.
Effektiv afvanding	Betonkonstruktioner bør udformes således, at der opnås effektiv afvanding fra betonoverflader, som er udsat for vejrliget.
	<i>1.4.3 Vedligeholdelse</i>
Plan for eftersyn	For at kunne observere svigtende holdbarhed i tide bør der som led i projekteringen udarbejdes en plan for eftersyn af bygværker, således at der kan foretages en forebyggende vedligeholdelse.
	<i>1.4.4 Overfladebeskyttelse</i>
Krav til beskyttet beton	Overfladebeskyttelse af konstruktionsdele af armeret beton medfører ikke, at krav til betons sammensætning, udstøbning og komprimering kan slækkes i forhold til de krav, som er stillet i forskriften.
Ekstra beskyttelse og æstetik	Overfladebeskyttelse af betonkonstruktioner kan anvendes, fx som ekstra beskyttelse eller af æstetiske grunde. Når overfladebeskyttelse af beton projekteres, bør der udarbejdes plan for vedligeholdelse og genbehandling.
Krav til overfladebeskyttelse	Forskriften indeholder krav til efterreparation af beton, herunder funktionskrav til overfladebeskyttelse.

Gælder ikke for reparation	<p><i>1.4.5 Reparation</i></p> <p>»Forskrift for betonkonstruktioner« gælder for projektering og udførelse af nye betonkonstruktioner. Krav til rehabilitering og reparation af ældre betonkonstruktioner er ikke medtaget i forskriften.</p>
Fejl, mangler og brækage	<p>Hvor et betonarbejdes udførelse efter forskriften ikke er konditionsræssigt, eller hvor der forekommer brækage, kan det komme på tale at reparere konstaterede fejl og mangler. Dette kan dog ikke ske uden en særlig aftale med bygherren. Foreslåede reparationsmetoder skal forelægges bygherren med henblik på dennes indforståelse med, at en reparation iværksættes.</p>
Overfladereparation	<p>Forskriften indeholder krav til overfladereparation af beton i nyopførte konstruktioner, hvor der ikke er opnået tilstrækkelig komprimering til beskyttelse af armeringen.</p>
Injicering af revner	<p>Forskriften indeholder også krav til injicering af enkeltrevner i beton.</p>
Ugunstigt miljø for beton	<p><i>1.4.6 Betonskader</i></p> <p>Miljøet er ugunstigt, både for betonstøbning og for betonkonstruktioner. Det vil derfor være forventeligt for beton at finde skadebilleder som følge af frost, termorevner og alkalireaktion. For armering vil tilsvarende skadebilleder som korrosion fra carbonatisering og chloridindtrængning være forventelige.</p>
Beton før og efter 1976	<p>Projektering og udførelse af betonkonstruktioner har indtil nu omfattet to perioder, nemlig perioden før 1976, hvor Dansk Ingeniørforenings Normer for Bygningskonstruktioner, Beton- og jernbetonkonstruktioner, DS 411 udgave 1, fra 1949 var gældende og perioden efter 1976, hvor de »Foreløbige forskrifter for betonkonstruktioner« blev indført.</p>
Erfaringer før 1976	<p>Den i 1996 vedtagne »Forskrift for betonkonstruktioner« bygger på de erfaringer, som er opnået med betonkonstruktioner efter »Foreløbige forskrifter for betonkonstruktioner« fra 1976.</p>
Justerede krav til beton	<p>Beton i bygværker, opført efter de foreløbige forskrifter fra 1976, er blevet undersøgt i 1994. Det har givet anledning til visse justeringer i de nye forskrifter.</p>

- Luftindblandet beton *Frostskader.* Krav om anvendelse af luftindblandet beton til konstruktioner kan være årsag til at der ikke observeres frostskader på hærdnet beton i landanlæg.
- Frysning af frisk beton Anvendelse af luftindblandet beton har dog ikke kunnet hindre frostskader som følge af frysning af frisk beton, hvorved der dannes islinser i betonen («påfuglespor»). Det er det yderste betonlag, som derved skades, idet betonen bliver porøs og gennemtrængelig. Derved er der mulighed for indtrængning af aggressive stoffer. Det kan så medføre armeringskorrosion som følge af carbonatisering og chloridindtrængning.
- Havvandskonstruktioner Beton i havvandskonstruktioner (tidevandsbeton) efter de foreløbige forskrifter har for enkelte konstruktionsdele vist frostskader og mindre holdbarhed end forventet. Det har givet anledning til visse justeringer i den nye forskrift.
- Store temperaturdifferencer *Termorevner.* Stor temperaturforskel mellem sommer og vinter og mellem dag og nat kræver særlige forholdsregler, både ved projektering og ved betonarbejdets udførelse, for at undgå revner i betonen.
- Ikke holdbarhedsproblem Der er ikke observeret revner i beton som følge af store temperaturdifferenser og som kan siges at være af generel betydning for betons holdbarhed. De steder hvor revnedannelse er observeret, kan denne henføres til enten manglende hensyntagen hertil ved projektering eller en mangelfuld beskyttelse i betonens hærdningsperiode. Disse observationer har givet anledning til justeringer i den nye forskrift.
- Alkalireaktion i Norge *Alkalireaktion.* I Norge er det gennem de sidste ca. 5 år konstateret, at alkalireaktion kan være en medvirkende årsag til revnedannelse i betonkonstruktioner som fx kraftværker, dæmninger, broer, mastefundamenter, havnekonstruktioner og bygningskonstruktioner. En del af de bjergarter, der som tilslag i beton kan medføre alkalireaktion i Norge, findes også i Grønland.
- Grundfjeldet Hovedparten af det isfrie Grønland, og i særdeleshed områderne med høj koncentration af byer på vestkysten, består af grundfjeld, domineret af gnejs med indslag af granit og amfibolit. Her er alkalireaktion ikke observeret.

Vestgrønland	Mulige alkalireaktive bjergarter i grundfjeldet i Vestgrønland er sedimentære indslag af kvartsit, fx ved Ivittuut. Desuden er der forkastningszoner med mylonitiske gnejser, fx ved Kangerlussuaq.
Sydgrønland	I Sydgrønland, øst for Narsaq udgør sandsten og lavaer ligeledes potentielt alkalireaktive bjergarter.
Østgrønland	I Østgrønland nord for Ittoqqortoormiit optræder kaledonske bjergarter, modsvarende de kaledonske bjergarter i Norge. Blandt disse er sandsten, fyllit og kvartsit fundet at være alkalireaktive i Norge.
Nordgrønland	I Nordgrønland udgør de samme bjergarter en mulig risiko i den nordgrønlandske foldekæde. I både Øst- og Nordgrønland må anvendelsen af beton dog endnu anses for at være minimal.
Vest- og Østgrønland	De tertiære basalter ved Disko i Vestgrønland samt syd for Ittoqqortoormiit i Østgrønland kan indeholde alkalireaktive mineraler som chalcedon og opal, der sammen med vulkansk glas er alkalireaktive bestanddele i basalter.
Prøvning af nye tilslagstyper	På denne baggrund er det relevant at foretage prøvning for mulig alkalireaktivitet af nye tilslagstyper. Dette anses dog ikke for at være nødvendigt, hvor tilslaget tidligere har været anvendt med gode erfaringer i passende lang tid.
Høj carbonatiseringshastighed	<i>Korrosion som følge af carbonatisering.</i> Carbonatiseringshastigheden i beton, støbt før vedtagelsen af »Foreløbige forskrifter for betonkonstruktioner« i 1976, er observeret at være ret stor og har skabt en del holdbarhedsproblemer. Luften er generelt så tør, at der er gunstige betingelser for carbonatisering af beton.
Ikke et holdbarhedsproblem	For beton, der har opfyldt krav i »Foreløbige forskrifter for betonkonstruktioner«, er det ikke observeret, at carbonatisering har medført korrosion på armering med konditionsmæssigt dæklag. Der er derfor ikke foretaget justering af betonblandinger eller dæklag i den nye forskrift.
Nye krav til tidevandsbeton	<i>Korrosion som følge af chloridindtrængning.</i> Observation af armeringskorrosion i enkelte marine konstruktioner har givet anledning til at foretage mindre justeringer af krav til tidevandsbeton i den nye forskrift.

2. Delmaterialer

Betons delmaterialer Beton til konstruktioner skal bestå af cement, tilslag, vand samt plastificerende og luftindblandende tilsætningsstoffer.

2.1 Cement

Krav i DS 427 Cement skal være hurtighærdnende og opfylde kravene hertil i DS 427: »Norm for portlandcement og portlandflyveaskecement«.

Basis-Cement Basis-Cement fra Aalborg Portland kan anvendes i beton til passiv miljøklasse. Basis-Cement må i Grønland ikke anvendes i beton til moderat og aggressiv miljøklasse, herunder til havvandskonstruktioner (tidevandsbeton).

Krav på brugstidspunkt Krav i DS 427 til hurtighærdnende cement skal være opfyldt på brugstidspunktet. Cement skal opbevares tørt, dvs. beskyttet mod regn og jordfugtighed, og må ikke være ældet eller på anden måde beskadiget under transport og lagring. Knoldet eller stenløben og på anden måde beskadiget cement må ikke anvendes.

Vejledning: Det skal ved prøvning på et af DANAK akkrediteret laboratorium
: dokumenteres, at importeret cement fra fx Canada og Island op-
: fylder krav i DS 427 til hurtighærdnende cement.
: DANAK står for Dansk Akkreditering.

2.2 Vand

Ferskvand Vand til betonblanding skal være rent, klart ferskvand og ikke indeholde stoffer i en sådan koncentration, at det kan skade beton og armering.

Vejledning: Forskriftens krav til støbevand er normalt overholdt ved anvendelse af vandværksvand.
: Såfremt der ikke anvendes vandværksvand, skal indholdet af
: skadelige stoffer for beton og armering være dokumenteret ved
: kemisk analyse. Dette skal ske på et af DANAK akkrediteret
: laboratorium. Indhold af stoffer som chlorid, sulfat, sulfid, nitrat,
: natrium, kalium, humus og kulhydrat skal således være bestemt
: og dokumenteret ikke at kunne skade beton og armering ved de
: anvendte vandindhold i beton.

	2.3 Tilsætningsstoffer
Plastificering, luftindblanding	Der skal i al beton til konstruktioner anvendes plastificerende og luftindblandende tilsætningsstof. Disse tilsætningsstoffer må ikke indeholde stoffer i en sådan koncentration, af det kan skade beton og armering.
Opbevaring	Leverandørens anvisninger om opbevaringsforhold og -tid skal efterkommes. Tilsætningsstoffer må ikke udsættes for frost under transport og opbevaring.
Chloridindhold	Indholdet af chlorid i tilsætningsstoffer til armeret beton skal være så begrænset, at beton højst tilføres chlorid i en mængde af 0,02 procent af cementmassen i betonen.
Byggeplads / betonfabrik	Der er forskellige krav til anvendelsen af tilsætningsstoffer til beton, der er blandet på byggeplads og til beton, der er leveret fra betonfabrik.
	<i>2.3.1 Pladsblandet beton</i>
Plastiment-FNG	Til al beton, der blandes på byggeplads, skal der tilsættes et kombineret luftindblandende og plastificerende tilsætningsstof, fx som Sika Plastiment-FNG.
Varedeklaration	Tilsætningsstoffer skal leveres med varedeklaration, omfattende egenskaber og karakteristika af betydning for hoved- og bivirkninger, samt være tydeligt mærket med hensyn til sidste brugsdato. Desuden skal mindste og største opbevaringstemperatur være oplyst. Der må ikke bruges andre tilsætningsstoffer udover det kombinerede luftindblandende og plastificerende tilsætningsstof.
Ingen andre tilsætningsstoffer	
	<i>2.3.2 Fabriksblandet beton</i>
Plastificering, luftindblanding	Beton, der blandes på fabrik, skal tilsættes plastificerende og luftindblandende tilsætningsstoffer.
Varedeklaration	Tilsætningsstoffer skal leveres med varedeklaration, omfattende egenskaber og karakteristika af betydning for hoved- og bivirkninger, samt være tydeligt mærket med hensyn til sidste brugsdato. Desuden skal mindste og største opbevaringstemperatur være oplyst.
Vejledning:	Tilsætningsstoffers egnethed skal dokumenteres ved forprøving. Det skal her eftervises, at de ønskede egenskaber og karakteristika for den friske og hærdnede beton kan opnås for beton med de anvendte delmaterialer og under relevante forhold som

- Vejledning: blanding, transport, udstøbning, komprimering og efterbehandling. Desuden skal bivirkninger for en overdosering på 100 procent konstateres.
- : Varedeklaration for tilsætningsstoffer til beton skal omfatte
 - : mindst: Aktive komponenter (type), indhold af chlorid og alkali-
 - : metalioner (som ækvivalent Na_2O), pH-værdi, tørstofindhold og
 - : densitet. Desuden skal farven være deklareret.
 - : Selv om visse tilsætningsstoffer som fx Plastiment-FNG kan
 - : tåle frost, skal de alligevel i frostvejr opbevares i opvarmet skur,
 - : fordi frysning vil medføre dannelse af iskrystaller i væsken.

2.4 Tilslagsmaterialer

Funktionskrav Betons tilslag skal bestå af sand og sten med egenskaber og karakteristika, som sikrer, at betonen opnår de ønskede egenskaber og den forudsatte holdbarhed i konstruktioner, hvor betonen skal anvendes.

Alkaliinaktive bjergarter Det skal dokumenteres, at tilslagsmaterialer består af alkaliinaktive bjergarter, som ikke medfører skader fra alkalireaktioner. Tilslagsmaterialer, der har været anvendt til beton i mindst 20 år uden observerede skader fra alkali-reaktion, kan betragtes som alkaliinaktiv uden anden form for dokumentation.

Prøvning for alkalireaktivitet Hvor denne dokumentation ikke foreligger, skal leverandøren udføre prøvning af tilslagsmaterialerne, som kan dokumentere egnethed som betontilslag uden risiko for skader fra alkalireaktion. Prøvning skal omfatte petrografisk analyse og mørtelprismeprøvning efter ASTM P 214.

Tilslag adskilt i sand og sten Tilslagsmaterialer skal være adskilt i sand og sten. Der kræves ikke kornkurvebestemmelse af sand og sten.

Urenheder Tilslagsmaterialer skal være fri for urenheder i en sådan mængde, at beton og armering ikke kan skades derved.

- Vejledning: Skadeligt indhold i tilslagsmaterialer til beton kan fx være tang,
- : kalkskaller, træstumper, højporøse partikler, ler, glimmer, sten-
 - : mel og humus.
 - : Potentielt alkalireaktive bjergarter er omtalt i forskriftens ind-
 - : ledning punkt 1.4.6.
 - : Indhold af jernholdige bjergarter i betontilslag kan ved iltning
 - : misfarve betonoverflader (rustudfældning), og bør derfor undgås.

2.4.1 Sand

Definition på sand Ved sand forstås tilslag med partikler mindre end 4 mm.

Indtogtede sandmaterialer Indtogtede materialer må uden sigtning anvendes som

- Vejledning: blanding, transport, udstøbning, komprimering og efterbehandling. Desuden skal bivirkninger for en overdosering på 100 procent konstateres.
- : Varedeklaration for tilsætningsstoffer til beton skal omfatte
 - : mindst: Aktive komponenter (type), indhold af chlorid og alkali-
 - : metalioner (som ækvivalent Na_2O), pH-værdi, tørstofindhold og
 - : densitet. Desuden skal farven være deklareret.
 - : Selv om visse tilsætningsstoffer som fx Plastiment-FNG kan
 - : tåle frost, skal de alligevel i frostvej opbevares i opvarmet skur,
 - : fordi frysning vil medføre dannelse af iskrystaller i væsken.

2.4 Tilslagsmaterialer

Funktionskrav	Betons tilslag skal bestå af sand og sten med egenskaber og karakteristika, som sikrer, at betonen opnår de ønskede egenskaber og den forudsatte holdbarhed i konstruktioner, hvor betonen skal anvendes.
Alkaliinaktive bjergarter	Det skal dokumenteres, at tilslagsmaterialer består af alkaliinaktive bjergarter, som ikke medfører skader fra alkalireaktioner. Tilslagsmaterialer, der har været anvendt til beton i mindst 20 år uden observerede skader fra alkali-reaktion, kan betragtes som alkaliinaktiv uden anden form for dokumentation.
Prøvning for alkalireaktivitet	Hvor denne dokumentation ikke foreligger, skal leverandøren udføre prøvning af tilslagsmaterialerne, som kan dokumentere egnethed som betontilslag uden risiko for skader fra alkalireaktion. Prøvning skal omfatte petrografisk analyse og mørtelprismeprovning efter ASTM P 214.
Tilslag adskilt i sand og sten	Tilslagsmaterialer skal være adskilt i sand og sten. Der kræves ikke kornkurvebestemmelse af sand og sten.
Urenheder	Tilslagsmaterialer skal være fri for urenheder i en sådan mængde, at beton og armering ikke kan skades derved.
Vejledning:	Skadeligt indhold i tilslagsmaterialer til beton kan fx være tang, kalkskaller, træstumper, højporøse partikler, ler, glimmer, stensmel og humus.
	Potentielt alkalireaktive bjergarter er omtalt i forskriftens indledning punkt 1.4.6.
	Indhold af jernholdige bjergarter i betontilslag kan ved iltning misfarve betonoverflader (rustudfældning), og bør derfor undgås.
	2.4.1 Sand
Definition på sand	Ved sand forstås tilslag med partikler mindre end 4 mm.
Indtøgtede sandmaterialer	Indtøgtede materialer må uden sigtning anvendes som

sandtilslag til beton, når det ved sigtning er dokumenteret, ikke at indeholde mere end 15 procent sten efter rumfang.

Vejledning: Indtogtet strandsand skal være lysegråt og i det væsentlige bestå af kvarts og granit. Sand må ikke være mørkt med indhold af basalt og glimmer.

2.4.2 Sten

Definition på sten

Ved sten forstås tilslag med partikler større end 4 mm.

Frostbestandighed

Stenmaterialer skal bestå af frostbestandige bjergarter, således at der ikke er risiko for dannelse af frostspringere.

Indtogtede stenmaterialer

Indtogtede materialer må uden sigtning anvendes som stentilslag til beton, når det ved sigtning er dokumenteret ikke at indeholde mere end 10 procent sand efter rumfang.

Stenmel i skærver

Skærver må højst indeholde 4 procent skærvemel.

Største stenstørrelse

Stens maksimale partikelstørrelse må ikke overstige 32 mm til armeret beton og uarmerede, pudsfrie vægge. Til beton i spinkle konstruktionsdele og konstruktionsdele med tætliggende armering skal stens maksimale stenstørrelse være mindre, men dog ikke under 16 mm.

»Grovbeton«

Til uarmeret beton 1:3:5 i fundamenter (»grovbeton«) kan der anvendes sten med maksimal størrelse på 64 mm.

»Tidevandsbeton«

Til beton 1:2:2 efter rumfang (»tidevandsbeton«) skal sten være skærver.

3. Sammensætning

Funktionskrav	Beton skal sammensættes således, at stillede krav til frisk, hærdnende og hærdnet betons egenskaber og karakteristika bliver opfyldt.
Fire betontyper	Beton til konstruktioner kan være en af fire typer beton, for hvilke det gælder, at det er muligt at opfylde de i forskriften stillede krav til beton i konstruktioner.
Byggeplads / betonfabrik	Disse betontyper kan enten være blandet på byggeplads eller blandet på og leveret fra en fabrik.

3.1 Betontyper, pladsblandet

3.1.1 Beton 1:2:3

Passiv / moderat miljøklasse	Til beton i passiv og moderat miljøklasse anvendes beton, der opfylder følgende krav, jf. tabel 3.1:
Blandingsforhold	■ Betonens blandingsforhold efter rumfang skal være Cement : sand : sten = 1 : 2 : 3.
Plastificering	■ Betonen skal være plastificeret, idet der tilsættes et kombineret plastificerende og luftindblandende tilsætningsstof som fx Sika Plastiment-FNG.
Bearbejdelighed	■ Betonens bearbejdelighed skal være tilstrækkelig til at udstøbe og komprimere (vibrere) betonen uden grovporøsiteter. Såfremt betonen er stabil, således at der ikke forekommer separation af sten og vand, kan der anvendes et sætmål på maksimalt 150 mm.
Luftindblanding	■ Betonen skal være luftindblandet, således at betonens luftindhold er 3-5 procent af betonens rumfang.
Karakteristisk trykstyrke	■ Betonens karakteristiske trykstyrke ved en modenhed på 14 døgn skal mindst være 15 MPa.
For lidt/meget luft	Hvis det ikke er muligt at overholde de stillede krav til betonens luftindhold, må dosering af tilsætningsstof tilpasses, således at den friske beton opnår et luftindhold på 3-5 procent af betonens rumfang.
For lille trykstyrke	Hvis betonen grundet særlige forhold ikke kan opfylde det stillede styrkekrav, skal årsagen hertil undersøges. Kan årsagen ikke fjernes, må der anvendes en betonblanding, som indeholder mere cement.

Vejledning: Beton 1:2:3 har et tilstræbt indhold af hurtighærdnende cement
: på ca. 300 kg/m³ beton og et w/c-forhold på ca. 0,50.

Vejledning: Tilsætning af tilsætningsstof skal ske efter leverandørens anvisninger, herunder om tilsætningsstoffet skal anvendes ufortyndet.
 : Betonens sætmål skal afpasses formens geometri og armeringens
 : tæthed. Den maksimale grænse for betons sætmål må kun udnyttes, hvis den friske beton er stabil og uden tendens til separation.
 : Betonens sætmål bør normalt mindst være ca. 100 mm, men fx
 : gulve kan dog kræve mindre sætmål. Beton 1 : 2 : 3 kan anvendes
 : til fx bærende konstruktionsdele af armeret beton, vigtige fundamenter og uarmerede vægge, der skal fremtræde pudsfri.

3.1.2 Beton 1:3:5

Passiv miljøklasse	Til beton i passiv miljøklasse og lempet kontrolklasse kan anvendes beton, som opfylder følgende krav, jf. tabel 3.1:
Blandingsforhold	■ Betonens blandingsforhold efter rumfang skal være Cement : sand : sten = 1 : 3 : 5.
Plastificering	■ Betonen skal være plastificeret, idet der tilsættes et kombineret plastificerende og luftindblandende tilsætningsstof som fx Sika Plastiment-FNG.
Bearbejdelighed	■ Betonens bearbejdelighed skal være tilstrækkelig til at udstøbe og komprimere (vibrere) betonen uden grovporøsiteter. Såfremt betonen er stabil, således at der ikke forekommer separation af sten og vand, kan der anvendes et sætmål på maksimalt 120 mm.
Luftindblanding	■ Betonen skal være luftindblandet, således at betonens luftindhold er 4-6 procent af betonens rumfang.
Trykstyrke	■ Betonens karakteristiske trykstyrke ved en modenhed på 14 døgn skal mindst være 5 MPa.
For lidt / meget luft	Hvis det ikke er muligt at overholde de stillede krav til betonens luftindhold, må dosering af tilsætningsstof tilpasses, således at den friske beton opnår et luftindhold på 4-6 procent af betonens rumfang.
For lille trykstyrke	Hvis betonen grundet særlige forhold ikke kan opfylde det stillede styrkekrav, skal årsagen hertil undersøges. Kan årsagen ikke fjernes, må der anvendes en betonblanding, som indeholder mere cement.

Vejledning: Beton 1:3:5 har et tilstræbt indhold af hurtighærdnende cement på ca. 200 kg/m³ beton og et v/c-forhold på ca. 0,65.
 : Tilsætning af tilsætningsstof skal ske efter leverandørens anvisninger, herunder om tilsætningsstoffet skal anvendes ufortyndet.
 : Beton 1:3:5 kan fx anvendes til liniefundamenter i huse med
 : højst 3 etager i lav sikkerhedsklasse.

	<i>3.1.3 Beton 1:4:6</i>
Passiv / moderat miljøklasse	Til klaplæg og rensebeton i passiv og moderat miljøklasse anvendes beton, der opfylder følgende krav, jf. tabel 3.1:
Blandingsforhold	■ Betonens blandingsforhold efter rumfang skal være Cement : sand : sten = 1 : 4 : 6.
Plastificering	■ Betonen skal være plastificeret, idet der tilsættes et kombineret plastificerende og luftindblandende tilsætningsstof som fx Sika Plastiment-FNG.
Bearbejdelighed	■ Betonens bearbejdelighed skal være tilstrækkelig til at udstøbe og håndstampe betonen, uden at der opstår grovporøsiteter. Der kan anvendes et sætmål på 100-150 mm.
Luftindblanding	■ Betonen skal være luftindblandet, således at betonens luftindhold er 4-6 procent af betonens rumfang.
For lidt/meget luft	Hvis det ikke er muligt at overholde de stillede krav til betonens luftindhold, må dosering af tilsætningsstof tilpasses, således at den friske beton opnår et luftindhold på 4-6 procent af betonens rumfang.

Vejledning: Beton 1:4:6 har et tilstræbt indhold af hurtighærdnende cement på ca. 170 kg/m³ beton.
 : Tilsætning af tilsætningsstof skal ske efter leverandørens anvisninger, herunder om tilsætningsstoffet skal anvendes ufortyndet.
 : Beton 1:4:6 må kun anvendes til klaplæg og rensebeton.

	<i>3.1.4 Beton 1:2:2</i>
Aggressiv miljøklasse	Til konstruktioner af armeret beton i aggressiv miljøklasse, fx i havvand, herunder også konstruktionsdele af armeret beton i tidevandszonen, anvendes beton, der skal opfylde følgende krav, jf. tabel 3.1:
Cementindhold	■ Betonens blandingsforhold efter rumfang skal være Cement : sand : sten = 1 : 2 : 2.
Plastificerende tilsætningsstof	■ Betonen skal være plastificeret, idet der tilsættes et kombineret plastificerende og luftindblandende tilsætningsstof som fx Sika Plastiment-FNG.
Bearbejdelighed	■ Betonens bearbejdelighed skal være tilstrækkelig til at udstøbe og komprimere betonen. Det skal ske ved vibering således, at betonen bliver fri for grovporøsiteter. Såfremt betonen er stabil, således at der ikke forekommer separation af sten og vand, kan der anvendes sætmål på maksimalt 150 mm.

Luftindblanding	■ Betonen skal være luftindblandet, således at betonens luftindhold er 4-6 procent af betonens rumfang.
Karakteristisk trykstyrke	■ Betonens karakteristiske trykstyrke ved en modenhed på 14 døgn skal mindst være 20 MPa.
For lidt / meget luft	Hvis det ikke er muligt at overholde de stillede krav til betonens luftindhold, må dosering af tilsætningsstof tilpasses, således at den friske beton opnår et luftindhold på 4-6 procent af betonens rumfang.
For lille trykstyrke	Hvis betonen grundet særlige forhold ikke kan opfylde det stillede styrkekrav, skal årsagen hertil undersøges. Kan årsagen ikke fjernes, må der anvendes en betonblanding, som indeholder mere cement.

Vejledning: Beton 1:2:2 har et tilstræbt indhold af hurtighærdende cement på mindst 375 kg/m³ beton og et v/c-forhold på maksimalt 0,45.

: Tilsætning af tilsætningsstof skal ske efter leverandørens anvisninger, herunder om tilsætningsstoffet skal anvendes ufortyndet.

: Betonens sætmål skal afpasses formens geometri og armeringens tæthed. Den maksimale grænse for betonens sætmål må kun udnyttes, hvis den friske beton er stabil og uden tendens til separation. Betonens sætmål bør mindst være ca. 100 mm.

: Beton 1:2:2 kan fx anvendes til fundamenter og pæle i havvand samt beton i aggressiv miljøklasse.

Betontype	1 : 2 : 3	1 : 3 : 5	1 : 4 : 6	1 : 2 : 2
C : Sa : St, efter rumfang	1 : 2 : 3	1 : 3 : 5	1 : 4 : 6	1 : 2 : 2
FNG, kg pr. 50 kg cement	0,33	0,33	0,33	0,33
Maksimalt sætmål, mm	150	120	150	150
Minimalt sætmål, mm	100*	100	100	100
Luftindhold, % af betonrumfang	3 - 5	4 - 6	4 - 6	4 - 6
Karakteristisk trykstyrke, MPa	15	5	—	20
Miljøklasser	Moderat/passiv	Passiv	Moderat/passiv	Aggressiv
Kontrolklasser	Normal/lempet	Normal/lempet	Normal/lempet	Normal
Sikkerhedsklasser	Lav/normal/høj	Lav/normal/høj	Lav/normal/høj	Lav/normal/høj

*Tabel 3.1. Krav til frisk og hærdnet beton, blandet på byggeplads. De anførte sætmål og luftindhold gælder for beton i udstøbningsøjeblikket. Den karakteristiske trykstyrke skal svare til 14 modenhedsdøgn. Betonens delmaterialer skal opfylde krav i kapitel 2 Delmaterialer. *Beton til gulve og belægninger kan kræve lavere sætmål af hensyn til udstøbningssteknikken. Udstøbning i koldt vejr kræver varm beton, jf. punkt 4.3.3.*

3.2 Betontyper, fabriksblandet

3.2.1 Beton 1:2:3

Passiv / moderat miljøklasse	Til beton i passiv og moderat miljøklasse kan der anvendes fabriksfremstillet beton, blandet på tvangsblender. Betonen skal opfylde følgende krav:
Cementindhold	■ Betonens cementindhold skal mindst være 300 kg/m ³ beton.
v/c-forhold	■ Betonens v/c-forhold skal være mindre end 0,55.
Plastificering	■ Betonen skal være plastificeret, idet der tilsættes et varedeklareret plastificerende tilsætningsstof.
Bearbejdelighed	■ Betonens bearbejdelighed skal være tilstrækkelig til at udstøbe og komprimere (vibrere) betonen uden grovporøsiteter. Såfremt betonen er stabil, således at der ikke forekommer separation af sten og vand, kan der anvendes et sætmål på maksimalt 150 mm.
Luftindblanding	■ Betonen skal være luftindblandet, idet der tilsættes et varedeklareret luftindblandende tilsætningsstof.
Luftindhold	■ Betonens luftindhold skal være 3-5 procent af betonens rumfang i velkomprimeret tilstand.
Karakteristisk trykstyrke	■ Betonens karakteristiske trykstyrke ved en modenhed på 14 døgn skal mindst være 15 MPa.
For lille trykstyrke	Hvis betonen grundet særlige forhold ikke kan opfylde det stillede styrkekrav, skal årsagen hertil undersøges. Kan årsagen ikke fjernes, må der anvendes en betonblanding, som indeholder mere cement.

- Vejledning:
- : Tilsætning af plastificerende og luftindblandende tilsætningsstoffer skal ske efter leverandørens anvisninger.
 - : Beton 1:2:3 kan anvendes til bærende konstruktionsdele af armeret beton i moderat og passiv miljøklasse.
 - : Betonens sætmål skal afpasses formens geometri og armeringens tæthed.
 - : Den maksimale grænse for betonens sætmål må kun udnyttes, hvis den friske beton er stabil og ikke har tendens til separation.

3.2.2 Beton 1:3:5

Passiv og moderat miljøklasse	Til beton i passiv miljøklasse og lempet kontrolklasse kan der anvendes fabriksfremstillet beton, blandet på tvangsblender. Betonen skal opfylde følgende krav:
-------------------------------	---

Cementindhold	■ Betonens cementindhold skal mindst være 200 kg/m ³ beton.
v/c-forhold	■ Betonens v/c-forhold skal være mindre end 0,60.
Plastificering	■ Betonen skal være plastificeret, idet der tilsættes et varedeklareret plastificerende tilsætningsstof.
Bearbejdelighed	■ Betonens bearbejdelighed skal være tilstrækkelig til at udstøbe og komprimere (vibrere) betonen uden grovporøsiteter. Såfremt betonen er stabil, således at der ikke forekommer separation af sten og vand, kan der anvendes et sætmål på maksimalt 120 mm.
Luftindblanding	■ Betonen skal være luftindblandet, idet der tilsættes et varedeklareret luftindblandende tilsætningsstof.
Luftindhold	■ Betonens luftindhold skal være 4-6 procent af betonens rumfang i velkomprimeret tilstand.
Karakteristisk trykstyrke	■ Betonens karakteristiske trykstyrke ved en modenhed på 14 døgn skal mindst være 10 MPa.
For lille trykstyrke	Hvis betonen grundet særlige forhold ikke kan opfylde det stillede styrkekrav, skal årsagen hertil undersøges. Kan årsagen ikke fjernes, må der anvendes en betonblanding, som indeholder mere cement.

Vejledning: Tilsætning af plastificerende og luftindblandende tilsætningsstoffer skal ske efter leverandørens anvisninger.
 : Beton 1:3:5 kan fx anvendes til liniefundamenter i huse med
 : højst 3 etager i lav sikkerhedsklasse.
 : Betonens sætmål skal afpasses formens geometri og armeringens
 : tæthed. Den maksimale grænse for betonens sætmål må kun ud-
 : nyttes, hvis den friske beton er stabil og ikke har tendens til sepa-
 : ration.

3.2.3 Beton 1:4:6

Passiv og moderat miljøklasse	Til klaplæg og rensbeton i passiv og moderat miljøklasse kan der anvendes fabriksfremstillet beton, blandet på tvangsblender. Betonen skal opfylde følgende krav, jf. tabel 3.2:
Cementindhold	■ Betonens cementindhold skal mindst være 170 kg/m ³ beton.
v/c-forhold	■ Betonens v/c-forhold skal være mindre end 0,70.
Plastificering	■ Betonen skal være plastificeret, idet der tilsættes et varedeklareret plastificerende tilsætningsstof. ■ Betonens bearbejdelighed skal være tilstrækkelig til at udstøbe og håndstampe betonen uden grovporøsiteter.

Bearbejdelighed	Der kan anvendes et sætmål på 100-150 mm.
Luftindblanding	■ Betonen skal være luftindblandet, idet der tilsættes et varedeklareret luftindblandende tilsætningsstof.
Luftindhold	■ Betonens luftindhold skal være 4-6 procent af betonens rumfang i velkomprimeret tilstand.
Vejledning:	Tilsætning af plastificerende og luftindblandende tilsætningsstoffer skal ske efter leverandørens anvisninger.
:	: Betonens sætmål skal afpasses formens geometri og armeringens
:	: tæthed. Den maksimale grænse for betonens sætmål må kun ud-
:	: nyttes, hvis den friske beton er stabil og ikke har tendens til sepa-
:	: ration.
:	: Beton 1:4:6 må kun anvendes til klaplag og rensebeton.
Aggressiv miljøklasse	<i>3.2.4 Beton 1:2:2</i> Til konstruktioner af armeret beton i aggressiv miljøklasse, herunder i havvand, også konstruktionsdele af armeret beton i tidevandszonen, kan der anvendes en fabriksfremstillet beton, blandet på tvangsblender, og som opfylder følgende krav, jf. tabel 3.2:
Cementindhold	■ Betonens cementindhold skal mindst være 375 kg/m ³ beton.
v/c-forhold	■ Betonens v/c-forhold skal være mindre end 0,45.
Plastificering	■ Betonen skal være plastificeret, idet der tilsættes et varedeklareret plastificerende tilsætningsstof.
Bearbejdelighed	■ Betonens bearbejdelighed skal være tilstrækkelig til at udstøbe og komprimere betonen. Det skal ske ved vibring således, at betonen bliver fri for grovporøsiteter. Såfremt betonen er stabil, således at der ikke forekommer separation af sten og vand, kan der anvendes sætmål på maksimalt 150 mm.
Luftindblanding	■ Betonen skal være luftindblandet, idet der tilsættes et varedeklareret luftindblandende tilsætningsstof.
Luftindhold	■ Betonens luftindhold skal være 4-6 procent af betonens rumfang.
Karakteristisk trykstyrke	■ Betonens karakteristiske trykstyrke ved en modenhed på 14 døgn skal mindst være 20 MPa.
For lille trykstyrke	Hvis betonen grundet særlige forhold ikke kan opfylde det stillede styrkekrav, skal årsagen hertil undersøges. Kan årsagen ikke fjernes, må der anvendes en betonblanding, som indeholder mere cement.

- Vejledning: Tilsætning af plastificerende og luftindblandende tilsætningsstoffer skal ske efter leverandørens anvisninger.
- : Beton 1:2:2 kan fx anvendes til fundamenter og pæle i havvand.
 - : Betonens sætmål skal afpasses formens geometri og armeringens tæthed. Den maksimale grænse for betonens sætmål må kun udnyttes, hvis den friske beton er stabil og ikke har tendens til separation.

Betontype	1 : 2 : 3	1 : 3 : 5	1 : 4 : 6	1 : 2 : 2
Minimalt cementindhold, kg/m ³	300	200	170	375
Maksimalt v/c-forhold	0,55	0,6	0,7	0,45
Plastificering	Ja	Ja	Ja	Ja
Maksimalt sætmål, mm	150	120	150	150
Minimalt sætmål, mm	100*	100	100	100
Luftindblanding	Ja	Ja	Ja	Ja
Luftindhold, % af betonrumfang	3 – 5	4 – 6	4 – 6	4 – 6
Karakteristisk trykstyrke, MPa	15	10	—	20
Miljøklasser	Moderat/passiv	Passiv	Moderat/passiv	Aggressiv
Kontrolklasser	Normal/lempet	Normal/lempet	Normal/lempet	Normal
Sikkerhedsklasser	Lav/normal/høj	Lav/normal/høj	Lav/normal/høj	Lav/normal/høj

- Tabel 3.2. Krav til frisk og hærdnet beton, blandet på fabrik og transporteret til byggeplads i rotérbil. De anførte sætmål og luftindhold gælder for beton i udstøbningsøjeblikket. Den karakteristiske trykstyrke skal svare til 14 modenhedsdøgn. Betonens delmaterialer skal opfylde krav i kapitel 2 Delmaterialer.*
- *Beton til gulve og belægninger kan kræve lavere sætmål af hensyn til udstøbningsteknikken. Udstøbning af beton i koldt vejr kræver anvendelse af varm beton, jf. punkt 4.3.3.*

4. Udførelse

Funktionskrav Arbejdet skal udføres i overensstemmelse med projektet under ledelse af kvalificeret personale. Myndighedernes krav med hensyn til sikkerhed og arbejdsmiljø på byggepladsen skal følges.

4.1 Formarbejde

4.1.1 Forskalling

Materialer De materialer, som anvendes til forme, herunder formolie, må ikke kunne skade eller misfarve beton.

Dimensionering Formens dele, samlinger, understøtninger og fundering skal være dimensioneret og udført således, at påvirkninger under arbejdets udførelse kan optages på forsvarlig måde.

Geometri Formene skal være udformet således, at den hærdnede beton opnår den foreskrevne geometri inden for den i projektet krævede tolerance.

Overforskalling Hvor overforskalling er påkrævet, skal den udføres som demonterbare formflager, som tillader omhyggelig understøbning og god komprimering ved vibrering. Disse formflager skal være forsynet med formtekstil på den side, som vender mod betonen.

Afformning Afformning må foretages, når den pågældende konstruktionsdel har opnået tilstrækkelig styrke og stivhed. Der må således ved afformning ikke ske revnedannelse eller afslås kanter af betonen.

Pudsfri betonoverflader Forme for beton til pudsfri overflader skal være så tætte, at betonens kitmasse eller mørtel ikke siver ud og skaber stenreder og grovporøsiteter i betonen samt sandstriber på betonoverfladen.

Vejledning: Anvendte formolier skal være frostsikre.

- : Hvis betonoverfladen senere skal males, må den anvendte formolie ikke kunne skade malingen.
- : Hvis der ikke er anført andet i projektet, kan lodrette betonflader (søjler og vægge) afformes, når beton i konstruktionsdelen har opnået en trykstyrke på 5 MPa. Tilsvarende kan en bøjningspåvirket konstruktionsdel (bjælker og plader) afformes, når betonen i konstruktionsdelen har opnået en trykstyrke på 10 MPa.
- : Konstruktionsdele bør ikke afformes tidligere end nødvendigt.

	<i>4.1.2 Støbeskel</i>
Placering	Støbeskel skal placeres som anført i projektet.
Orientering	Støbeskel skal være enten lodrette eller vandrette. Synlige støbeskel skal være afgrænset ved indlægning af trælistor i formen.
Midlertidige støbeskel	Ved pauser i støbearbejdet placeres midlertidige støbeskel. Pauserne må ikke være så lange, at betonen begynder at binde af. Efter pauser i støbearbejdet skal midlertidige støbeskel vibreres sammen således, at midlertidige støbeskel fjernes.
Rensning	Hvor støbeskel skal være tætte eller vandtætte skal støbeskel renses ved sandblæsning eller højtryksspuling inden fortsat udstøbning. Anvendes mekanisk mejsling, skal der afsluttes med sandblæsning eller højtryksspuling, hvor der fjernes mindst 5 mm af den behuggede betonoverflade.
Tætte støbeskel	Tætte støbeskel skal renses således, at sten blotlægges ca. 5 mm inden udstøbning.
Vandtætte støbeskel	Hvor støbeskel skal være vandtætte, indlægges injektionsslanger i støbeskellet til senere injicering efter leverandørens anvisning.
Kapillarbrydende støbeskel	Skal støbeskel være kapillarbrydende, skal det rensede støbeskels overflade påføres tæt membran af fx epoxylim eller epoxypartelmasse efter leverandørens anvisning.
Ikke-tætte støbeskel	Støbeskel, hvor der ikke stilles særlige tæthedskrav, skal renses, således at »cement huden« fjernes.
	<i>4.1.3 Armering</i>
Oplægning på byggeplads	Armering skal oplægges på byggepladsen beskyttet mod urenheder og unødigt rustdannelse og i god orden, således at sammenblanding af dimensioner og typer undgås.
Rensning	Armering skal, inden den anbringes i formen, være helt renses for løs rust, jord, sne, is, mørtel mv.
Forarbejdning	Al forarbejdning af armeringsstænger skal ske koldt, men ved en temperatur over + 5 °C.
Koldbukning	Koldbukning udføres langsomt med den bukkediameter, som er anført i projektet.
Tolerancer	Hovedarmering skal placeres med tolerance på ± 10 mm således, at de i projektet anførte tolerancer på dæklag samtidig kan overholdes.
Afstandsholdere	Afstandsholdere skal sikre armeringens korrekte place-

	ring. Afstandsholdernes udformning og placering må ikke hindre effektiv omstøbning. Afstandsholdere til brug for konstruktionsdele i aggressiv miljøklasse må ikke være udført i plast, men skal være fremstillet af mørtel med sammensætning cement:sand = 1:1 efter rumfang.
Kontakt	Armeringsstænger må ikke ved inserts eller lignende metaldele have forbindelse med konstruktionens overflade.
Stødarmering	Udragende stænger af stødarmering skal umiddelbart efter støbningens afslutning renses og beskyttes således, at rustdannelse og nedsiven af rust på synlige flader undgås.
Svejsning	Sammensvejsning af armering tillades ikke.
	<i>4.1.4 Indstøbningsdele</i>
Inserts mv.	Indstøbte bolte, inserts, bæringer mv., permanente eller interimistiske, der kan forårsage rustafsmitning på tilstødende betonoverflader, skal være rustbeskyttede i nødvendigt omfang.
Vandnæser mv.	Vandnæser, kantlister mv., som anbringes i formen, skal være høvlede og olierede for at lette afformningen. Fastgørelse til formen skal ske ved at skrue listerne på fra udvendig side. Ved afformning udtages skruer således, at formen kan nedtages, uden at listerne følger med. Listerne må først nedtages, når hærkning og naturlig udtørring har fundet sted.
	4.2 Blanding og transport af beton
	<i>4.2.1 Blanding på byggeplads</i>
Blandemaskine	Beton, der blandes på byggeplads, skal blandes i blandemaskine.
Dosering af cement	Cement skal tilsættes blandemaskinen i et helt antal poser pr. blandesats.
Dosering af sand og sten	Sand og sten skal udmåles nøjagtigt hver for sig. Det kan enten ske ved udmåling i trillebøje, der er mærkede med lister, eller ved hjælp af en vejeanordning på blandemaskinen.
Dosering af vand	Vand tilsættes fra blandemaskinens justerede vandbeholder eller med en spand med kendt rumfang. Vandmængden skal afpasses efter sandets fugtighed således, at der opnås et sætmål, som er ca. 60 mm mindre end den tilstræbte værdi. Det tilstræbte sætmål opnås ved tilsætning

	af et kombineret plastificerende og luftindblandende tilsætningsstof som fx Plastiment FN-G. Der må ikke tilsættes vand til beton, efter at denne har forladt blandemaskinen.
Dosering af tilsætningsstof	Hvis målt luftindhold og sætmål afviger væsentligt fra de foreskrevne krav, skal mængden af tilsætningsstof tilpasses således, at kravene overholdes.
Blandetid	Betonen skal blandes mindst 25 tromleomdrejninger, regnet fra sidste dosering.
	Vejledning: Sand og sten må ikke udmåles ved hjælp af slæbeskovl eller : skovles direkte op i blandemaskinen. Hvis der anvendes slæbe- : skovl, kan udmålingen fx ske i indføringsspanden, hvor sand og : sten samles. Spanden skal da have en form, som er velegnet til : afmåling. : Tilsætning af tilsætningsstof skal ske efter leverandørens anvis- : ninger, herunder om tilsætningsstoffet skal fortyndes.
	<i>4.2.2 Blanding på betonfabrik</i>
Blandemaskine	Beton, der blandes på betonfabrik, skal blandes i tvangsblender.
Cement, sand og sten	Cement, sand og sten skal afvejes direkte på vægt inden dosering.
Vand	Vand doseres efter rumfang eller masse (vægt). Der må ikke tilsættes vand til beton, efter at denne har forladt blandemaskinen.
Tilsætningsstoffer	Plastificerende og luftindblandende tilsætningsstoffer skal tilsættes ved doseringsapparat i overensstemmelse med leverandørens anvisning. Den mindste mængde tilsætningsstof pr. blandesats er 1 liter og tilsætningsstoffer skal om fornødent fortyndes for at opfylde dette krav.
Blandetid	Betonen skal blandes i mindst 90 sekunder, regnet fra sidste dosering.
	<i>4.2.3 Transport</i>
Tilbringningstid	Transport af beton fra betonfabrik til byggeplads skal ske på den kortest mulige tid. Tilbringningstiden, regnet fra transportvognens fyldning til endelig indbygning, må højst være 60 minutter. Tilbringningstiden må dog ikke være længere, end at betonen kan være indbygget i formen, inden afbinding begynder.
Bearbejdelse	Ved betons ankomst til støbestedet skal betonens bear-

	bejdighed overholde de stillede krav til sætmål. Efterdosering af tilsætningsstof må ikke finde sted.
Efterdosering	
	4.3 Udstøbning af beton
	<i>4.3.1 Udlægning og vibrering</i>
Rensning af forme	Umiddelbart før udstøbning af beton spules formen ren. Den skal være rensed for uvedkommende materiale som fx vand, sne, is og afklippet bindetråd, inden udstøbning af beton påbegyndes.
Beton skal danne tæt masse	Udstøbning og komprimering af beton i en form skal ske på en sådan måde, at betonen danner en ensartet, tæt masse (dvs. uden revner og defekter), der overalt omslutter armeringen og helt udfylder formen.
Komprimering ved vibrering	Beton skal komprimeres ved vibrering, idet der til vibrering anvendes stavvibratorer. Formvibraterer må ikke anvendes.
Nænsom udstøbning	Ved udstøbning af beton må form, armering og indstøbningsdele ikke lide overlast.
	Vejledning:
	: For at opnå, at betonen udstøbes til en tæt masse, bør udstøbning
	: ske i lag af højst 0,4 m, således at en gennemvibrering kan finde
	: sted, både af de enkelte lag og lagene imellem.
	: Betonen må ikke afblende under udstøbningen. Hvor betons
	: styrtningshøjde bliver over 1-1,5 m, sker udstøbning bedst gen-
	: nem fleksibelt rør eller »strømpe«.
	: Trillebaner skal klodses op således, at de hviler på selve
	: forskallingen og <i>ikke</i> på armeringen.
	: Vibratorer skal holdes i god stand, og der skal forefindes
	: sådan reserve, at en vibrator, der svigter under støbningen, straks
	: kan udskiftes med en, der er i orden.
	: Under støbningen skal betonen vibreres så længe, at den tyde-
	: ligt ses at være gennemvibreret. Vibratorstaven skal nedføres i så
	: mange punkter, at enhver del af betonen med sikkerhed gennem-
	: arbejdes. Når vibratorstaven trækkes op af betonen, skal dette
	: ske så langsomt, at der ikke dannes huller, hvor den har været
	: nedført. Beton må ikke flyttes ved hjælp af vibratorer.
	<i>4.3.2 Støbning i tørlagt byggegrube</i>
Ikke udstøbning under vand	Betonstøbning under vand, havvand eller fersk vand, må ikke finde sted. Udstøbning af betonen skal i stedet ske i tørlagt byggegrube.
Udstøbning i tørlagt grube	Ved udstøbning af beton i tørlagt byggegrube skal de i

Havvandspåvirkning	<p>punkt 4.3.1 anførte krav overholdes.</p> <p>Afformning af beton, som derefter bliver påvirket af vand, må ikke ske, før betonen kan tåle denne påvirkning. Beton må ikke påvirkes af havvand før den har opnået en modenhed af mindst 42 døgn, med mindre betonen er påført en chloridbremsende overfladebeskyttelse, jf. punkt 4.4.4.</p>
Dosering af cement	<p><i>4.3.3 Støbning af varm beton</i></p> <p>Ved fremstilling af varm beton skal cement tilsættes blandemaskinen efter tilslag og vand således, at cementen ikke kommer i primær berøring med det varme vand og tilslag.</p>
Betontemperatur	<p>Udstøbes varm beton, må betonens temperatur, når den forlader blandemaskinen højst være 35 °C.</p>
Temperaturkontrol	<p>Varm betons temperatur kontrolleres med et dertil indrettet termometer.</p>
Termorevner	<p>Ved udstøbning af varm beton mod kolde konstruktionsdele skal det ved særlige foranstaltninger sikres, at der ikke opstår uønskede revner som følge af termisk kontraktion (termorevner), jf. punkt 4.4.1.</p>
Vejledning:	<p>For at kunne opfylde kravet om højst 35 °C for varm beton, når den forlader blandemaskinen, skal man tilstræbe en betontemperatur mellem 25 °C og 30 °C.</p>

4.4 Efterbehandling af beton

4.4.1 Beskyttelse mod udtørring

God hærkning	<p>For at opnå en god hærkning, skal alle betonoverflader beskyttes mod fordampning på grund af tør luft.</p>
Fugtholdelse	<p>Det skal ske ved at betonoverflader holdes fugtige i mindst 8 døgn med tekstil, som holdes fugtige ved grundig vanding i dette tidsrum.</p>
Plastfolier	<p>Lufttæt forsegling af betonoverfladerne, fx ved hjælp af vanddamp-tætte plastfolier, kan også anvendes. Samlinger i tildækningsmaterialer skal da være tætte.</p>
Fastholdelse	<p>Afdækningsmaterialer skal fastholdes tæt til betonoverfladen, også når det blæser.</p>
»Curing-membran«	<p>Anvendelse af påsprøjtet forsegling (»curing-membran«) tillades <i>ikke</i> anvendt.</p>
Varmeisolering	<p>Behov for varmeisolering skal vurderes, hvis der er risiko for frostvejr, jf. punkt 4.4.3.</p>

	<i>4.4.2 Beskyttelse mod udvaskning</i>
Regn og strømmende vand	Beton skal beskyttes mod udvaskning, fx som følge af regn og strømmende vand.
Beskyttelse	Beskyttelse mod udvaskning som følge af regn kan fx ske ved tildækning af betonen med presenninger. Tildækning skal udføres således, at betonen ikke beskadiges.
	<i>4.4.3 Beskyttelse mod frost</i>
Støbning ved lav temperatur	Dersom støbearbejdet skal udføres, når døgnets middeltemperatur er lavere end 5 °C, skal der træffes nødvendige foranstaltninger efter afsnit 3.4 i »Vinterforholdsregler ved Anlægs- og Byggearbejder«, juli 1973 og anvisning 125 »Vinterstøbning af beton« fra SBI 1982.
Vinterbyggeri	Hvis støbearbejde planlægges udført ved lave temperaturer (– 15 °C til – 20 °C), skal entreprenøren forespørge tilsynet/bygherren, om projektet egner sig til denne form for vinterbyggeri, og indhente tilladelse inden arbejdet udføres.
	<i>4.4.4 Beskyttelse mod havvand</i>
Beton udsat for havvand	Beton, der udsættes for havvand, skal overfladebeskyttes, mindst svarende til en silikonebehandling. Denne overfladebeskyttelse skal kunne modstå konstant vandlast.
Overfladebeskyttelse	Hvis beton efter afformning udsættes for havvand før betonen har opnået en modenhed på mindst 42 døgn, skal betonen ved en overfladebeskyttelse sikres mod chloridindtrængning i en 5-årig periode. Denne overfladebeskyttelse skal kunne påføres beton i fugtig tilstand.
Tidlig havvandspåvirkning	Hvis betonens overflade har chloridbremsende beskyttelse er afformningstidspunktet og tidspunktet for havvandspåvirkning alene bestemt af betonens styrkeudvikling.

Vejledning: En overfladebeskyttelse behøver ikke at have permanent karakter, men behøver fx blot være effektiv i passende lang tid til, at betonen selv har udviklet tilstrækkelig evne til at modstå havvand.

Overfladebeskyttelsen skal kunne påføres en fugtig beton. Eksempler på sådan overfladebeskyttelse er Conservator 100 fra Sika, NOR 324 (kodenummer 00-2) fra Norco samt Nitocote EP 403 (kodenummer 0-5) fra Fosroc og Inertol-Poxitar F (kodenummer 1-5) fra Sika.

Til at påføre en overfladebeskyttelse med højt kodenummer kræves særlig uddannelse, godkendt af Arbejdstilsynet.

Anvisninger i projektet	<p><i>4.4.5 Beskyttelse mod hærdevarme</i></p> <p>Hvor der er risiko for revnedannelse i hærdenende beton som følge af betonens hærdevarme, skal projektet indeholde anvisninger til imødegåelse af revnedannelsen.</p>
Risiko for revner	<p>Stor risiko for revnedannelse findes i konstruktionsdele med større, massive tværsnit, og hvor varm beton støbes mod kolde konstruktionsdele.</p>
Temperaturstyring	<p>Udvikling og fordeling af temperaturer i konstruktionsdele med risiko for revnedannelse som følge af for store temperaturdifferenser, skal styres gennem valg af betonens udstøbnings temperatur, formtype og -materiale samt isole-ring (tildækningsmaterialer).</p>
Temperaturmåling	<p>Temperaturen af hærdenende beton i kritiske konstruk-tionsdele skal dokumenteres ved måling.</p>
Injicering	<p>En alternativ metode til undgåelse af revnedannelse er en efterfølgende injicering af dannede revner. Denne procedure kan dog kun vælges efter forudgående accept af tilsynet.</p>
Vejledning:	<p>For en væg eller plade af beton med samme temperatur på begge sider kan risikoen for revnedannelse normalt negligeres, når forskellen mellem væggen's middeltemperatur og overfladetempera-turen <i>ikke</i> overstiger 15 °C.</p> <p>Hvis en væg eller plade sammenstøbes med et tidligere støbt konstruktionselement, kan risikoen for revnedannelse normalt negligeres, når forskellen mellem væggen's/pladens middeltem-peratur og det tidligere støbte konstruktionselements temperatur i nærheden af støbeskellet <i>ikke</i> overstiger 15 °C.</p> <p>For at undgå risiko for revnedannelse på grund af betons hær-devarme, kan det i ekstreme tilfælde komme på tale at afkøle eller opvarme beton ved henholdsvis køleslanger (vand) og elektriske varmetråde.</p>

5. Kontrol

Funktionskrav	Inspektion og kontrol af de anvendte byggematerialer og betonarbejdets udførelse skal sikre, at der foreligger dokumentation for, at der er rimelig sikkerhed for, at bygværket er i overensstemmelse med projektet.
For- og kontrolprøvning	Der skal gennemføres forprøvning og kontrolprøvning med de metoder, det omfang og den vurdering af observationer, som er beskrevet i det følgende.
	5.1 Forprøvning
	5.1.1 Byggematerialer
Certifikat og varedeklaration	Hvor der anvendes byggematerialer med skriftlig garanti for egenskaber og karakteristika, kan forprøvning af byggematerialer indskrænkes til en modtagekontrol, som alene omfatter identifikationskontrol.
Prøvning	Planlægges nye byggematerialer uden skriftlig garanti anvendt, må disse byggematerialer kun anvendes efter en prøvning, som kan dokumentere de relevante egenskaber og karakteristika.
	Vejledning: Tilslag fra ikke tidligere udnyttede indvindingssteder og tilslag af ikke tidligere anvendte bjergarter, skal underkastes forprøvning. : Egenskaber, af betydning for betonproportionering og krævede egenskaber som fx alkaliaktivitet, humusreaktion, urenheder, densitet og porøsitet, jf. afsnit 2.4, skal dokumenteres.
Formål	5.1.2 Prøveblanding Formålet med at gennemføre prøveblanding inden betonarbejdet starter er at dokumentere blandede anlæggets og betonreceptens egnethed til det pågældende byggeri.
Pladsblandet beton i normal kontrolklasse	For beton i normal kontrolklasse, der blandes på byggeplads, skal entreprenøren i samarbejde med tilsynet gennemføre en prøveblanding. Herunder fastlægges udmåling af sand og sten. Desuden dokumenteres relevante egenskaber og karakteristika.
Andre betoner	For beton, der leveres fra fabrik, og for pladsblandet beton i lempet kontrolklasse kræves der <i>ikke</i> gennemført prøveblanding.

Prøveblandings omfang	En prøveblanding skal mindst omfatte en fuld blandesats. Det skal dokumenteres, at beton med den planlagte betonrecept, vil opnå de krævede egenskaber i såvel frisk som hærdnet tilstand, dvs. sætmål (DS 423.11), luftindhold (DS 423.15) og 14 døgns trykstyrke (DS 423.23).
Prøvecylindre	Af en prøveblanding støbes tre prøvecylindre med dimensioner $\varnothing 150 \times 300$ mm efter DS 423.21. Trykprøvning skal ske efter 14 døgn i henhold til DS 423.23.
Vejledning:	For at opnå samme vilkår for prøveblanding som for det senere betonarbejde, skal der inden prøveblandingen fremstilles, køres en betonblanding gennem maskinen. Denne betonblanding bortkastes. Formålet er at få blandekarret belagt med den sædvanlige mængde cementpasta.

5.2 Kontrolprøvning

5.2.1 Kontrolafsnit

Pladsblandet beton	Et bygværk, hvortil der anvendes pladsblandet beton, skal opdeles i kontrolafsnit på ca. 50 m^3 beton. Kontrolafsnit skal være sammenfaldende med støbeafsnit. Denne opdeling skal éntydigt fremgå af projektet.
--------------------	--

Fabriksblandet beton	Til et bygværk, hvortil der anvendes beton fra en betonfabrik, skal betonfabrikkens betonproduktion være opdelt i kontrolafsnit på 100 m^3 beton. Dokumentation af denne opdeling skal være tilgængelig for entreprenør og tilsyn.
----------------------	--

Vejledning:	Ved støbning af et kontrolafsnit må der ikke forekomme produktionsændringer eller overgang til andre delmaterialer. Hvis dette sker, starter et nyt kontrolafsnit.
-------------	--

5.2.2 Kontrolklasser

Fastlæggelse af kontrolklasse	Betonkonstruktioner kan opføres under enten normal eller lempet kontrol. Kontrolklasse skal være fastlagt ved projekteringen.
-------------------------------	---

Kontrolklasse for betontyper	For beton 1:2:3 anvendes normal eller lempet kontrolklasse. For beton 1:2:2 anvendes normal kontrolklasse. For beton 1:3:5 og beton 1:4:6 skal der altid anvendes lempet kontrolklasse.
------------------------------	---

Kontrolomfang	Kontrolomfang i normal og lempet kontrolklasse fremgår af tabel 6.3.
---------------	--

Dimensionering og udførelse Både dimensionering og udførelse skal følge den samme kontrolklasse.

Vejledning: Hvor bygværker skal opføres i bygder eller i yderdistrikter som
: Ittoqqortoormiit, anvendes lempet kontrol, såvel ved dimensionering
: som til arbejdets udførelse.

5.2.3 Prøveudtagning til styrkekontrol

Tilsynet Udtagning af betonprøver fra pladsblandet beton til styrkekontrol skal være i overensstemmelse med projektets anvisninger og ske på tilsynets foranledning. Tilsynet skal være til stede under prøveudtagningen.

Udtagningssted Betonprøver til kontrol af styrken udtages ved blandedmaskinen.

Prøver i et kontrolafsnit Prøver skal være tilfældigt fordelt over et kontrolafsnit. Der skal udtages ét prøvesæt fra hver af tre forskellige blandesatser, tilfældigt i kontrolafsnittet.

Prøvesæt Ét prøvesæt består af to prøvecylindre, dvs., at der fra ét kontrolafsnit skal udtages i alt seks prøvecylindre.

5.2.4 Prøveudtagning til sætmål og luftindhold

Tilsynet Udtagning af betonprøver fra pladsblandet beton til kontrol af sætmål og luftindhold skal være i overensstemmelse med projektets anvisninger og skal ske på tilsynets foranledning.

Udtagningssted Betonprøver til kontrol af den friske betons sætmål og luftindhold udtages ved blandemaskinen.

Sætmål/luftindhold/styrke Der skal altid bestemmes sætmål af og luftindhold for en blandesats, hvorfra der udtages prøver til styrkekontrol.

Prøvesæt Sætmål og luftindhold skal hver for sig foretages som dobbeltbestemmelser.

5.2.5 Journal

Arbejdets udførelse Der skal føres journal over arbejdets udførelse. Journalen skal indeholde væsentlige fremstillings- og efterbehandlingsdata.

Cementforbrug Specielt hvor betonen blandes på byggepladsen, skal det antal poser cement, der anvendes ved hver støbning registreres i journalen.

Prøvesæt	<p>5.3 Prøvningsmetoder</p> <p>På såvel byggeplads som betonfabrik udføres kontrolprøvning af betons sætmål og luftindhold. Desuden udstøbes der prøvecylindre til prøvning af betonens trykstyrke. Prøvning skal ske i overensstemmelse med prøvningsmetoder, der er udarbejdet af Dansk Standard (DS).</p>
Prøvningsudstyr	<p>På byggepladsen skal det til enhver tid være muligt at rekvirere udstyr til sætmålsprøvning, måling af luftindhold og udstøbning af prøvecylindre til trykstyrkeprøvning af betonen.</p>
Vedligeholdelse/justering	<p>Udstyret skal være vedligeholdt og justeret.</p>
DS 423.12	<p><i>5.3.1 Sætmålsprøvning</i></p> <p>Prøvning af betons konsistens sker ved bestemmelse af sætmålet efter DS 423.12.</p>
Hvor måles sætmål?	<p>Betons sætmål skal altid bestemmes for de blandesatser, hvorfra der udtages prøver til styrkeprøvning og iøvrigt som anført i projektets betonbeskrivelse og efter tilsynets anvisning.</p>
Vejledning:	<p>Betons sætmål bør også bestemmes i de tilfælde, hvor den visuelle inspektion giver anledning til tvivl, om betonens konsistens er som foreskrevet i projektet.</p>
DS 423.15	<p><i>5.3.2 Prøvning af luftindhold</i></p> <p>Prøvning af betons luftindhold sker ved bestemmelse med et Press-ur-Meter efter DS 423.15.</p>
Hvor måles luftindhold?	<p>Betons luftindhold skal altid bestemmes for de blandesatser, hvorfra der udtages prøver til styrkeprøvning og iøvrigt som anført i projektets betonbeskrivelse og efter tilsynets anvisning.</p>
DS 423.23	<p><i>5.3.3 Trykstyrkeprøvning</i></p> <p>Prøvning af betons trykstyrke sker ved trykprøvning efter DS 423.23 af støbte prøvecylindre med form og mål som anført i DS 423.20. Prøvecylindre fremstilles og lagres som anført i DS 423.21.</p>
DS 423.20	<p>Betonens trykstyrke bestemmes inden for kontrolafsnit, som anført i projektets betonbeskrivelse. Hvert kontrolafsnit omfatter ca. 50 m³ beton.</p>
DS 423.21	
Kontrolafsnit	

Styrkeprøvning på fabrik	Kontrol af fabriksblandet betons trykstyrke kan ske ved prøvning af støbte prøvecylindre med diameter 100 mm og højde 200 mm, idet ellers andre krav i DS 423.20, 423.21 og 423.23 overholdes.
Styrkekrav skal opfyldes efter 14 modenhedsdøgn	Krav til betons trykstyrke skal være opfyldt efter 14 modenhedsdøgn, hvad enten der anvendes $\varnothing 100 \times 200$ mm eller $\varnothing 150 \times 300$ mm støbte prøvecylindre.

5.4 Vurdering af betons trykstyrke

Styrke og regelmæssighed	Betonens trykstyrke og regelmæssigheden af arbejdets udførelse eftervises ved trykprøvning af prøvecylindre.
--------------------------	--

5.4.1 Beton 1 : 2 : 3

Vurdering af betonens trykstyrke sker på følgende måde:

Betonprøves styrke	<ul style="list-style-type: none"> ■ Af hvert kontrolafsnit udtages 3 tilfældigt valgte betonprøver og af hver betonprøve udstøbes 2 prøvecylindre. Trykstyrken af hver betonprøve er gennemsnittet af de tilsvarende prøvecylindre. Da der er 3 betonprøver for hvert kontrolafsnit, er trykstyrken af beton i et kontrolafsnit bestemt ved 3 betonprøvers trykstyrker f_1, f_2 og f_3. ■ En nødvendig betingelse for, at trykstyrken af et kontrolafsnit kan godkendes er, at den største målte værdi af et kontrolafsnits 3 betonprøvers trykstyrker er større end 26 MPa. Er det ikke tilfældet forkastes betonen i kontrolafsnittet.
Største trykstyrke skal være større end 26 MPa	<ul style="list-style-type: none"> ■ Er den største målte værdi af et kontrolafsnits 3 betonprøvers trykstyrker større end 33 MPa erstattes største-værdien med 33 MPa. ■ Beton i kontrolafsnittet vurderes ud fra 3 betonprøvers trykstyrker, jf. diagrammet side 42 og accepteres, hvis
Er største trykstyrke større end 33 MPa erstattes styrken med 33 MPa i vurdering.	
Rutediagram	

Vurderingskriterium

$$g - 2,5 \cdot s \geq f_{ck}$$

hvor $f_{ck} = 15$ MPa for beton 1 : 2 : 3 og

$$g = \frac{f_1 + f_2 + f_3}{3}$$

$$s = \sqrt{\frac{(g - f_1)^2 + (g - f_2)^2 + (g - f_3)^2}{2}}$$

Betonprøves styrke	<p>5.4.1 Beton 1 : 2 : 2</p> <p>Vurdering af betonens trykstyrke sker på følgende måde:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Af hvert kontrolafsnit udtages 3 tilfældigt valgte betonprøver og af hver betonprøve udstøbes 2 prøvecylindre. Trykstyrken af hver betonprøve er gennemsnittet af de tilsvarende prøvecylindre. Da der er 3 betonprøver for hvert kontrolafsnit, er trykstyrken af beton i et kontrolafsnit bestemt ved 3 betonprøvers trykstyrker f_1, f_2 og f_3.
Største trykstyrke skal være større end 30 MPa	<ul style="list-style-type: none"> ■ En nødvendig betingelse for, at trykstyrken af et kontrolafsnit kan godkendes er, at den største målte værdi af et kontrolafsnits 3 betonprøvers trykstyrker er større end 30 MPa. Er det ikke tilfældet forkastes betonen i kontrolafsnittet.
Er største trykstyrke større end 37 MPa erstattes styrken med 37 MPa i vurdering.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Er den største målte værdi af et kontrolafsnits 3 betonprøvers trykstyrker større end 37 MPa erstattes største-værdien med 37 MPa. ■ Beton i et kontrolafsnit vurderes ud fra 3 betonprøvers trykstyrker og accepteres, hvis
Vurderingskriterium	$g - 2,5 \cdot s \geq f_{ck}$
	<p>hvor $f_{ck} = 20$ MPa for beton 1 : 2 : 2 og</p>
	$g = \frac{f_1 + f_2 + f_3}{3}$
	$s = \sqrt{\frac{(g-f_1)^2 + (g-f_2)^2 + (g-f_3)^2}{2}}$
Rutediagram	Se i øvrigt rutediagrammet side 42.
Nomogram til styrkevurdering	<p>5.4.3 Vurdering ved nomogram</p> <p>Vurdering af beton i et kontrolafsnit kan ske ved hjælp af et nomogram, se side 40 og 41, på følgende måde:</p>
Fastlæggelse af kurve	<ul style="list-style-type: none"> ■ Af de 3 betonprøvers trykstyrker $f_1 \leq f_2 \leq f_3$ fastlægger den største værdi f_3 den kurve i nomogrammet, der skal anvendes.
Krav til f_3	<ul style="list-style-type: none"> ■ For beton 1 : 2 : 3 skal $f_3 \geq 26$ MPa; for beton 1 : 2 : 2 skal $f_3 \geq 30$ MPa.
Krav til f_3	<ul style="list-style-type: none"> ■ Er $f_3 \geq 33$ MPa for beton 1 : 2 : 3 sættes $f_3 = 33$ MPa; Er $f_3 \geq 37$ MPa for beton 1 : 2 : 2 sættes $f_3 = 37$ MPa.

- Krav til f_1 og f_2
- Det punkt i nomogrammet, som fastlægges af de andre to trykstyrker (f_1 , f_2), skal ligge på eller omslutes af den kurve, som bestemmes af f_3 for at betonen i kontrolafsnittet accepteres. Der kan interpoleres reliniet imellem de optegnede kurver.

5.5 Vurdering af frisk beton

Sætmål og luftindhold Den friske beton i et kontrolafsnit vurderes med hensyn til konsistens og luftindhold, jf. pkt. 5.3.1 og 5.3.2.

5.5.1 Konsistens

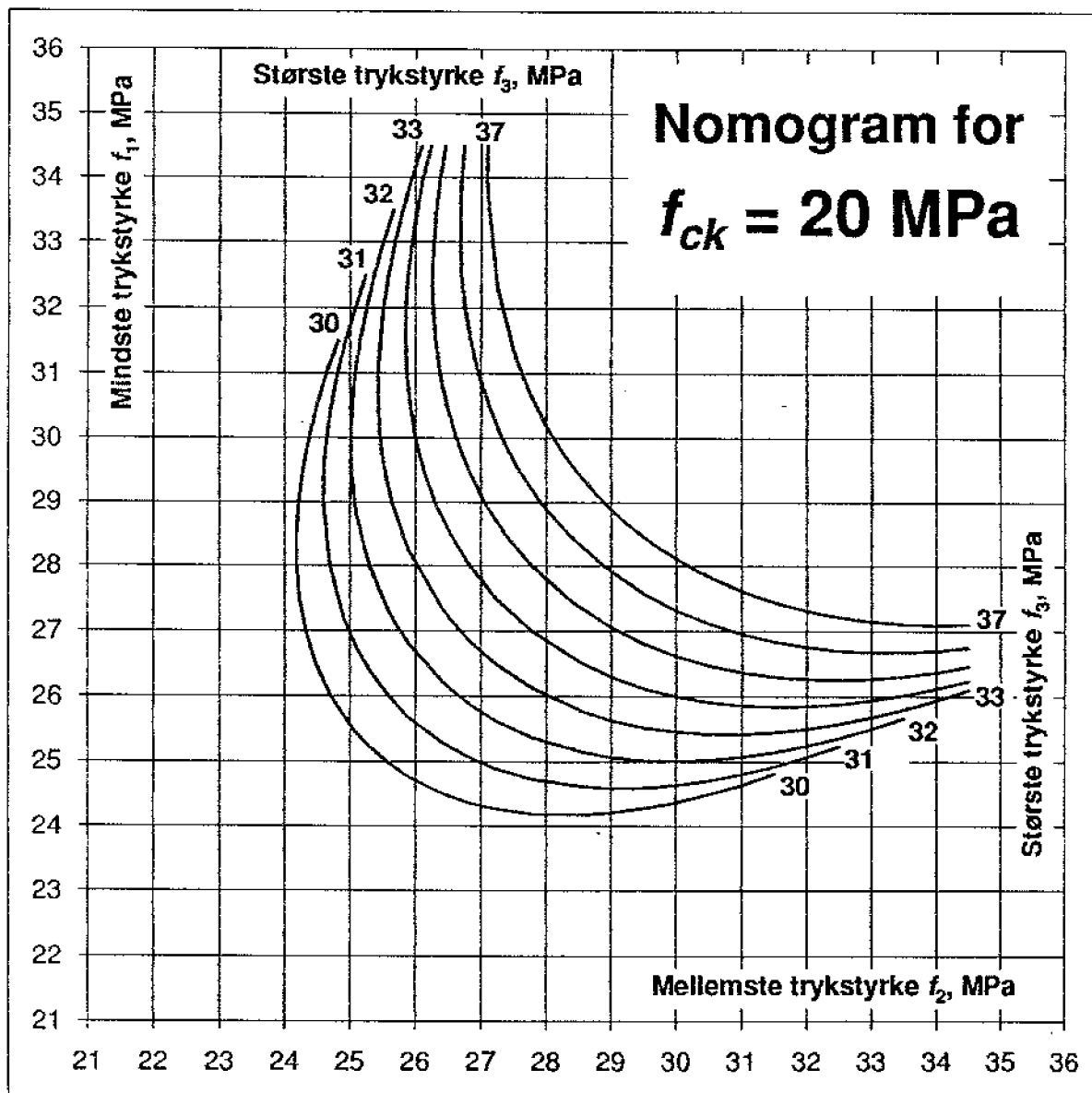
Konsistens og regelmæssighed Betonens konsistens og regelmæssigheden af arbejdets udførelse eftervises ved sætmålsprøvning af den friske beton. Bestemmes sætmålet af n prøver i et kontrolafsnit, sker vurderingen på følgende måde, jf. DS 423.1:

- Lille prøveantal
- Er antallet af prøver $n \leq 12$ stk., skal *alle* observerede sætmål opfylde det stillede krav i projektets betonbeskrivelse.
- Stort prøveantal
- Er antallet af prøver $13 \leq n \leq 19$ stk., må højst ét observeret sætmål afvige fra det stillede krav i projektets betonbeskrivelse.

5.5.2 Luftindhold

Luftindhold og regelmæssighed Betonens luftindhold og regelmæssigheden af arbejdets udførelse eftervises ved prøvning af den friske betons luftindhold. Bestemmes luftindholdet af n prøver i et kontrolafsnit, sker vurderingen på følgende måde, jf. DS 423.1:

- Lille prøveantal
- Er antallet af prøver $n \leq 12$ stk., skal *alle* observerede luftindhold opfylde det stillede krav i projektets betonbeskrivelse.
- Stort prøveantal
- Er antallet af prøver $13 \leq n \leq 19$ stk., må højst ét observeret luftindhold afvige fra det stillede krav i projektets betonbeskrivelse.

**Eksempel 1**

Tre prøvers trykstyrker fra ét kontrolafsnit af beton 1 : 2 : 2, hvor $f_{ck} \geq 20$ MPa:

$f_3 = 32$ MPa, $f_2 = 29$ MPa og $f_1 = 26$ MPa medfører accept af beton i kontrolafsnittet. Den største trykstyrke $f_3 = 32$ MPa fastlægger kurven og $(f_2, f_1) = (29; 26)$ MPa ligger over kurven og omslutes af denne.

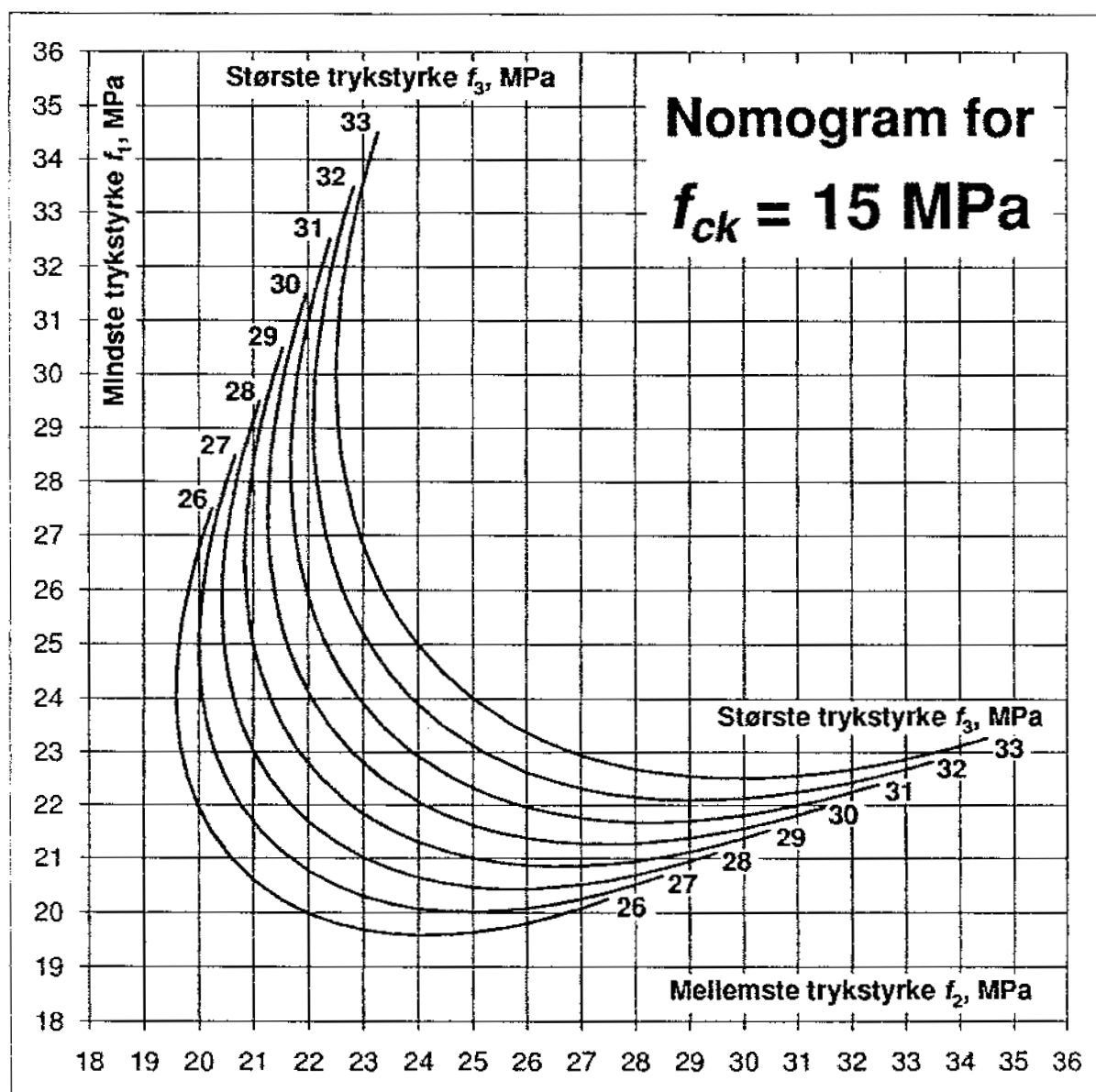
Det er ligegyldigt, om man i stedet for afsætter punktet $(f_1, f_2) = (26; 29)$ MPa. Resultatet bliver det samme: *Godkendelse*.

Eksempel 2

Tre prøvers trykstyrker fra ét kontrolafsnit af beton 1 : 2 : 2, hvor $f_{ck} \geq 20$ MPa:

$f_3 = 32$ MPa, $f_2 = 27$ MPa og $f_1 = 24$ MPa medfører forkastelse af betonen. Den største trykstyrke $f_3 = 32$ MPa fastlægger kurven og $(f_2, f_1) = (27; 24)$ MPa ligger under kurven og omslutes ikke af denne.

Det er ligegyldigt, om man i stedet for afsætter punktet $(f_1, f_2) = (24; 27)$ MPa. Resultatet bliver det samme: *Forkastelse*.

**Eksempel 3**

Tre prøvers trykstyrker fra ét kontrolafsnit af beton 1 : 2 : 3, hvor $f_{ck} \geq 15 \text{ MPa}$:

$f_3 = 30 \text{ MPa}$, $f_2 = 25 \text{ MPa}$ og $f_1 = 23 \text{ MPa}$ medfører accept af beton i kontrolafsnittet. Den største trykstyrke $f_3 = 30 \text{ MPa}$ fastlægger kurven og $(f_2, f_1) = (25; 23) \text{ MPa}$ ligger over kurven og omslutes af denne.

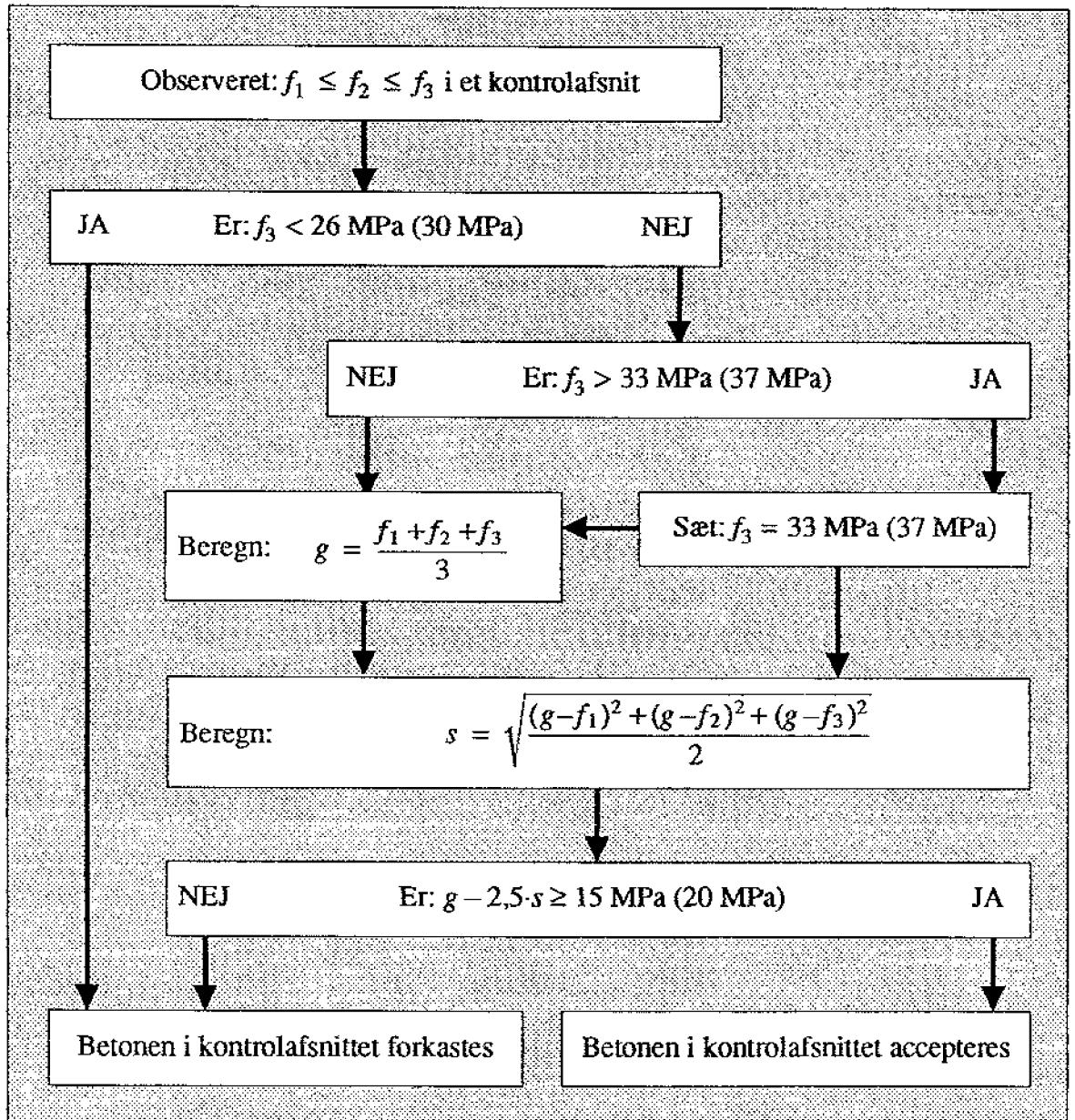
Det er ligegyldigt, om man i stedet for afsætter punktet $(f_1, f_2) = (23; 25) \text{ MPa}$. Resultatet bliver det samme: *Godkendelse*.

Eksempel 4

Tre prøvers trykstyrker fra ét kontrolafsnit af beton 1 : 2 : 3, hvor $f_{ck} \geq 15 \text{ MPa}$:

$f_3 = 30 \text{ MPa}$, $f_2 = 24 \text{ MPa}$ og $f_1 = 21 \text{ MPa}$ medfører forkastelse af betonen. Den største trykstyrke $f_3 = 30 \text{ MPa}$ fastlægger kurven og $(f_2, f_1) = (24; 21) \text{ MPa}$ ligger under kurven og omslutes ikke af denne.

Det er ligegyldigt, om man i stedet for afsætter punktet $(f_1, f_2) = (21; 24) \text{ MPa}$. Resultatet bliver det samme: *Forkastelse*.



Rutediagram til brug ved vurdering af trykstyrken for beton i et kontrolafsnit, jf. pkt. 5.4.1 Beton 1 : 2 : 3 og pkt. 5.4.2 Beton 1 : 2 : 2. I rutediagrammet gælder talværdier i parentes for vurdering af beton 1 : 2 : 2.

6. Dimensionering

DS 411 skal følges

Dansk Ingeniørforenings norm for betonkonstruktioner DS 411 er gældende for projektering af konstruktioner af såvel beton som armeret beton, idet følgende regler desuden skal overholdes.

Plasticitetsteori
Elasticitetsteori
Tilnærmelser

6.1 Beregningsmetoder

Ved dimensionering og analyse af armerede betonkonstruktioner kan plasticitetsteorien eller elasticitetsteorien anvendes med sædvanligt anerkendte tilnærmelser som anført i DS 411.

6.2 Karakteristiske værdier

6.2.1 Armering

Garanti

Armeringsstål skal leveres med garanteret flydespænding, 0,2 pct-spænding eller brudstyrke svarende til 0,1 pct-fraktilen.

Elasticitetskoefficient

Den karakteristiske værdi af elasticitetskoefficienten for slap armering og spændarmering efter DS 13081 sættes til:

$$E_{sk} = 200 \text{ GPa},$$

hvor 1 GPa = 1000 MPa.

Ikke stål uden garanti

Der må ikke anvendes armeringsstål uden særlig garanti.

6.2.2 Beton

Karakteristiske værdier i tabel

For de fire betontyper, jf. tabel 3.1 og 3.2, der anvendes som konstruktionsbeton, fremgår de karakteristiske værdier af trykstyrke, trækstyrke og elasticitetskoefficient af tabel 6.1.

Armeret og uarmeret beton

Tabelværdierne gælder for såvel armeret beton som for uarmeret beton.

Betontype	1 : 2 : 3 F/P	1 : 3 : 5 F	1 : 3 : 5 P	1 : 2 : 2 F/P
Trykstyrke, MPa	15,0	10,0	5,0	20,0
Trækstyrke, MPa	1,2	1,0	0,7	1,4
Elasticitetskoefficient, GPa	27,0	22,0	14,0	31,0

Tabel 6.1. Karakteristiske værdier af trykstyrke, trækstyrke og elasticitetskoefficient for betontyper, der anvendes som konstruktionsbeton, jf. tabel 3.1 og 3.2. Markering med F og P efter betontypens betegnelse refererer til, om betonen er blandet på fabrik eller på byggeplads. 1 GPa = 1000 MPa.

Inddeling af projekt i klasser	<p>6.3 Klasseinddeling</p> <p>Ved projektering og udførelse skal der foretages inddeling af projektet i klasser med hensyn til miljø, kontrol og sikkerhed.</p>
Fire miljøklasser	<p><i>6.3.1 Miljøklasser</i></p> <p>For konstruktionsdele af beton og armeret beton skelnes mellem fire miljøklasser, jf DS 411:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Passiv miljøklasse</i>, dvs. tørt, indendørs, opvarmet klima. ■ <i>Moderat miljøklasse</i>, dvs. inden- og udendørs beton, der er udsat for fugtig, ikke-aggressiv atmosfære eller ikke-aggressiv ferskvand, strømmende såvel som stillestående. Frostpåvirkning af ikke-vandrette betonoverflader kan henregnes til moderat miljøklasse. ■ <i>Aggressiv miljøklasse</i>, dvs. inden- og udendørs beton, der er udsat for fugtig, aggressiv atmosfære, havvand eller aggressiv ferskvand, strømmende som stillestående. Frostpåvirkning af vandrette betonoverflader henregnes til aggressiv miljøklasse. ■ <i>Særlig aggressiv miljøklasse</i> omfatter miljøpåvirkning, som er så ekstrem, at der kræves særlige foranstaltninger for at opnå en holdbar konstruktion. Forskriften giver ikke anvisning på, hvilke foranstaltninger der skal træffes i særlig aggressiv miljøklasse.
Tre kontrolklasser	<p><i>6.3.2 Kontrolklasser</i></p> <p>Afhængig af bygværkers karakter og praktiske udførelsesmuligheder (lokalitet) skal der for projektering og udførelse skelnes mellem tre kontrolklasser, jf. DS 411:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Lempet kontrolklasse.</i> ■ <i>Normal kontrolklasse.</i> ■ <i>Skærpet kontrolklasse.</i>
Krav til inspektion	<p>Krav til omfang af materialeinspektion er anført i tabel 6.2 og krav til omfanget af inspektion af arbejdets udførelse er anført i tabel 6.3.</p>
Lempet kontrol for beton 1:3:5	<p>Anvendelse af beton 1:3:5 kræver anvendelse af lempet kontrolklasse såvel i beregninger som i kravene til betonarbejdets udførelse.</p>
Ikke skærpet kontrol	<p>Skærpet kontrolklasse må ikke anvendes.</p>

<i>Aktivitet</i>	<i>Lempet kontrol</i>	<i>Normal kontrol</i>
<i>Kontroljournal</i>	Kræves ikke	Kræves
<i>Slap armering</i>	Kræves ikke	Varedeklaration kræves
<i>Modtagekontrol</i>		
<i>Forprøvning af beton</i>	Kræves ikke	Som krævet i projekt
<i>Inspektion</i>		
<i>Cement</i>	Kræves ikke	Varedeklaration kræves
<i>Inspektion</i>		
<i>Tilslag</i>	Kræves ikke	Kræves ikke
<i>Inspektion</i>		
<i>Støbevand</i>	Kræves ikke	Kræves ikke
<i>Inspektion</i>		
<i>Urenheder</i>	Kræves ikke	Kræves ikke
<i>Inspektion</i>		
<i>Tilsætningsstoffer</i>	Kræves ikke	Varedeklaration kræves
<i>Inspektion</i>		
<i>Betonens sætmål</i>	Kræves ikke	Som krævet i projekt
<i>Inspektion</i>		
<i>Betonens v/c-forhold</i>	Kræves ikke	Kræves ikke
<i>Inspektion</i>		
<i>Betonens luftindhold</i>	Kræves ikke	Som krævet i projekt
<i>Modtagekontrol</i>		
<i>Betonens trykstyrke</i>	Kræves ikke	Som krævet i projekt
<i>Kontrolprøvning</i>		
<i>Fabriksbeton</i>	Kræves ikke	Inspektion af køresedler
<i>Modtagekontrol</i>		

Tabel 6.2. Definition af lempet kontrolklasse og normal kontrolklasse ved de krævede kontrolaktiviteter i forbindelse med betons delmaterialer og armering.

<i>Aktivitet</i>	<i>Lempet kontrol</i>	<i>Normal kontrol</i>
<i>Kontroljournal</i>	Kræves ikke	Kræves
<i>Formarbejde</i>	Synes inden hver støbning	Stikprøvekontrol
<i>Inspektion</i>		
<i>Armeringsarbejde</i>	Synes inden hver støbning	Stikprøvekontrol
<i>Inspektion</i>		
<i>Betonudstøbning</i>	Lejlighedsvis inspektion	Lejlighedsvis inspektion
<i>Inspektion</i>		
<i>Efterbehandling</i>	Lejlighedsvis inspektion	Ingen inspektion
<i>Inspektion</i>		

Tabel 6.3. Definition af lempet kontrolklasse og normal kontrolklasse ved de krævede kontrolaktiviteter i forbindelse med betonarbejder.

Vejledning: Hvor bygværker opføres i bygder eller yderdistrikter som Ittoq-qortoormiit, anvendes lempet kontrolklasse såvel i beregninger som i krav til arbejdets udførelse.
 : Anvendelse af beton 1:2:3 foregår almindeligvis i normal kontrolklasse såvel i beregninger som i krav til arbejdets udførelse.

6.3.3 Sikkerhedsklasser

Tre sikkerhedsklasser

Afhængig af bygværkers karakter og konsekvens ved svigt skal der for projektering og udførelse skelnes mellem tre sikkerhedsklasser, jf. DS 409:

- *Lav sikkerhedsklasse*, fx 1- og 2-etagers lagerbygninger med moderate spændvidder; sekundære konstruktionsdele som skillevægge og overliggere over vinduer og døre.
- *Normal sikkerhedsklasse*. De fleste konstruktioner henføres til normal sikkerhedsklasse.
- *Høj sikkerhedsklasse*, fx bolig- og kontorbygninger med mere end 5 etager; bygninger med store spændvidder fx til koncert, sport, teater eller udstillinger; større konstruktioner som tribuner, broer, tunneler, tårne, dæmninger og siloer nær bebyggelse.

6.4 Sikkerhed

6.4.1 Sikkerhedsvurdering ved beregning

Sikkerhed ved beregning

Det skal dokumenteres ved beregning og kontrol af materialer og udførelse, at den normmæssige sikkerhed er til stede for konstruktioner og konstruktionsdele, såvel i brudgrænsetilstanden som i anvendelsesgrænsetilstanden.

Trækstyrke ikke i regning

Bæreevne af armerede konstruktionsdele skal normalt kunne eftervises uden at tage betonens trækstyrke i regning.

Sikkerhedsvurdering efter DS

Sikkerhedsvurdering sker efter metoder og principper i DS 409, DS 410 og DS 411.

Vejledning: I anvendelsesgrænsetilstanden skal det vurderes, om der skal træffes særlige forholdsregler til begrænsning af revnevidde, nedbøjning og deformationer fra svind, krybning og temperatur samt at der opnås den stipulerede tæthed og holdbarhed.
 : Betons trækstyrke kan fx tages i regning ved beregning af bæreevne for kældervægge og fundamenter af uarmeret beton i husbygning i lav sikkerhedsklasse, hvor der er erfaring for at dette er forsvarligt.

	6.4.2 Regningsmæssige laster
Laster efter Forskrifter	Regningsmæssige laster fastsættes som anført i »Forskrifter for last på bærende konstruktioner« og i DS 409 »Sikkerhedsbestemmelser for konstruktioner«.
Lastkombinationer	Sikkerhedsvurdering skal foretages for lastkombinationer, anført i DS 411, dvs. for: <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Anvendelsesgrænsetilstand</i>, lastkombination 1. ■ <i>Brudgrænsetilstand</i>, lastkombination 2. ■ <i>Ulykkeslast</i>, lastkombination 3. ■ <i>Brand</i>, lastkombination 4. (Hvor det er relevant).
	6.4.3 Regningsmæssige materialeparametre
Arbejdslinier	Regningsmæssig arbejdslinie bestemmes af karakteristisk arbejdslinie ved, at spændingsordinater divideres med det pågældende materialets partialkoefficient, svarende til de valgte sikkerheds- og kontrolklasser.
Partialkoefficienter	Partialkoefficienter for materialeparametre afhænger, foruden af materialet, også af kontrolklassen og af sikkerhedsklassen: <ul style="list-style-type: none"> ■ Armeringsstål: $\gamma_s = 1,4 \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_5$ ■ Armeret beton: $\gamma_c = 1,8 \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_5$ ■ Uarmeret beton: $\gamma_c = 2,5 \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_5$
Faktor γ_1	Faktoren γ_1 afhænger af sikkerhedsklassen: <ul style="list-style-type: none"> ■ Lav sikkerhedsklasse : $\gamma_1 = 0,9$ ■ Normal sikkerhedsklasse : $\gamma_1 = 1,0$ ■ Høj sikkerhedsklasse : $\gamma_1 = 1,1$
Faktor γ_5	Faktoren γ_5 afhænger af kontrolklassen: <ul style="list-style-type: none"> ■ Lempet kontrolklasse : $\gamma_5 = 1,1$ ■ Normal kontrolklasse : $\gamma_5 = 1,0$ ■ Skærpet kontrolklasse : $\gamma_5 = 0,95$
Forbud mod særlige klasser	Kombination af høj sikkerhedsklasse og lempet kontrolklasse må ikke anvendes. Skærpet kontrolklasse må ikke anvendes, jf. punkt 6.3.2.
	Vejledning: For de betontyper, som er nævnt i kapitel 3 og som anvendes til konstruktionsbeton, er regningsmæssige trykstyrker for aktuelle klasser anført i tabel 6.4.

Vejledning:	Sikkerhedsklasse		
	<i>Lav</i>	<i>Normal</i>	<i>Høj</i>
: Beton 1 : 2 : 2 F/P			
: <i>Lempet kontrolklasse</i>	11,2	10,1	—
: <i>Normal kontrolklasse</i>	12,3	11,1	10,1
: Beton 1 : 2 : 3 F/P			
: <i>Lempet kontrolklasse</i>	8,4	7,6	—
: <i>Normal kontrolklasse</i>	9,3	8,3	7,6
: Beton 1 : 3 : 5 F			
: <i>Lempet kontrolklasse</i>	5,6	5,1	—
: Beton 1 : 3 : 5 P			
: <i>Lempet kontrolklasse</i>	2,8	2,5	—

Tabel 6.4. Regningsmæssige værdier af trykstyrke i MPa for konstruktionsbeton, afhængig af sikkerhedsklasse og kontrolklasse. Beton 1:3:5 anvendes altid med lempet kontrolklasse og kombination af høj sikkerhedsklasse og lempet kontrolklasse må ikke anvendes. Anvendelse af skærpet kontrolklasse anvendes ikke og er derfor ikke medtaget her. Vedrørende sammensætning af betontyperne henvises til kapitel 3.

7. Konstruktionsudformning

Funktionskrav	Byggearbejder udføres under artiske forhold. Dette medfører blandt andet, at betondimensioner ikke må projekteres knebne og armering tætliggende. Konstruktionsdetaljer skal derimod udformes under hensyn til de vilkår, hvorunder støbearbejdet normalt foregår.
DS 411 følges	Idet der tages hensyn hertil, udformes armerede konstruktioner som anført i DS 411 med følgende supplement.
	7.1 Beton
	<i>7.1.2 Konstruktionsdeles geometri</i>
Udstøbning og komprimering	Konstruktionsdeles geometri skal projekteres således, at det er muligt at udstøbe og komprimere betonen samt at den hærtnede beton bliver uden væsentlige grovporøsiteter og andre defekter.
Spinkle dimensioner	Spinkle dimensioner og store forskelle i dimensioner af sammenstøbte konstruktionsdele skal undgås.
Vandrette betonoverflader	Vandrette, opadvendte betonoverflader på konstruktionsdele, der er udsat for vejrliget, skal så vidt muligt undgås.
Vandafledning	Der skal sikres god vandafledning, fx ved passende fald, for alle betonoverflader på konstruktionsdele, der er udsat for vejrliget.
Vandansamling	Vandansamlende detaljer og lunger må ikke forefindes på konstruktionsdele, der er udsat for vejrliget.
	7.2 Armering
	<i>7.2.1 Armeringsføring</i>
Funktionskrav	Armeringens forløb skal arrangeres, således at der er en passende kontinuitet i de enkelte konstruktionsdele.
	<i>7.2.2 Dæklag</i>
Funktionskrav	Armeringsstænger, herunder bøjler, skal være dækket af et betonlag, hvis mindste og foreskrevne tykkelser er anført i tabel 7.1.
Tolerancetillæg	Dæklags foreskrevne tykkelse er mindste dæklagstykkelse plus tolerancetillæg. Tolerancetillægget skal være 10 mm, med mindre anden værdi kan dokumenteres overholdt.
Afstandsholdere	Der skal benyttes afstandsholdere, hvis tykkelse mindst har den foreskrevne tykkelse.

Afstandsholderes placering	Afstandsholdere skal placeres således, at krav til dæklags tykkelse overholdes. Dette gælder også, hvor betonoverflader er forsynet med vandnæse eller profileret.
Afstandsklodser materiale	Afstandsklodser skal være af mørtel med en sammensætning cement:sand = 1:1 i konstruktionsdele, der kan blive udsat for chloridpåvirkning.
Sikkerhedsvurdering	Sikkerhedsvurdering ved beregning skal anvende de foreskrevne værdier for dæklag.

	Normal kontrolklasse		Lempet kontrolklasse	
	Minimal	Foreskreven	Minimal	Foreskreven
Passiv miljøklasse	10	20	15	25
Moderat miljøklasse	20	30	25	35
Aggressiv miljøklasse	30	40	—	—
Påvirkning af havvand	50	60	—	—

Tablet 7.1. Dæklagstykkelser for slap armering for normal og lempet kontrolklasse samt forskellige miljøpåvirkninger.

7.2.3 Armeringsafstande

Funktionskrav	Armeringsstænger skal placeres med så stor en indbyrdes afstand, at god udstøbning og effektiv komprimering kan finde sted. Dette gælder især i områder, hvor armering er stødt eller forankret.
---------------	--

8. Efterreparation

Funktionskrav	Betonarbejdets udførelse skal være tilrettelagt således, at der er minimal risiko for fejl og mangler. Hvis stenreder, revnedannelse og mangelfuldt dæklag på armering undtagelsesvis forekommer, skal de forevises tilsynet/bygherren og forslag til forsvarlig afhjælpning fremlægges.
Afformning	Dette krav gælder også, hvor fjernelse af forskalling efterlader spor i betonoverfladen, eller hvor transport af betonelementer forårsager brækage.
Kvalitetskrav	Reparationer der ikke er udført efter god håndværksmæssig praksis og overholder leverandørens specifikation eller aftalte krav kan ikke godkendes.
8.1 Reparation	
Ophugning	Hvor der i forbindelse med efterreparation skal foretages ophugning af beton med mejsel, skal der foretages efterfølgende sandblæsning eller højtryksspuling således, at ca. 2 mm af den behugne betonoverflade fjernes.
Valg af reparationsmørtel	Der må til efterreparation af beton ikke anvendes polymerbundne reparationsmørtler uden aftale med tilsynet/bygherren.
Normal praksis	Der skal til betonreparation normalt anvendes polymer-modificerede reparationsmørtler med portlandcement.
Anvisninger	Leverandørens anvisninger skal følges.
8.2 Injicering af revner	
Passive revner	Revner, fx som følge af betonens hærdevarme, sætning og brækage kan tættes, hvor det dokumenteres, at revnen er passiv, dvs., at revnevidden ikke varierer med tiden.
Injiceringsmateriale	Injiceringsmaterialet skal være egnet til injicering af revner i de pågældende bygningsdele.
Injiceringsarbejde	Injiceringsarbejdet skal foretages af personale, som har erfaring med injicering af revner i beton.
Anvisninger	Leverandørens anvisning skal følges.
8.3 Overfladebeskyttelse	
Beskyttelse af betonoverflade	Betonoverflader kan beskyttes ved påførelse af en overfladebeskyttelse i form af maling.
Maling til beton	Den anvendte maling skal være egnet til overfladebe-

skyttelse af de pågældende bygningsdeles overflader og være vanddampdiffusionsåben.

Malearbejde

Overfladebeskyttelse af betonoverflader skal foretages af personale, som har erfaring med maling af beton.

9. Prøvningsmetoder

Forskrift for betonkonstruktioner forudsætter, at Dansk Standards prøvningsmetoder anvendes. Prøvningsmetoder for sand-, grus- og stenmaterialer findes i DS 405-serien og prøvningsmetoder for frisk og hærdnet beton findes i DS 423-serien.

9.1 Prøvningsmetoder for beton DS 423

- DS 423.1: Kontrol ved prøveudtagning og statistisk vurdering af observationer.
- DS 423.2: Prøveudtagning af vandprøver.
- DS 423.11: Prøveudtagning af frisk beton.
- DS 423.12: Prøvning af konsistens af frisk beton, Sætmål.
- DS 423.13: Prøvning af frisk betons konsistens, vebetal.
- DS 423.14: Prøvning af frisk betons konsistens, udbredelsesmål.
- DS 423.15: Prøvning af frisk betons luftindhold, Press-ur-meter.
- DS 423.16: Prøvning af frisk betons densitet.
- DS 423.17: Prøvning af frisk betons afbinding.
- DS 423.18: Prøvning af frisk betons vandseparation.
- DS 423.19: Prøvning af frisk betons chloridindhold.
- DS 423.20: Prøvning af hærdnet beton, prøvelegemers form og mål.
- DS 423.21: Prøvning af hærdnet beton, tilvirkning og lagring af støbte prøvelegemer til styrkebestemmelse.
- DS 423.22: Prøvning af hærdnet beton, udboring og behandling af cylindre til styrkebestemmelse.
- DS 423.23: Prøvning af hærdnet betons cylindertrykstyrke.
- DS 423.24: Prøvning af hærdnet betons trækstyrke.
- DS 423.25: Prøvning af hærdnet betons elasticitetsmodul.
- DS 423.26: Prøvning af hærdnet betons trykstyrke efter 24 h accelereret hærdning.
- DS 423.27: Prøvning af hærdnet betons densitet.
- DS 423.28: Prøvning af hærdnet betons chloridindhold.
- DS 423.29: Prøvning af hærdnet beton, frostprøvning med saltopløsning (udgæt).

- DS 423.30: Prøvning af hærdnet beton, rekylværdi ved Schmidt-hammer.
- DS 423.31: Prøvning af hærdnet beton, udtræksprøvning ved LOK-test.
- DS 423.32: Prøvning af hærdnet beton, brudprøve ved TNS-tester.
- DS 423.33: Prøvning af hærdnet beton, ultralydshastighed.
- DS 423.34: Prøvning af hærdnet betons spaltetræksstyrke.

9.2 Prøvningsmetoder for tilslag DS 405

- DS 405.0: Prøvningsmetoder for sand-, grus- og stenmaterialer, indledning.
- DS 405.1: Prøvning af sand og/eller sten for bjergartsfordeling.
- DS 405.2: Prøvning af sand og/eller sten for densitet og absorption.
- DS 405.3: Prøvning af sand og/eller sten for humusindhold.
- DS 405.4: Prøvning af sand og/eller sten for lette korn.
- DS 405.5: Prøvning af sand og/eller sten for knusningsgrad.
- DS 405.6: Prøvning af sand og/eller sten for kornform.
- DS 405.7: Prøvning af sand og/eller sten for kornstyrke og komporøsitet.
- DS 405.8: Prøvning af sand og/eller sten for kornstørrelsesfordeling, bestemt ved hydrometeranalyse.
- DS 405.9: Prøvning af sand og/eller sten for kornstørrelsesfordeling, bestemt ved sigteanalyse.
- DS 405.10: Prøvning af sand og/eller sten for sand-ækvivalent.
- DS 405.11: Prøvning af sand og/eller sten for vandindhold.

9.2 DS 423.12 Konsistens. Sætnål

Denne standard DS 423.12, 2. udgave marts 1984 er gengivet med tilladelse fra Dansk Standard (1996-09-11).

Denne standard er godkendt som NORDTEST prøvningsmetode NT Build 192, og tilsvarende standarder findes i Finland, Norge og Sverige. Standarden erstatter DS 423.13, 1. udg. 1976.

1 Formål og anvendelsesområde

Denne standard beskriver en prøvningsmetode til bestemmelse af frisk betons konsistens ved hjælp af en sætmål-skegle.

Ved betonens sætmål forstås det markerede mål i figuren.

Metoden anvendes, når betonens konsistens er blødere end sætmål efter 4.3, og når samtidig betonens sammenhold (kohæsion) er god. (Når konsistensen er blødere end sætmålet 150 mm efter 4.3, bør man i stedet bestemme udbredelsesmålet efter DS 423.14).

Metoden bør ikke anvendes, når tilslagsmaterialet helt eller delvis består af let tilslag.

Metoden stemmer i det væsentlige overens med ISO 4109. Hvad angår afvigelser, se kommentaren.

2 Referencer

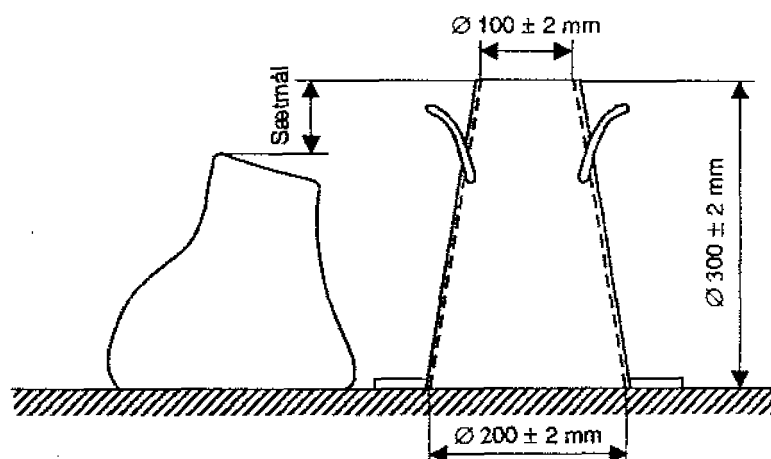
DS 423.11: Betonprøvning. Frisk beton. Prøveudtagning.

DS 423.14: Betonprøvning. Frisk beton. Konsistens. Udbredelsesmål.

ISO 4109-1980: Fresh concrete – Determination of the consistency – Slump test.

3 Prøveudtagning

Med mindre andet angives i prøvningsrapporten, skal prøveudtagning ske som angivet i DS 423.11.



Figur – Sætmål og princip udmåling.

4 Prøvningsmetode

4.1 Apparatur

Sætmålskegle af plademateriale efter figuren med håndtag og fodstøtte til fiksering mod underlaget.

Stålstang med længden ca. 600 mm, diameteren ca. 16 mm og afrundede ender.

Målestok.

4.2 Prøvetilberedning

Hvis tilslagsmaterialets maksimale kornstørrelse overstiger 45 mm, sorteres de større korn fra med vedhæftende cementmørtel, enten ved sigtning af betonen på en sigte med 45 mm maskevidde eller ved fjernelse. Den således opnåede beton får en noget blødere konsistens end den oprindelige. I rapporten angives derfor, om korn større end 45 mm er frasorteret.

4.3 Fremgangsmåde

Sætmålskeglens inderflade fugtes, og keglen anbringes på et jævnt, horisontalt, fugtet underlag af ikke vandabsorbende materiale. Derefter fyldes keglen med beton i 3 omgange omtrent lige tykke lag, som hver for sig bearbejdes med 25 stød med stålstangen. Stødene skal for hvert lag være jævnt fordelt over overfladen.

Bundlaget bearbejdes, ved at stangen stødes gennem hele laget. Det andet og det øverste lag bearbejdes, så stangen netop trænger ned i det underliggende lag.

Det øverste lag fyldes i med top før bearbejdningen. Hvis denne resulterer i, at betonoverfladen synker under sætmålskeglens overflade, efterfyldes med beton. Når laget er bearbejdet, afrettes overfladen ved en savende og rullende bevægelse med stålstangen langs øvre kant.

Bundfladen gøres ren rundt om sætmålskeglen, hvorefter keglen forsigtigt og jævnt i løbet af 5 - 10 s løftes lodret op uden sidebevægelser eller vridning.

Hele proceduren, fra det øjeblik man begynder at fylde sætmålskeglen og indtil den er fjernet, skal være gennemført inden for 150 s.

Umiddelbart efter at sætmålskeglen er fjernet, måler man sætmålet som vist i figuren som forskellen mellem

keglens højde og højden af betonens højeste punkt.

Hvis betonen falder ud til siden, eller en del af den falder ned, kasseres prøven, og en ny prøve tilberedes af en anden del af betonen.

Hvis to prøver efter hinanden kasseres af denne årsag, har betonen ikke den nødvendige kohæsion til bestemmelse af sætmålet. I så fald må dette angives i rapporten.

4.4 Angivelse af resultatet

Konsistensen angives med ordet »sætmål« og dennes størrelse i mm med sidste ciffer afrundet til 0, fx sætmål 80 mm.

4.5 Prøvningsrapport

En eventuel prøvningsrapport skal indeholde mindst følgende informationer:

- a) Navn og adresse på prøvningslaboratoriet.
- b) Dato og identifikation af rapporten.
- c) Prøvningsmetode (nummer og titel).
- d) Eventuelle afvigelser fra metodebeskrivelsen, og om tilslagskorn større end 45 mm er blevet sigtet fra.
- e) Navn og adresse på rekvirenten.
- f) Navn på prøveudtageren og metode for prøveudtagningen.
- g) Navn på betonproducenten.
- h) Betonens identifikation.
- i) Dato og klokkeslet for prøvningen.
- j) Prøvningsresultat.
- k) Øvrige oplysninger, der er af betydning for bedømmelsen af resultatet.
- l) Bedømmelse af resultatet, hvis dette indgår i opgaven.

Kommentarer

Metoden afviger fra ISO 4109 hvad angår redigeringen og prøverapportens indhold samt i følgende henseende:

- 4.2: ISO angiver at tilslagskorn større end 40 mm skal fraseres.
- 4.4: ISO angiver at sætmålet angives med sidste ciffer afrundet til 0 eller 5.

9.4 DS 423.15 Frisk beton, Luftindhold

Denne standard DS 423.15, 2. udgave marts 1984 er gengivet med tilladelse fra Dansk Standard (1996-09-11).

Denne standard er godkendt som NORDTEST prøvningsmetode NT Build 195, og tilsvarende standarder findes i Finland, Norge og Sverige. Standarden erstatter DS 423.11, 1. udg. 1976.

1 Formål og anvendelsesområde

Denne standard beskriver en prøvningsmetode til bestemmelse af luftindholdet i frisk beton.

Ved betons luftindhold forstås det luftvolumen, som betonen indeholder efter komprimering efter 4.4.1.

Ved betons korrigerede luftindhold forstås betonens luftindhold eksklusiv luft i tilslagsmaterialet.

Metoden kan kun anvendes, når tilslagsmaterialets porøsitet er så lille, at luftindholdet i tilslagsmaterialet kan bestemmes med tilstrækkelig nøjagtighed efter 4.4.2. Metoden kan som regel ikke anvendes, når tilslagsmaterialet helt eller delvis består af let tilslag.

Metoden er i hovedsagen i overensstemmelse med ISO 4848. Hvad angår afvigelser, se kommentarerne.

2 Referencer

DS 423.11: Betonprøvning. Frisk beton. Prøvetagning.

DS 423.12: Betonprøvning. Frisk Beton. Konsistens.

Sætmål.

ISO 4848-1960: Concrete – Determination of air content of freshly mixed concrete.

3 Prøveudtagning

Med mindre andet angives i prøvningsrapporten, skal prøveudtagning ske som angivet i DS 423.11.

4 Prøvningsmetode

4.1 Metodens princip

Metoden er baseret på Boyle-Mariottes lov.

4.2 Apparatur

Luftindholdsmåler bestående af en cylindrisk, betonbestandig beholder med diameteren mellem 0,75 og 1,25 gange højden og mindst 5 dm³ volumen. Beholderen skal have plan overside. Måleren skal have en overdel, som kan tilsluttes beholderen tæt, så at et trykkammer dannes over prøven i beholderen, og som er forsynet med anordninger, med hvilke trykket i trykkammeret kan forhøjes til 50 - 200 kPa og overtrykkets størrelse bestemmes. Måleren skal være graderet således, at luftindholdet i prøven kan aflæses direkte eller ved hjælp af en kalibreringskurve eller lignende. Måleren skal være så stiv, at måleværdien ikke påvirkes af dens ekspansion.

Udstyr til kalibrering af skalaen efter en til måleren hørende brugsanvisning eller efter ISO 4848.

Brugsanvisning til luftmåleren og til kalibreringsudstyret.

Vibrationsbord, fx vibrationsbordet til et vebeapparat ifølge DS 423.14 (frekvensen er ca. 50 Hz og 0,5 mm vertikal amplitude uden belastning anbefales) eller

Stavvibrator med 20 - 25 mm diameter (frekvensen 150 - 250 Hz anbefales) eller

Stålstang med længde ca. 600 mm, diameteren ca. 16 mm og med afrundede ender.

Trækølle.

4.3 Prøvetilberedning

Hvis tilslagsmaterialets maksimale kornstørrelse overstiger 45 mm, frasorteres de større korn med vedhæftende cementmørtel, enten ved sigtning af betonen på en sigte med 45 mm maskevidde eller ved fjernelse. Den således opnåede beton får et noget højere luftindhold end den oprindelige. I rapporten angives derfor, om korn større end 45 mm er blevet fjernet.

4.4 Fremgangsmåde

4.4.1 *Betonens luftindhold.* Beton med sætmål mindre end 150 mm efter DS 423.12 komprimeres på følgende måde (komprimeringsmetoden bør vælges med henblik på det for betonen i konstruktionen forudsatte):

Betonen fyldes i beholderen i to omgange i omtrent lige tykke lag. Hvert lag bearbejdes med vibrering, enten på vibreringsbordet eller med stavvibratoren, til betonoverfladen er blevet jævn, blank og sammenhængende. Overvibrering kan forårsage segregation og tab af luft. Stavvibratoren må ikke røre ved beholderen. Den skal tages forsigtigt op af betonen, så der ikke efterlades nogen fordybning. Det øverste lag vibreres; så stavvibratoren trænger ned til det underste lag.

Det øverste lag fyldes i med top før vibreringen, helst så man ikke behøver mere beton på efter vibreringen for at få beholderen helt fyldt. Hvis dette skulle være nødvendigt, fylder man beton på under vibrering.

Hver vibrering afsluttes med 10 - 15 lette slag med trækøllen mod beholderens yderside.

Efter den sidste vibrering afretter man overfladen i højde med beholderens overkant.

Beton med sætmål 100 mm eller mere efter DS 423.12 må komprimeres på følgende måde under forudsætning af, at dette angives i rapporten:

Beholderen fyldes med beton i tre omtrent lige tykke lag, som hver for sig bearbejdes med 25 stød af stålstangen. Stødene skal være jævnt fordelt over overfladen på hvert lag. Bearbejdningen af hvert lag afsluttes med 10 - 15 lette slag med trækøllen mod beholderens yderside.

Bundlaget bearbejdes ved at støde stangen gennem hele laget. Det andet og det øverste lag bearbejdes, således at stangen netop trænger i gennem til det underliggende lag.

Det øverste lag fyldes i med top før bearbejdningen. Hvis denne resulterer i, at betonoverfladen synker under beholderens overside, fylder man mere beton på. Når laget er bearbejdet, afrettes overfladen ved en savende og rullende bevægelse med stålstangen langs øvre kant.

Betonens luftindhold, ω_1 , bestemmes efter brugsanvisningen for luftindholdsmåleren.

4.4.2 Tilslagematerialets luftindhold. Hvis tilslagsmaterialets bidrag til betonens luftindhold kan formodes at være større end 0,2 % af tilslagsmaterialets volumen, bestemmes det på følgende måde (normale, tætte tilslagsmateria-

ler har sædvanligvis mindre end 0,2 % luftindhold):

Af hver tilslagsmaterialefraktion, som anvendes ved betonfremstillingen, vejes mængden m op, således at

$$\begin{aligned}m &= V \cdot m_0 \text{ kg, hvor} \\V &= \text{beholderens volumen i m}^3 \text{ og} \\m_0 &= \text{fraktionens masse i kg pr. m}^3 \text{ beton.}\end{aligned}$$

Beholderen fyldes ca. en trediedel med vand. De afvejede tilslagsmateriale mængder blandes omhyggeligt og overføres i små portioner til beholderen under omrøring, så at mere luft ikke blandes ind. Ind imellem slår man let med trækøllen mod ydersiden af beholderen.

Beholderen skal stå 5 - 10 minutter og fyldes derpå op med vand, hvorefter eventuelt skum fjernes.

Tilslagsmaterialets bidrag til betonens luftindhold, ω_2 , bestemmes på samme måde som betonens luftindhold, dvs. i % af luftindholdsmålerens volumen.

4.5 Angivelse af resultat

Beholderens luftindhold, ω_1 efter 4.4.1, angives i procent med én decimal.

Tilslagskornenes luftindhold, ω_2 efter 4.4.2, angives i procent med én decimal.

Betonens korrigerede luftindhold, $\omega = \omega_1 - \omega_2$, angives i procent med én decimal.

4.6 Nøjagtighed

Ved gentagne målinger på en sats frisk beton med 4 - 6 % luft er nøjagtigheden normalt inden for $\pm 0,5$ procentenheder.

4.7 Prøvningsrapport

En eventuel prøvningsrapport skal normalt indeholde mindst følgende informationer:

- a) Navn og adresse på prøvningslaboratoriet.
- b) Dato og identifikation af rapporten.
- c) Prøvningsmetode (nummer og titel).
- d) Eventuelle afvigelser fra metodebeskrivelsen, og om tilslagskorn større end 45 mm er fjernet.

- e) Navn og adresse på rekvirenten.
- f) Navn på prøveudtageren og metode for prøveudtagningen.
- g) Navn på betonproducenten.
- h) Betonens identifikation. Ved referenceprøvning angives også betonens sammensætning, temperatur og komprimeringsmetode (specielt for denne metode).
- i) Dato og klokkeslet for prøvningen.
- j) Prøvningsresultat.
- k) Øvrige oplysninger af betydning for bedømmelse af resultatet.
- l) Bedømmelse af resultatet hvis dette indgår i opgaven.

Kommentarer

Metoden afviger fra ISO 4848 hvad angår redigering og prøvningsrapportens indhold samt i følgende henseender:

- 4.3: ISO tillader flere typer af målere og beskriver dem og kalibreringen.
- 4.3: ISO anbefaler ikke frekvenser og amplitude for vibreringsudstyret.
- 4.4.1: ISO angiver at betonmassen skal håndbearbejdes, når sætmålet er større end 76 mm.
- 4.5: ISO angiver ikke hvordan resultatet skal afrundes.

9.5 DS 423.23 Hærdnet beton, Trykstyrke

Denne standard DS 423.23, 2. udgave marts 1984 er gengivet med tilladelse fra Dansk Standard (1996-09-11).

Denne standard er godkendt som NORDTEST prøvningsmetode NT Build 203, og tilsvarende standarder findes i Finland, Norge og Sverige. Standarden erstatter DS 423.23, 1. udg. 1976.

1 Formål og anvendelsesområde

Denne standard beskriver fremgangsmåden ved bestemmelse af trykstyrken af støbte eller udborede prøvelegemer af hærdnet beton med naturligt forekommende tilslagsmateriale.

Med hærdnet betons trykstyrke bestemt efter denne metode forstås middeltrykpåvirkningen ved brud i et kubisk eller cylindrisk prøvelegeme, når påvirkningen bestemmes

efter 4.4.

Metoden angiver ikke antallet af prøvelegemer eller deres alder ved prøvningen.

Metoden er i det væsentlige i overensstemmelse med ISO 4012. Hvad angår afvigelser, se kommentaren.

2 Referencer

DS 423.11: Betonprøvning. Frisk beton. Prøveudtagning.

DS 423.20: Betonprøvning. Fremstilling og lagring af støbte prøvelegemer til styrkebestemmelse.

DS 423.22: Betonprøvning. Hærdnet beton. Udboring og behandling af cylindre til styrkebestemmelse.

NT Mech 001: Testing machines. Calibration.

ISO 4012-1978: Concrete test – Determination of compressive strength of test specimens.

3 Prøveudtagning

Se DS 423.11 og DS 423.21 eller DS 423.22.

Prøvelegemerne skal opfylde kravene til form, mål og planhed efter DS 423.20.

Støbte betonlegemer fremstilles og lagres efter DS 423.21. Deres mindste tværmål skal være tre gange større end betonens maksimale nominelle kornstørrelse.

Udborede prøvelegemer skal udtages og lagres efter DS 423.22.

4 Prøvningsmetode

4.1 Metodens princip

Trykstyrken bestemmes, ved at prøvelegemet trykkes til brud i en trykprøvningsmaskine.

4.2 Apparatur

Trykprøvningsmaskine af klasse 3 eller bedre efter NT Mech 001, som inden for det forventede område for brudlasten giver bestemmelsen af lasten med en nøjagtighed inden for $\pm 3\%$ og regulering af lasttilvæksten inden for 0 - 25 kN/s. Trykprøvningsmaskinens stivhed skal være sådan, at dens deformation ikke påvirker resultatet.

Belastningsforløbet skal kunne følges på en skala, vises digitalt eller skrives på en skriver.

Lasten skal kunne aflæses samtidig med, at maskinen manøvreres, og brudlasten skal kunne aflæses efter brud.

Maskinens trykflader skal have en sådan stivhed og planhed, at deres afvigelse fra planhed under belastningen ikke overstiger 0,05 mm inden for trykfladen (trykplader med tykkelse 205 mm og planafvigelse inden for $\pm 0,02$ mm i ubelastet tilstand opfylder som regel dette krav). De skal have hårdheden HRC mindst 55. Den øvre trykplade skal være tilsluttet et sfærisk kugleled, hvis drejningscentrum skal være beliggende i pladens trykflade. Den skal være let bevægelig i ubelastet tilstand.

Den nedre trykplade skal være forsynet med markeringer til centrering af prøvelegemerne.

Mellemlægsplader kan placeres under prøvelegemet, hvis de påfylder kravet til planhed og hårdhed for trykplader, og hvis deres tykkelse er mindst 25 mm.

Forme til fremstilling af prøvelegemer efter DS 423.21 eller udstyr til udboring af cylindre efter DS 423.22.

4.3 Prøvetilberedning

Vandlagrede prøvelegemer tages op af vandbadet tidligst en halv time før prøvningen og aftørres, så der ikke findes frit vand på trykfladerne.

4.4 Fremgangsmåde

For hvert prøvelegeme udføres følgende:

Trykprøvningsmaskinens trykflader aftørres.

Før eventuel afretning bestemmes prøvelegemets masse og mål ved måling efter DS 423.20, hvorefter densiteten beregnes.

Prøvelegemet placeres centrisk i trykprøvningsmaskinen med en nøjagtighed inden for ± 1 mm.

Støbte terninger placeres, så de prøves med belastningsretningen vinkelret mod støberetningen.

Når den øvre trykplade kommer i kontakt med prøvelegemet, justeres trykpladen så denne og trykpladen er parallelle.

Trykkraften påføres kontinuerligt med en hastighed på $0,8 \pm 0,2$ MPa/s. Største trykkraft noteres som brudlast.

Trykstyrken beregnes som brudlasten divideret med

tværsnitsarealet beregnet ud fra de efter det ovenstående målte dimensioner.

4.5 Angivelse af resultat

Trykstyrken angives i MPa med én decimal.

Densiteten angives i kg/m³ med næstsidste ciffer afrundet til 0 eller 5.

4.6 Prøvningsrapport

En eventuel prøvningsrapport skal indeholde mindst følgende informationer:

- a) Navn og adresse på prøvningslaboratoriet.
- b) Dato og identifikation af rapporten.
- c) Prøvningsmetode (nummer og titel).
- d) Eventuelle afvigelser fra metodebeskrivelsen, og om tilslagskom større end 45 mm er fjernet.
- e) Navn og adresse på rekvirenten.
- f) Navn på prøveudtageren og metode for prøveudtagningen.
- g) Navn på betonproducenten.
- h) Betonens sammensætning og alder om muligt.
- i) Prøvelegemets alder, form og størrelse.
- j) Dato for modtagelsen og prøvningen.
- k) Prøvningsresultat.
- l) Øvrige oplysninger af betydning for bedømmelse af resultatet.
- m) Bedømmelse af resultatet hvis dette indgår i opgaven.

Kommentar

Metoden afviger fra ISO 4012 hvad angår redigeringen og prøvningsrapportens indhold samt i følgende henseende:

4.4: ISO angiver at belastningshastigheden skal være inden for $0,6 \pm 0,4$ MPa/s.