

KONSTRUKTIONSFÖRUTSÄTTNINGAR FÖR BYGGNADER

RAPPORT 2021:760



BETONGTEKNIK
KÄRNKRAFT

BETONGTEKNISKT PROGRAM
KÄRNKRAFT



Energiforsk

Konstruktionsförutsättningar för byggnader

Gemensam struktur för de formella dokumenten

PONTUS JINGSTÅL
JOHAN MARTINSSON

Förord

För närvarande saknas en branschgemensam struktur för hur ett formellt dokument för konstruktionsförutsättningar för byggnader, så kallade KFB-dokument, ska utformas. Istället tar respektive tillståndshavare fram sina egna KFB-dokument, vilket bland annat medför att omfattningen och utformningen av KFB-dokument kommer variera mellan olika anläggningar.

Pontus Jingstål och Johan Martinsson på Sweco har tagit fram ett förslag till harmonisering av utformandet av KFB-dokument med en gemensam struktur, i syfte att bland annat få ett mer likartat arbetssätt i branschen. Detta kan även bidra till effektivare åldringshantering av byggnader och därmed ökad strukturell säkerhet. Förslaget är framtaget i samverkan med representanter från kärnkraftverken och Strålsäkerhetsmyndigheten.

Projektet ingår i Energiforsk Betongtekniskt program kärnkraft, som driver forskning kring betongkonstruktioner inom kärnkraftverk. Det övergripande målet med det betongtekniska programmet är att säkerställa avsedd livslängd och hög tillgänglighet för svenska kärnkraftverk med bibehållen säkerhet och för att kunna driva en effektiv förvaltning. Intressenterna bakom Betongtekniskt program kärnkraft är Vattenfall, Uniper, Fortum, Teollisuuden Voima Oy (TVO) i Finland, Skellefteå Kraft, Karlstads Energi samt Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM).

Här redovisas resultat och slutsatser från ett projekt inom ett forskningsprogram som drivs av Energiforsk. Det är rapportförfattaren/-författarna som ansvarar för innehållet.

Sammanfattning

Sweco har på uppdrag av Energiforsk tagit fram en mall med instruktioner för konstruktionsförutsättningar för byggnader (KFB).

För närvarande saknas en branschgemensam struktur för hur ett formellt dokument för konstruktionsförutsättningar för byggnader, KFB, ska utformas. Branschen efterfrågar en harmonisering av KFB-dokument och Sweco har därför, på uppdrag av Energiforsk Betongprogram kärnkraft, tagit fram följande mall.

Mallen har tagits fram i samråd med en referensgrupp från Energiforsk bestående av representanter från svenska och finska kärnkraftverk. Mallen är ett förslag och kan fungera som ett branschgemensamt dokument för framtagandet av konstruktionsförutsättningar för byggnader.

Summary

Sweco have developed a template with instructions for a basis of design document for buildings (KFB).

Currently, there are no formal instructions or templates for how a basis of design document for buildings shall be written. Sweco has therefore, on behalf of Energiforsk Betongprogram kärnkraft, developed the following template.

The template has been reviewed by a reference group from Energiforsk consisting of representatives from Swedish and Finnish nuclear power plants. The template could serve as an industry standard for the development of KFB documents.

Innehåll

Presentation av rapporten	9
Bakgrund	9
Syfte	9
Metod	9
Instruktion för användandet av KFB-mall	10
1 Inledning	12
1.1 Allmänt	12
1.2 Giltighet	12
1.3 Beskrivning av Byggnaden	13
1.4 Gränssnitt	13
2 Gällande normer och standarder	14
3 Klassning	15
3.1 Klassning enligt SAR	15
3.2 Övrig klassning av byggnaden	16
3.2.1 Säkerhetsklass för byggnader	16
3.2.2 Livslängd	17
3.2.3 Exponeringsklass	17
3.2.4 Geoteknisk kategori	17
4 Material	18
5 Geotekniska förutsättningar	19
5.1 Beskrivning av jordprofil och berggrund	19
5.2 Grundläggning	19
5.3 Jordparametrar	19
6 Gränstillstånd och krav	20
6.1 Gränstillstånd och dimensioneringssituationer	22
6.2 Krav i brukgränstillståndet	22
6.2.1 Karakteristiska dimensioneringssituationer (SLS-ch)	22
6.2.2 Frekventa dimensioneringssituationer (SLS-freq)	22
6.2.3 Kvasi-permanenta dimensioneringssituationer (SLS-qp)	23
6.3 Krav i brottgränstillståndet	24
6.3.1 Varaktiga och tillfälliga dimensioneringssituationer (ULS-per och ULS-tran)	24
6.3.2 Exceptionella dimensioneringssituationer (ULS-exc)	24
6.3.3 Seismiska dimensioneringssituationer (ULS-exc,s)	25
6.3.4 Mycket osannolik dimensioneringssituation (ULS-dec)	25
6.3.5 Mycket osannolik seismisk dimensioneringssituation (ULS-dec,s)	26
6.4 Tröskelvärdeseffekter	26
6.5 Övriga krav	27

7	Laster	28
7.1	Permanenta laster	28
7.1.1	D Egentyngd	28
7.1.2	H_{gw} Vattentryck vid normalt vattenstånd	28
7.1.3	H_{ge} Jordtryck och jordlast	28
7.1.4	P_p Spännkraft	28
7.1.5	ϵ_{cs} Krympning	28
7.1.6	δ_s Sättning	28
7.2	Variabla laster	28
7.2.1	L Nyttig last	28
7.2.2	Processrelaterade laster vid normal drift och avställning M_n , vid driftstörning M_d samt vid provning av anläggningen M_t	29
7.2.3	H_{qw} Skillnad mellan vattentryck vid tidsvariabelt vattenstånd och vattentryck vid normalt vattenstånd	29
7.2.4	H_{qe} Jordtryck orsakad av rörlig ytlast	29
7.2.5	S Snölast	29
7.2.6	W_q Vindlast	29
7.2.7	ΔT Klimatrelaterad temperaturdifferens och temperaturförändringar	29
7.3	Olyckslaster – Exceptionella	29
7.3.1	P_a Transienta över- eller undertryck i samband med rörbrott	30
7.3.2	ΔT_a Temperaturdifferenser och temperaturförändringar associerade med P_a	30
7.3.3	P_{al} Specifierade tryck	30
7.3.4	ΔT_{al} Temperaturdifferenser och temperaturförändringar associerade med P_{al}	30
7.3.5	R Direkta laster orsakad av rörbrott	30
7.3.6	F Pooldynamisk last	30
7.3.7	P_g Differenstryck ej ingående i händelsen rörbrott	30
7.3.8	F_{SRVe} Pooldynamisk last till följd av extrem säkerhetsventilblåsning	30
7.3.9	H_{if} Last till följd av exceptionellt inre vattentryck	30
7.3.10	H_{ef} Last till följd av exceptionell yttre översvämning	30
7.3.11	Y Last till följd av transportmissöde	30
7.3.12	E_{DBE} Last orsakad av dimensionerande jordbävning (DBE)	30
7.3.13	X_e Last till följd av explosioner	30
7.3.14	X_m Missilgenererade laster	30
7.3.15	X_{APC} Laster relaterade till påflygning	30
7.3.16	X_{DBT} Krigspåverkan och laster relaterade till antagonistiska handlingar	30
7.3.17	X Last till följd av annan exceptionell påverkan	30
7.3.18	W_a Extrem klimatpåverkan	30
7.3.19	B Brandpåverkan	30
7.4	Olyckslaster – Mycket osannolika händelser	31

7.4.1	Z_{SA} Lasteffekter relaterade till svåra haverier	31
7.4.2	E_{DEE} Last orsakad av mycket osannolik jordbävning	31
7.4.3	Z_{Hef} Last orsakad av mycket osannolik yttre översvämning	31
7.4.4	Z_{APC} Laster relaterade till påflygning med postulerat flygplan	31
7.4.5	Z Last till följd av annan mycket osannolik påverkan	31
8	Lastkombinering	32
8.1	Lastreduktionsfaktorer	32
8.2	Lastkombinationer i bruksgränstillståndet	32
8.3	Lastkombinationer i brottgränstillståndet – varaktiga & tillfälliga dimensioneringssituationer	35
8.4	Lastkombinationer i brottgränstillståndet – exceptionella dimensioneringssituationer	37
8.5	Lastkombinationer i brottgränstillståndet – mycket osannolika dimensioneringssituationer	40
9	Referenser	42

Presentation av rapporten

BAKGRUND

Sweco har på uppdrag av Energiforsk tagit fram följande rapport inom Energiforsk betongprogram kärnkraft.

I Strålsäkerhetsmyndighetens (SSM) föreskrifter om säkerhet i kärntekniska anläggningar, SSMFS 2008:1, anges att efter att en anläggning har tagits i drift ska säkerheten fortlöpande analyseras och bedömas på ett systematiskt sätt. Detta ska bl.a. omfatta konstruktionsförutsättningar för ursprungliga byggnader samt de byggnader som har tillkommit efter drifttagningen av anläggningen. Vidare ska ett fastställt säkerhetsprogram finnas för de säkerhetsförbättrande åtgärder som föranleds av denna fortlöpande analys och bedömning. Säkerhetsprogrammet ska även utvärderas och uppdateras årligen. När det gäller konstruktionsförutsättningarna för byggnader så bör de omfatta de specifika krav och förutsättningar som behöver beaktas vid konstruktion och utförande samt vid verifiering av befintliga byggnadssystem. Syftet är att dessa ska kunna fungera som avsett och med bibehållen integritet under och efter inledande händelser och scenarier.

För närvarande finns ingen branschgemensam struktur för hur ett formellt dokument för konstruktionsförutsättningar för byggnader, s.k. KFB, ska utformas. Istället tar respektive tillståndshavare fram sina egna KFB-dokument, vilket bl.a. medför att omfattningen och utformningen av KFB-dokument kommer variera mellan olika anläggningar. En harmonisering av utformandet av KFB-dokument med en gemensam struktur i syfte att bl.a. få ett mer likartat arbetssätt efterfrågas av branschen.

SYFTE

Syftet med denna rapport är att presentera en mall med instruktioner för framtagning av ett formellt KFB-dokument.

METOD

Sweco har fått ta del av befintliga KFB-dokument från kärnkraftverken Forsmark, OKG och Ringhals samt från mellanlagret CLAB. Som referenser har även konstruktionsförutsättningar från de kärntekniska anläggningarna Clink och ESS, där Sweco varit konstruktör, använts.

Med hjälp av ovanstående underlag och baserat på erfarenheter som konstruktörer av både kärntekniska och konventionella anläggningar, har förslag på gemensam KFB-mall tagits fram. Förslagen har under projektets gång presenterats för Energiforsks referensgrupp med representanter från svenska och finska kärnkraftverk samt myndigheter. Slutligen har mallen sammanställts i denna rapport.

INSTRUKTION FÖR ANVÄNDADET AV KFB-MALL

Revideringsförteckningen på följande sida och kapitel 1 till och med 9 utgör KFB-mallen.

Under varje rubrik ges instruktioner för vad kapitlet ska innehålla och hur det ska tas fram. Kapitlen innehåller standardformuleringar som kan användas vid upprättande av KFB-dokument.

Text i gröna rutor utgör instruktioner och kommentarer till KFB-mallen.

Övrig text utgörs av standardformuleringar som kan användas vid framtagande av KFB-dokument där **Röd** text utgör text som ska anpassas för var enskild KFB.

Kapitel som ej är tillämpbara för aktuella system kan strykas.

REVISIONSFÖRTECKNING			
Version Nr.	Reviderade sidor	Orsak	Handläggare
2.0	15-16	Kompletterande laster enligt dokument XXXXXX	

1 Inledning

1.1 ALLMÄNT

Beskriv syftet med KFB. Vilken anläggning som avses, vilka system som ingår och i vilket projekt dokumentet är upprättat i.

Föreliggande konstruktionsförutsättning (KFB) är upprättad för följande system som ingår i **Anläggningsnamn**:

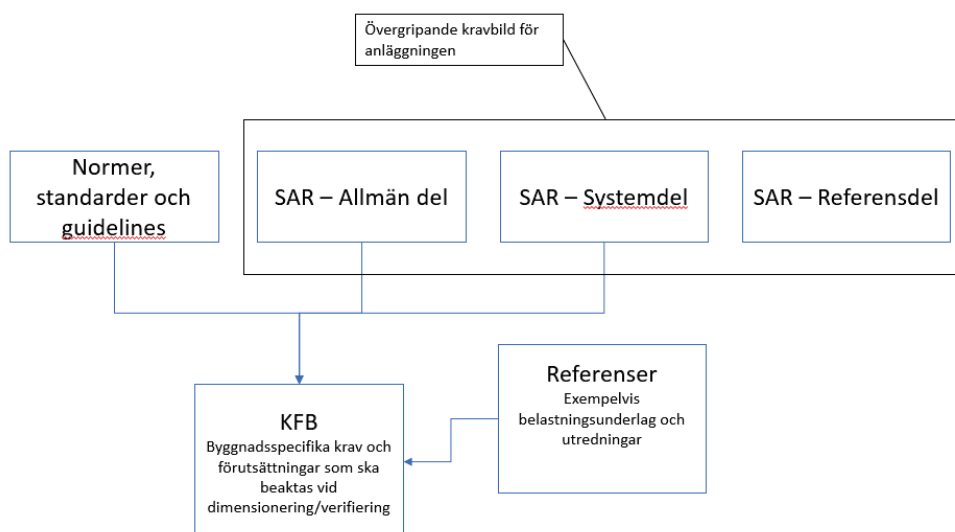
- System XXX
- System XXX

1.2 GILTIGHET

Anvisa till anläggningens säkerhetsredovisning och beskriv hur KFB-dokumentet förhåller sig till den.

I detta kapitel ska det även framgå om KFB:n är framtagen för ett befintligt byggnadssystem eller om den avser nybyggnation. Om KFB:n avser ett befintligt byggnadssystem ska det framgå om det finns tidigare utförda rapporter som beskriver konstruktionsförutsättningarna och status för dessa.

Anläggningsnamnets säkerhetsredovisning (SAR) [referens] presenterar övergripande kravställning för anläggningen och ligger till grund för de konstruktionsförutsättningar som presenteras i denna rapport. Figur 1-1 visar principiell dokumenthierarki för KFB-dokumentet.



Figur 1-1 KFB i relation till anläggningens SAR

System **XXX** är ett befintligt system. Föreliggande KFB avser ombyggnation och kontrollberäkning av System **XXX**. **Rapportnamn** [referens] upprättades vid nybyggnation av systemet. Förutsättningarna som beskrivs i [referens] är ej längre giltiga men kan användas som bakgrundsinformation vid kontrollberäkningar.

1.3 BESKRIVNING AV BYGGNADEN

Beskriv kortfattat verksamheten i byggnaden och dess funktion. Lista de system som ingår och de olika byggnadsdelarna samt beskriv det bärande systemet.

Referera till ritningar som visar systemets utformning. Författaren kan även visa utdrag ur ritningar och modeller för att bättre beskriva systemet.

Identifiera och kommentera för konstruktionen kritiska snitt och detaljer.

För rivningsarbeten och även till viss del ombyggnationer är det viktigt att säkerställa att ingrepp högre upp i konstruktionen inte påverkar bärverksdelar längre ned. Det kan vara aktuellt för flaggkonstruktioner samt väggar som fungerar som höga balkar.

1.4 GRÄNSSNITT

Beskriv gränssnitt mot angränsande och omgivande byggnader. Beskriv även relevanta gränssnitt mot andra system så som genomföringar, tätplåtar och ingjutningsgods.

Det är vanligt att byggnadsdelar som är monolitiskt hopgjutna tilldelas olika systemnummer och att det upprättas separata konstruktionsförutsättningar för dem. I sådana fall är det viktigt att beskriva hur det tas i beaktande vid dimensionering eller verifiering av konstruktionen.

2 Gällande normer och standarder

Lista de normer som gäller för dimensionering av byggnaden. Lista även tillämpbara handböcker och guidelines om sådana finns.

Om information finns kan de normer som tillämpades när byggnadssystemet uppfördes listas.

Tabell 2-1 – Gällande normer och standarder

Beteckning	Namn/Beskrivning	Datum
EKS	Boverkets konstruktions regler BFS 2019:1 – EKS 11	Juli 2019
SS-EN 1990	Eurokod – Grundläggande dimensioneringsregler för bärverk	December 2010
SS-EN 1991-1-1	Eurokod 1: Laster på bärverk – Del 1-1: Allmänna laster – Tunghet, egentyngd, nyttig last för byggnader	Januari 2011
SS-EN 1992-1-1	Eurokod 2: Dimensionering av betongkonstruktioner - Del 1-1: Allmänna regler och regler för byggnader	November 2008

Tabell 2-2 - Applicerade handböcker och guidelines

Beteckning	Namn/beskrivning	Datum
DNB:2017	Dimensionering av nukleära byggnadskonstruktioner	2017
DRB:2001	Dimensioneringsregler för byggnader vid kärntekniska anläggningar	2001

Tabell 2-3 ger de normer som tillämpades vid uppförandet av system XXX.

Tabell 2-3 – Gällande normer vid uppförandet av system XXX

Beteckning	Namn/beskrivning	Datum
B7 1968	Bestämmelser för betongkonstruktioner Allmänna konstruktionsbestämmelser.	
SBN 75	Svensk byggnorm 1975	

3 Klassning

3.1 KLASSNING ENLIGT SAR

Detta kapitel ska kopplas mot SAR och anläggningens eller projektets klassningslista. Här anges relevanta klassningar för systemet.

Säkerhetsklass med avseende på strålsäkerhet

Byggnadens säkerhetsklass med avseende på strålsäkerhet ska redovisas i anläggningens SAR och anges i detta kapitel.

Kvalitetsklass

Ange vilka utförandeklasser som gäller för byggnadens olika delar.

För betong anges utförandeklasser enligt SS-EN 13670 [1]. Utförandeklass anges som ett 1, 2 eller 3.

För stålkonstruktioner anges utförandeklasser enligt SS-EN 1090-2 [2]. Utförandeklass anges som EXC1, EXC2, EXC3 eller EXC4.

Täthetsklass

Bärverksdelar som utgör barriärer som förhindrar spridning av radioaktiva ämnen förses med tätplåt. Tätplåten tilldelas en mekanisk täthetsklass enligt TBM 7 [3]. Mekanisk täthetsklass benämns P (primär), S (sekundär) eller K (konventionell).

Betongkonstruktioner som har en vätskeavskiljande funktion tilldelas täthetsklass enligt SS-EN 1992-3 [4]. Denna standard gäller endast för vätskeavskiljande konstruktioner och är ej tillämplig för verifiering av täthet för gaser. Om konstruktionen ska vara tät för gaser ska den förses med tätplåt och tätplåten ska då tilldelas täthetsklassen.

Seismisk klass

Byggnader ska tilldelas seismisk klass 1, P eller N beroende på vilken säkerhetsfunktion som ska upprätthållas enligt anläggningens SAR.

Brandteknisk klass

Som en del av säkerhetsanalysen upprättas en brandskyddsstrategi som ställer krav på byggnaden med avseende på brand. Brandskyddsstrategin anger brandteknisk klass för bärverksdelar. Dessa återges här. Alternativt kan det refereras till ritningar som anger brandteknisk klass

Klassning av systemet finns angivet i [ref]. Tabell 3-1 sammanfattar systemets klassning.

Tabell 3-1 Klassning av System XXX

System	Säkerhets- klass	Mekanisk kvalitets- klass	Utförande- klass	Täthets- klass	Seismisk klass
XXX – Reaktorinneslutning					
Tätplåt	2	1	-	P	1
Betongkonstruktioner	2	-	3	-	P
XXX – Reaktorbyggnad	3	-	2	-	P
XXX – Inkapslingsbyggnad					
Hanteringscell – tätplåt	3	2	-	K	1
Hanteringscell – betong	3	-	3	-	P
Övrig betongstruktur	3	-	2	-	P
XXX – Bränslebassäng					
Bränslebassäng – tätplåt	3	2	-	P	1
Bränslebassäng – Betongstruktur	3	-	3	3	
XXX – Hjälpssystem- byggnad	3	-	2	-	P
XXX – Förrådsbyggnad	4	-	2	-	N

3.2 ÖVRIG KLASSNING AV BYGGNADEN

Här anges övrig klassning som inte härrör från anläggnings säkerhetsanalys men som har betydelse för strukturell verifiering och utformning av byggnaden.

3.2.1 Säkerhetsklass för byggnader

Byggnaden ska tilldelas en säkerhetsklass enligt EKS [5]. För att särskilja säkerhetsklass för byggnader från säkerhetsklass med avseende på strålsäkerhet benämns säkerhetsklass för byggnader B1, B2 eller B3. Dessa klasser motsvarar klasserna 1, 2, och 3 för konventionella byggnader.

Olika bärverksdelar kan tilldelas olika säkerhetsklasser beroende på omfattningen av de personskador som kan befaras uppträda vid brott. Det är dock ovanligt för säkerhetskritiska byggnader som alltid bör tillhöra säkerhetsklass B3.

Följande säkerhetsklass ska tillämpas:

- Säkerhetsklass **B3** (gäller för hela systemet)

3.2.2 Livslängd

Livslängdsklass L100 bör användas för kärntekniska anläggningar om inte annat kan motiveras.

Följande livslängdsklass ska tillämpas:

- **L100** (gäller för hela systemet)

3.2.3 Exponeringsklass

Konstruktionsdelar av betong ska tilldelas en exponeringsklass enligt kap 4.2 i SS-EN 1992-1-1 [6]. Olika delar av konstruktionen ska tilldelas olika exponeringsklasser beroende på den miljö som konstruktionsdelen befinner sig i, se tabell 4.1 i [6].

För befintliga konstruktioner bör detta vara angett på ritningar. Dessa bör användas vid upprättande av ny KFB om inte annat kan motiveras.

Tabell 3-2 anger exponeringsklasser för systemets olika konstruktionsdelar.

Tabell 3-2 - Exponeringsklass för specifika konstruktionsdelar

System – Byggnadsdel	Exponeringsklass
Innerväggar	XC1
Grundsulor	XC2

3.2.4 Geoteknisk kategori

Geotekniska konstruktioner som omfattas av KFB ska tilldelas en geoteknisk kategori enligt BFS 2011:10 EKS 11 [5]. De vanligaste exemplen på geotekniska konstruktioner vid kärntekniska anläggningar är stödmurar, kulvertar och grundplattor. Dessa är konventionella konstruktioner som bör tillhöra GK2.

För grundkonstruktioner som tillhör system **XXX** tillämpas följande geoteknisk kategori:

- **Geoteknisk kategori 2.**

4 Material

Detta kapitel ska upprättas främst för befintliga konstruktioner där materialet är en förutsättning för vidare strukturverifieringar.

KFB-dokument som upprättas i samband med nybyggnation bör inte ställa detaljerade krav på materialet. Val av materialparameterar så som hållfasthetsklass och typ av armering bör göras av konstruktören för att uppfylla de krav som ställs på konstruktionen.

För befintliga konstruktioner ska materialegenskaper för konstruktionen anges här.

För befintliga konstruktioner kan man tillgodoräkna sig en hållfasthetsökning över tid. Om man tillgodoräknar sig en sådan ökning ska det framgå här samt hur detta verifierats, till exempel med provning. Antaganden om långtidseffekter framförallt krypning och krympning ska framgå här.

Om inspektion av befintliga konstruktioner visar på en försämring av materialegenskaperna mot vad som finns angivet på konstruktionsritningar ska det framgå i detta kapitel. Hänvisa till relevanta tillståndsbedömningar.

5 Geotekniska förutsättningar

Detta kapitel bör kopplas till en geoteknisk rapport för anläggningen. Från den ska relevanta förutsättningar lyftas ut.

5.1 BESKRIVNING AV JORDPROFIL OCH BERGGRUND

Beskriv markförhållandet för aktuell konstruktion.

- Jordlagerföljd
- Bergnivå
- Grundvattennivåer, lägsta-, högsta- och medelnivå.

Grundvattennivåerna bör kopplas till lasterna H_{qw} , H_{qw} och H_{ef} , se kap 7.1.2, 7.2.3 och 7.3.10.

Beroende på rådande förhållanden vid anläggning kan de geotekniska rapporterna ställa särskilda krav på modellering vid seismiska analyser. Om så är fallet ska det anges här med referenser till relevanta georapporter.

5.2 GRUNDLÄGGNING

För befintliga konstruktioner beskrivs här hur byggnaden är grundlagd.

För KFB som upprättas i samband med nybyggnation ska vald grundläggningsmetod beskrivas. Valet kopplas till en geoteknisk rapport och eventuella utredningar som motiverar grundläggningsmetoden.

5.3 JORDPARAMETRAR

Lista de materialparametrar som kommer användas vid dimensionering eller strukturverifiering av konstruktionen.

- Tillåtet grundtryck
- Friktionsvinkel
- Tunghet
- E-modul
- Bäddmodul
- Skjuvhållfasthet

6 Gränstillstånd och krav

Syftet med kapitlet gränstillstånd och krav är dels att specificera vilka gränstillstånd som är nödvändiga att beakta i dimensioneringen av systemet, dels att koppla dessa till ställda krav på det specifika systemet.

Kraven som formuleras i detta kapitel ska kopplas till systemens klassning och till verksamheten som bedrivs i byggnaden.

Det ska tydligt framgå för vilken belastningskombination i kap 8 som kravet ska verifieras för.

Krav på byggnaden som inte ska verifieras i ett specifikt gränstillstånd beskrivs under rubriken Övriga krav. Det kan till exempel handla om krav relaterade till strålskydd så som att vissa konstruktionsdelar ska ha en minsta tjocklek eller krav kopplade till brandklassningen.

Täthet

Täthetskrav innebär att tillräcklig säkerhet upprätthålls mot läckage av radioaktiva ämnen eller vatten och gas igenom konstruktionsdelar. Tillåtet läckage är kopplat till respektive händelseklass (H1-H5) och acceptanskriterier för dos till personal/radiologiska omgivnings konsekvenser. Nedan diskuteras täthetskrav för olika byggnadsdelar.

Byggnader

Byggnader med krav på täthet mot omgivningen ska upprätthålla tillräcklig täthet i kombination med ett undertryck som ger riktad ventilation. Syftet är att genom riktad ventilation kontrollera utsläpp till omgivningen. Detta ställer krav på omslutande area där ett visst läckage/tidsenhet tillåts i kombination med att ventilationssystemet kan upprätthålla ett givet undertryck. Krav på sprickbredd, deformationer kring dörrar (tex. efter jordbävning), genomföringar etc. måste beaktas. Utsläpp till omgivningen kopplas mot respektive händelseklass acceptanskriterium.

Inneslutning

En reaktorinneslutning består av en tätplåt som krediteras för täthet. För konstruktionsstyrande händelser (H1-H4) hämtas acceptanskriterier för töjning i tätplåten från standarder som behandlar inneslutningar. Töjningen i tätplåten kopplas till tillåten sprickbredd i bakomliggande betong. För händelser bortom design (H5) kan relaxerade acceptanskriterier för töjning i tätplåten tillämpas jämfört med kraven för konstruktionsstyrande händelser (H1-H4).

Kontrollrum

Ett kontrollrum kan ha krav på att upprätthålla övertryck för att förhindra att gasinträngning. Detta ställer då täthetskrav på omgivande area gällande sprickbredd, deformationer kring håltagningar, täthet över genomföringar,

dörrar etc., i kombination med att ventilationen kan upprätthålla övertryck i kontrollrummet.

Kulvertar

Täthet i kulvertar mot läckage från omslutna rörsystem som innehåller vätskeformigt aktivt avfall. Vid ett läckage av rör med aktivt avfall vill man minimera inträngningen i betongen. Genom att minimera sprickbredden och ytbehandla (TBY - Tekniska Bestämmelser för Ytskydd [7]) förhindras inträngningen i betongen.

Hanteringscell

Hanteringscellen har en tätplåt som krediteras för täthet likt en inneslutning men är inte utsatt för samma tryck till följd av haverier som en inneslutning. För att skydda mot strålning har oftast hanteringscellen grova dimensioner på väggar och tak i förhållande till övriga byggnader. Töjningen i tätplåten kopplas till tillåten sprickbredd i bakomliggande betong. Tillåten spänning för respektive händelseklass hämtas från standarder som behandlar tätplåtar. Hanteringscellen ska upprätthålla tillräcklig täthet i kombination med ett undertryck som ger riktad ventilation. Detta ställer då krav på omslutande area i form av ett visst läckage/tidsenhet samt ventilationssystemets kapacitet att upprätthålla undertrycket. Krav på sprickbredd, deformationer kring luckor (tex. efter jordbävning), genomföringar etc. måste beaktas. Utsläpp till omgivningen och dos till personal kopplas mot respektive händelseklass acceptanskriterier. Hanteringscellen kan även utsättas för inre övertryck vid tex brand, eller fel i även detta måste beaktas vid konstruktion och acceptanskriterier uppfyllas (dos till personal/omgivning).

Förvarings/Bränsle Bassänger

Förvaringsbassänger består av en tätplåt som krediteras för läckage. Töjningen i tätplåten kopplas till tillåten sprickbredd i bakomliggande betong. Tillåten spänning för respektive händelseklass hämtas från standarder som behandlar tätplåt. Bakomliggande betongkonstruktion ska påvisas vara vattentät enligt krav i SS-EN 1992-3 [4]. Övergripande krav hämtas från säkerhetsanalysen (SAR) och är temperatur och vattentäckning. Krav på temperatur/vattentäckning kopplas mot respektive händelseklass. Vattentäckning ställer krav på läckage/tidsenhet för omgivande konstruktion, läckage i tätplåt, deformationer kring portar, dillfogar etc. Läckage/tidsenhet för respektive händelseklass bör itereras fram ihop med de system som tillför vatten. Man bör säkerhetsställa att konstruktionen klarar de temperaturer som anges i SAR. Tappad last som äventyrar tätplåtens integritet bör undvikas men kan tillåtas om det går att visa att acceptanskriteriet för vattentäckning uppfylls.

6.1 GRÄNSTILLSTÅND OCH DIMENSIONERINGSSITUATIONER

Beskriv de relevanta gränstillstånden för systemet med hänvisningar till kommande underkapitel.

6.2 KRAV I BRUKGRÄNSTILLSTÅNDET

Specificera i varje underkapitel vilka krav som ställs på byggnaden/systemet i bruksgränstillståndet samt ange i underkapitlen vilka lastkombinationer dessa krav ska verifieras för.

Brukgränstillståndet innefattar händelseklasserna H1 och H2.

Här redovisas krav för exempelvis deformationer, sprickbredder, spänningar i betongen för olika dimensioneringssituationer.

Systemet dimensioneras i brukgränstillståndet i enlighet med kapitel 7 i SS-EN 1992-1-1 [6] med ändringar och tillägg enligt BFS 2011:10 [5] och DNB [8].

6.2.1 Karakteristiska dimensioneringssituationer (SLS-ch)

Redovisa krav gällande för dimensioneringssituationen SLS-ch (irreversibelt gränstillstånd). Denna kopplas till lastkombinationer i kap 8.2.

Anläggningsspecifika krav i SLS-ch, kan handla om sprickbreddskrav hos bärverksdelar som är försedda med tätplåt.

För lastkombination 1 i kap 8.2 ska följande krav uppfyllas.

- Spänning i betongen ska i enlighet med EC2 ej överskrida 60% av dess karakteristiska tryckhållfasthet för karakteristiska dimensioneringssituationen.
- Sprickbredden för bassängväggar får ej överskrida XX mm

6.2.2 Frekventa dimensioneringssituationer (SLS-freq)

Redovisa krav gällande för dimensioneringssituationen SLS-freq (reversibelt gränstillstånd). Denna kopplas till lastkombinationer i kap 8.2.

Krav för frekventa lastkombinationer är ofta kopplade till nedböjning av bärverksdelar för korttidslaster och tillåtna sprickbredder av spännarmerade konstruktioner.

För lastkombination 2 i kap 8.2 ska följande krav uppfyllas.

- Nedböjning hos bärverksdelar får ej överskrida gränsvärden enligt Tabell 6-1.

Tabell 6-1 – Tillåten nedböjning för korttidslast

Bärverksdel	Tillåten nedböjning orsakad av korttidslast
Bjälklag – plan +xx	L/400
Bjälklag – övriga plan	L/300
Takbalkar	L/300
Takåsar	L/250

För lastkombination 5 i kap 8.2 ska följande krav uppfyllas.

- Sprickbredden för XX får ej överskrida XX mm.

6.2.3 Kvasi-permanenta dimensioneringssituationer (SLS-qp)

Redovisa krav gällande för dimensioneringssituationen SLS-qp (långtidseffekter). Denna kopplas till lastkombinationer i kap 8.2.

Krav för kvasi-permanent lastkombination är ofta kopplade till tillåten sprickbredd och långtidsdeformationer av bärverksdelar.

För lastkombination 3 i kap 8.2 ska följande krav uppfyllas.

- Nedböjning hos bärverksdelar får ej överskrida gränsvärden enligt Tabell 6-2.

Tabell 6-2 – Tillåten nedböjning för långtidslast

Bärverksdel	Tillåten nedböjning orsakad av långtidslast
Bjälklag – plan +xx	L/250
Bjälklag – övriga plan	L/250
Takbalkar	L/250
Takåsar	L/200

- Sprickbredder hos bärverksdelar ska begränsas enligt Tabell 6-3

Tabell 6-3 – Tillåten sprickbredd för långtidslast

Bärverksdel	Tillåten sprickbredd för långtidslast
Grundsulor	0,3 mm
Väggar	0,2 mm

6.3 KRAV I BROTTGRÄNSTILLSTÅNDET

Specificera i varje underkapitel vilka krav som ställs på byggnaden/systemet i brottgränstillståndet samt ange i underkapitlen vilka lastkombinationer dessa krav ska verifieras för.

Brottgränstillståndet innefattar händelseklasserna H1 och H2.

Kraven i brottgränstillståndet handlar främst om att verifiera att konstruktionen har tillräcklig bärförmåga för att bära påförda laster. Men det kan även ställas anläggningsspecifika krav som ska verifieras för lastkombinationer i brottgränstillståndet. Det kan, till exempel, vara krav gällande tillåten sprickbredd hos bärverk försedda med tätplåt eller deformationskrav hos kritiska bärverksdelar.

6.3.1 Varaktiga och tillfälliga dimensioneringssituationer (ULS-per och ULS-tran)

Redovisa krav gällande för dimensioneringssituationen ULS-per och ULS-tran. Dessa kopplas till lastkombinationerna i kap 8.3.

Systemet dimensioneras i brottgränstillståndet för varaktiga och tillfälliga dimensioneringssituationer i enlighet med kapitel 6 i SS-EN 1992-1-1 [6] med ändringar och tillägg enligt BFS 2011:10 [5] och DNB [8].

Dimensioneringssituationerna innefattar lastkombinationerna 6-9 redovisade i kap 8.3.

Förutom de krav som ges av SS-EN 1992-1-1, ska för kombination 9 även följande krav var uppfyllda.

- Deformationen av XX får ej överskrida XX.

6.3.2 Exceptionella dimensioneringssituationer (ULS-exc)

Här redovisas krav gällande för dimensioneringssituationen ULS-exc (olyckslast vid händelse). Denna dimensioneringssituation kopplas till lastkombinationerna i kap 8.4.

Exceptionella dimensioneringssituationer innefattar händelseklasserna H3 och H4.

Vid kontrollberäkning av befintliga byggnader för olyckslaster som de ursprungligen inte var dimensionerade för, kan lokala olinjära effekter i byggnadsdelar (uppsprickning, plasticitet, lastomlagring) accepteras. Större skador än vad som kan tillåtas vid nybyggnation kan accepteras om det kan visas att erforderliga säkerhetsfunktioner upprätthålls.

Systemet dimensioneras i brottgränstillståndet för exceptionella dimensioneringssituationer i enlighet med kapitel 6 i SS-EN 1992-1-1 [6] med ändringar och tillägg enligt BFS 2011:10 [5] och DNB [8].

Dimensioneringssituationerna innefattar lastkombinationerna 10-17 och 19-25 redovisade i kap 8.4.

6.3.3 Seismiska dimensioneringssituationer (ULS-exc,s)

Här redovisas krav gällande för dimensioneringssituationen ULS-exc,s (seismiska dimensioneringssituationer) med avseende på design basis earthquake (DBE). Denna dimensioneringssituation kopplas till den seismiska lastkombinationen i kap 8.4.

För dimensioneringen av tillkommande byggnader, tillhörande seismisk klass 1 eller P, bör ett elastiskt strukturbeteende säkerhetsställas, det vill säga att bärverksanalysen genomförs utifrån en linjärelastisk idealisering av strukturen. För byggnader med seismisk klass N finns inga krav avseende täthet eller bärande funktion, dock gäller vedervägningsprincipen att byggnader eller byggnadsdelar i seismisk klass N inte får äventyra funktionen hos SSK i djupförsvarsnivå 3. Här kan tidshistorieanalys och ickelinjära materialmodeller användas för att få ut mer kapacitet ur byggnaden. Inga fallande objekt som kan äventyra SSK i DiD3 ska accepteras.

I samband med kontrollberäkning av befintliga byggnader, tillhörande seismisk klass 1 eller P, som inte ursprungligen dimensionerats för jordbävning, bör lokala olinjära effekter i byggnadsdelar (uppsprickning, plasticitet, lastomlagring) kunna accepteras givet att det kan visas att erforderliga säkerhetsfunktioner upprätthålls och att andra byggnader, system och komponenter i seismisk klass 1 och P inte vedervägas. Även här kan tidshistorieanalys och ickelinjära materialmodeller användas för att få ut mer kapacitet ur byggnaden.

Systemet dimensioneras i brottgränstillståndet för seismiska dimensioneringssituationer i enlighet med kapitel 6 i SS-EN 1992-1-1 [6] med ändringar och tillägg enligt BFS 2011:10 [5] och DNB [8].

Dimensioneringssituationerna innefattar lastkombination 18 redovisade i kap 8.4.

6.3.4 Mycket osannolik dimensioneringssituation (ULS-dec)

Här redovisas krav gällande för dimensioneringssituationen ULS-dec (mycket osannolika dimensioneringssituationer). Denna dimensioneringssituation kopplas till lastkombinationerna i kap 8.5.

Detta gränstillstånd är sällan aktuellt att kontrollera. Istället räcker det att visa att det finns en tillräcklig robusthet hos konstruktionen genom att utvärdera tröskelvärdeseffekter kopplade till relevanta olyckslaster. I sådana fall utgår detta kapitel.

Systemet dimensioneras i brottgränstillståndet för mycket osannolika dimensioneringssituationer i enlighet med kapitel 6 i SS-EN 1992-1-1 [6] med ändringar och tillägg enligt BFS 2011:10 [5] och DNB [8].
Dimensioneringssituationerna innefattar lastkombination 26 och 28-30 redovisade i kap 8.5.

6.3.5 Mycket osannolik seismisk dimensioneringssituation (ULS-dec,s)

Här redovisas krav gällande för dimensioneringssituationen ULS-dec,s (mycket osannolika seismiska dimensioneringssituationer). Denna dimensioneringssituation kopplas till den seismiska lastkombinationen 27 i kap 8.5.

Detta gränstillstånd är sällan aktuellt att kontrollera. Istället räcker det att visa att det finns en tillräcklig robusthet hos konstruktionen genom att utvärdera tröskelvärdeseffekter kopplade till design basis earthquake (DBE), se kap 7.3.12. IAEA Tecdoc 1791 [9] benämner tröskeleffekter, seismisk marginal och DEC som jordbävning utanför design. Det vill säga att allt som inte är DBE ingår i samlingsnamnet jordbävning utanför design.

I sådana fall utgår detta kapitel.

Systemet dimensioneras i brottgränstillståndet för mycket osannolika dimensioneringssituationer i enlighet med kapitel 6 i SS-EN 1992-1-1 [6] med ändringar och tillägg enligt BFS 2011:10 [5] och DNB [8].
Dimensioneringssituationen innefattar lastkombination 27 redovisade i kap 8.5.

6.4 TRÖSKELVÄRDESEFFEKTER

Kommentera hur tröskelvärdeseffekter ska beaktats vid dimensionering eller kontrollberäkning och om det ställer ytterligare krav på byggnaden.

Tröskelvärdeseffekter ska beaktas för varje tillämpar olyckslast och syftet är att påvisa tillräcklig robusthet hos konstruktionen. Ett exempel på hur detta kan göras är att ansätta en högre olyckslast, vanligtvis 1,5 till 2 gånger större än det karakteristiska värdet hos olyckslasten, och utvärdera responsen hos konstruktionen. I detta fall är det viktigt att komma ihåg att konstruktionen inte ska dimensioneras för den ökade lasten utan endast visa att en ökning av en olyckslast inte innebär ett abrupt ändrat beteende hos bärverket som i sin tur leder till dosöverskridande utsläpp.

Hur tröskelvärdeseffekter utvärderas bör avgöras från fall till fall beroende på typ av last och konstruktion.

Bärverksdelar som är kritiska för byggnadens totalstabilitet bör identifieras. Alternativa lastvägar bör beskrivas i händelse av brott i en bärverksdel.

Bilaga A i SS-EN 1991-1-7 [10] kan användas som vägledning för att påvisa robusthet för ospecifiserade olyckor.

6.5 ÖVRIGA KRAV

Här beskrivs de krav på konstruktionen som ej verifieras i en viss dimensioneringssituation. Exempelvis kan det röra sig om beständighetskrav och krav relaterade till brand.

För vissa konstruktioner kan krav med avseende på fysiskt skydd förekomma. Beroende på hur projektet valt att hantera dessa kan de antingen återges här eller i dokumentation som beskriver det fysiska skyddet. Om det föreligger krav med avseende på fysiskt skydd med de inte återges här bör det beskrivas hur det tas i beaktande.

7 Laster

I DNB [8] kap 4.2 beskrivs permanenta och variabla laster samt olyckslaster som har identifierats vara aktuella vid dimensionering av kärnkraftverk och andra kärntekniska anläggningar. Samtliga av dessa laster ska listas i detta kapitel och det ska framgå om de är tillämpbara eller ej. För de laster som är tillämpbara för konstruktionen ska det anges ett lastvärde och en beskrivning av hur lasten uppträder

7.1 PERMANENTA LASTER

7.1.1 D Egentyngd

7.1.2 H_{gw} Vattentryck vid normalt vattenstånd

Hänvisa till kap 5.1 om lasten är tillämpbar.

7.1.3 H_{ge} Jordtryck och jordlast

Hänvisa till kap 5.3.

7.1.4 P_p Spännkraft

7.1.5 ϵ_{cs} Krympning

7.1.6 δ_s Sättning

7.2 VARIABLA LASTER

7.2.1 L Nyttig last

För nyttig last på bjälklag ska hänvisning göras till lastplaner.

För nyttig last från maskiner och lyftutrustningar ska en referens till maskinleverantörens dokumentation finnas.

7.2.2 Processrelaterade laster vid normal drift och avställning M_n , vid driftstörning M_d samt vid provning av anläggningen M_t

För last som härrör från processen ska referenser till processleverantörens dokumentation finnas.

7.2.3 H_{qw} Skillnad mellan vattentryck vid tidsvariabelt vattenstånd och vattentryck vid normalt vattenstånd

Hänvisa till kap 5.1.

7.2.4 H_{qe} Jordtryck orsakad av rörlig ytlast

Hänvisa till kap 5.3.

7.2.5 S Snölast

Ange aktuell snözon.

7.2.6 W_q Vindlast

Ange referensvindhastighet och terrängtyp.

7.2.7 ΔT Klimatrelaterad temperaturdifferens och temperaturförändringar

7.3 OLYCKSLASTER – EXCEPTIONELLA

Olyckslaster är kopplade till händelser av olyckskaraktär och redovisas nedan under respektive händelse:

- 7.3.1 P_a Transienta över- eller undertryck i samband med rörbrott
- 7.3.2 ΔT_a Temperaturdifferenser och temperaturförändringar associerade med P_a
- 7.3.3 P_{aL} Specificerade tryck
- 7.3.4 ΔT_{aL} Temperaturdifferenser och temperaturförändringar associerade med P_{aL}
- 7.3.5 R Direkta laster orsakad av rörbrott
- 7.3.6 F Pooldynamisk last
- 7.3.7 P_g Differenstryck ej ingående i händelsen rörbrott
- 7.3.8 F_{SRVe} Pooldynamisk last till följd av extrem säkerhetsventilblåsning
- 7.3.9 H_{if} Last till följd av exceptionellt inre vattentryck
- 7.3.10 H_{ef} Last till följd av exceptionell yttre översvämning
- 7.3.11 Y Last till följd av transportmissöde
- 7.3.12 E_{DBE} Last orsakad av dimensionerande jordsbävning (DBE)
- 7.3.13 X_e Last till följd av explosioner
- 7.3.14 X_m Missilgenererade laster
- 7.3.15 X_{APC} Laster relaterade till påflygning
- 7.3.16 X_{DBT} Krigspåverkan och laster relaterade till antagonistiska handlingar
- 7.3.17 X Last till följd av annan exceptionell påverkan
- 7.3.18 W_a Extrem klimatpåverkan
- 7.3.19 B Brandpåverkan

Hänvisa till kap 3.1.

7.4 OLYCKSLASTER – MYCKET OSANNOLIKA HÄNDELSER

7.4.1 Z_{SA} Lasteffekter relaterade till svåra haverier

7.4.2 E_{DEE} Last orsakad av mycket osannolik jordbävning

7.4.3 Z_{Hef} Last orsakad av mycket osannolik yttre översvämning

7.4.4 Z_{APC} Laster relaterade till påflygning med postulerat flygplan

7.4.5 Z Last till följd av annan mycket osannolik påverkan

8 Lastkombinationer

I det här kapitlet presenteras de lastkombinationer som är tillämpbara. Som underlag har lastkombinationerna enligt DNB [8] presenterats i tabellform. Endast de lastkombinationer som är tillämpbara för konstruktionen behöver presenteras i KFB-dokumentet. Lastkombinationer som inte är relevanta kan tas bort ur tabellerna och om det finns andra lastkombinationer som ska beaktas bör de läggas till och numreras.

8.1 LASTREDUKTIONSAKTORER

Värden på lastreduktions faktorerna ψ_0 , ψ_1 och ψ_2 ska anges för samtliga variabla laster i kap 7.2.

Nyttig last på bjälklag för byggnader i kärntekniska anläggningar kan ofta härröras till kategori E2 enligt SS-EN 1991-1-1 [11]. För denna kategori definierar normen inte några lastreduktionsfaktorer. Konstruktören måste själv avgöra vad som är lämpligt för de variabla lasterna utifrån deras varaktighet.

Tabell 8-1 Lastreduktionsfaktorer för variabla laster.

Referens	Last		ψ_0	ψ_1	ψ_2
	Nyttig last	L	1	0,7	0,5
	Processlast	M_n	0,7	0,6	0,4
	Driftstörning	M_d			
	Provning	M_t			
	Vattenståndvariation	H_{qw}			
	Jordtryck	H_{qe}			
SS-EN 1990	Snölast	S			
	Vindlast	W_q			
	Klimatrel. temp.	ΔT			

8.2 LASTKOMBINATIONER I BRUKSGRÄNSTILLSTÅNDET

Lastkombinationer som enligt eurokoderna ska tillämpas i bruksgränstillståndet redovisas i Tabell 8-2 som är hämtad ur DNB [8]. Endast de kombinationer som är tillämpbara för aktuell konstruktion behöver redovisas här.

De laster som finns listade i Tabell 8-2 som ej är tillämplbara för byggnaden kan strykas ur tabellen.

Tabell 8-2 - Lastkombinationer i bruksgränstillståndet.

Last		Lastkombination				
	gäller vid	normal drift eller av-ställning, irreversibelt gränstillstånd	normal drift eller av-ställning, reversibelt gränstillstånd	normal drift eller av-ställning, långtidseffekter	driftförning	provning
Nummer		1	2	3	4	5
Permanenta laster						
Egentyngd ¹⁾						
-ogynnsam $D_{k,sup}$		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
-gynnsam $D_{k,inf}$		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Vattentryck H_{gw}		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Jordtryck H_{ge}		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Spännkraft						
-ogynnsam $P_{pk,sup}$		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
-gynnsam $P_{pk,inf}$		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Krympning $\varepsilon_{cs}^{(2)}$		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sättning $\delta_s^{(2)}$		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Variabla laster⁵⁾						
Nyttig last L		$1,0\psi_0^{(3)}$	$1,0\psi_2^{(4)}$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_0^{(3)}$	$1,0\psi_0^{(3)}$
Snö S		$1,0\psi_0^{(3)}$	$1,0\psi_2^{(4)}$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_0^{(3)}$	$1,0\psi_0^{(3)}$
Vind W_q		$1,0\psi_0^{(3)}$	$1,0\psi_2^{(4)}$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_0^{(3)}$	$1,0\psi_0^{(3)}$
Klimatrel. temp. ΔT		$1,0\psi_0^{(3)}$	$1,0\psi_2^{(4)}$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_0^{(3)}$	$1,0\psi_0^{(3)}$
Vattenståndsvar. H_{qw}		$1,0\psi_0^{(3)}$	$1,0\psi_2^{(4)}$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_0^{(3)}$	$1,0\psi_0^{(3)}$
Jordtryck H_{qe}		$1,0\psi_0^{(3)}$	$1,0\psi_2^{(4)}$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_0^{(3)}$	$1,0\psi_0^{(3)}$
Processlast $M_n^{(6)}$		$1,0\psi_0^{(3)}$	$1,0\psi_2^{(4)}$	$1,0\psi_2$		
Driftstörning $M_d^{(6)}$					$1,0\psi_0^{(3)}$	
Provning $M_t^{(6)}$						$1,0\psi_0^{(3)}$
Händelseklass		H1, H2	H1, H2	H1	H2	H2
Lastkomb.typ		ch	freq	qe	ch/freq	ch/freq

¹⁾ Beträffande övre och undre värden se avsnitt 7.1.

²⁾ Om lasten är gynnsam ska den sättas till 0.

³⁾ Om någon av dessa laster är huvudlast gäller 1,0 i stället för $1,0\psi_0$ för denna last.

⁴⁾ Om någon av dessa laster är huvudlast ska ψ_2 ersättas med ψ_1 för denna last.

⁵⁾ Variabla laster som är gynnsamma ska sättas till 0.

⁶⁾ Om flera olika processlaster är korrelerade så att kan förväntas verka samtidigt ska de vid lastkombinering anses utgöra en och samma last. För okorrelerade processlaster ska endast en av dem utgöra huvudlast.

8.3 LASTKOMBINATIONER I BROTTGRÄNSTILLSTÅNDET – VARAKTIGA & TILLFÄLLIGA DIMENSIONERINGSSITUATIONER

Lastkombinationer som enligt eurokoderna ska tillämpas i brottgränstillståndet redovisas i Tabell 8-3 som är hämtad ur DNB [8]. Endast de kombinationer som är tillämpbara för aktuell konstruktion behöver redovisas här.

Kombination 6 i Tabell 8-3 har modifierat i jämförelse med [8] för att återge de nya reglerna i BFS 2019:1 EKS 11 [5] gällande lastkombination 6.10-a.

De laster som finns listade i Tabell 8-3 som ej är tillämpbara för byggnaden kan strykas ur tabellen.

Tabell 8-3 - Lastkombinationer i brottgränstillståndet – varaktiga & tillfälliga.

Last		Lastkombination			
	gäller vid	normal drift eller avställning (permanent last dominerande)	normal drift eller avställning	driftstörning	provning
Nummer		6	7	8	9
Permanent laster^{6/7)}					
Egentyngd ¹⁾					
-ogynnsam $D_{k,sup}$		$\gamma_d * 1,35$	$\gamma_d * 1,2$	$\gamma_d * 1,2$	$\gamma_d * 1,2$
-gynnsam $D_{k,inf}$		1,0	1,0	1,0	1,0
Vattentryck H_{gw}					
-ogynnsam		$\gamma_d * 1,35$	$\gamma_d * 1,2$	$\gamma_d * 1,2$	$\gamma_d * 1,2$
-gynnsam		1,0	1,0	1,0	1,0
Jordtryck H_{ge}					
-ogynnsam		$\gamma_d * 1,35$	$\gamma_d * 1,2$	$\gamma_d * 1,2$	$\gamma_d * 1,2$
-gynnsam		1,0	1,0	1,0	1,0
Spännkraft P_{pm}					
-ogynnsam		$\gamma_d * \gamma_{p,unfav}^{5)}$	$\gamma_d * \gamma_{p,unfav}^{5)}$	$\gamma_d * \gamma_{p,unfav}^{5)}$	$\gamma_d * \gamma_{p,unfav}^{5)}$
-gynnsam		1,0	1,0	1,0	1,0
Krympning $\varepsilon_{cs}^{2)}$		$\gamma_d * 1,35$	$\gamma_d * 1,2$	$\gamma_d * 1,2$	$\gamma_d * 1,2$
Sättning $\delta_s^{2)}$		$\gamma_d * 1,35$	$\gamma_d * 1,2$	$\gamma_d * 1,2$	$\gamma_d * 1,2$
Variabla laster⁴⁾					
Nyttig last L			$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)10)}$	$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)10)}$	$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)}$
Snö S			$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)}$	$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)}$	$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)}$
Vind W_q			$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)}$	$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)}$	$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)}$
Klimatrel. temp. ΔT			$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)}$	$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)}$	$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)}$
Vattenståndsvär. H_{qw}				$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)}$	$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)}$
-ogynnsam			$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)}$		
Jordtrycksvariation H_{qe}				$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)}$	$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)}$
-ogynnsam			$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)}$		
Processlast $M_n^{8)}$					
-ogynnsam			$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)}$		
Driftstörning $M_d^{8)}$					
-ogynnsam				$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)}$	
Provning $M_t^{8)}$					
-ogynnsam					$\gamma_d * 1,5\psi_0^{3)9)10)}$
Händelseklass		H1, H2	H1, H2	H2	H2
Dim. situation		per	per	tran	tran

1) Beträffande övre och undre värden se avsnitt 7.1.

2) Om lasten är gynnsam ska den sättas till 0.

3) Om en av dessa laster är huvudlast ska ψ_0 ersättas med 1,0 för denna last.

- 4) Variabla laster som är gynnsamma ska sättas till 0.
- 5) $\gamma_{p,unfav}$ sätts till 1,2 för kontroll av lokala effekter och till 1,3 vid risk för instabilitet vid utvändig förspänning, se vidare SS-EN 1992-1-1 avsnitt 2.4.2.2. För övriga fall sätts $\gamma_{p,unfav}$ till 1,0.
- 6) Vid EQU-kontroll sätts den ogynnsamma faktorn till 1,1.
- 7) Vid EQU-kontroll sätts den gynnsamma faktorn till 0,9.
- 8) Angiven lastfaktor kan tillämpas för specificerade maximivärden för lasterna, se avsnitt 7.2.2. Om flera olika processlaster är korrelerade så att de kan förväntas verka samtidigt ska de vid lastkombinering anses utgöra en och samma last. För okorrelerade processlaster ska endast en av dem utgöra huvudlast.
- 9) För differenstryck vid provtryckning enligt ASME Sect III Div 2 [12] CC 6000 eller motsvarande provtryckningsprogram kan lastfaktorn reduceras från 1,5 till 1,35. Detta på grund av att lastens storlek är väldefinierad och att såväl lastens storlek som strukturens respons kontrolleras i samband med provtryckningen.
- 10) Vid last från kran på kranbana kan enligt SS-EN 1991-3 [13] bilaga A lastfaktorn reduceras från 1,5 till 1,35.

8.4 LASTKOMBINATIONER I BROTTGRÄNSTILLSTÅNDET – EXCEPTIONELLA DIMENSIONERINGSSITUATIONER

Lastkombinationer för exceptionella dimensioneringssituationer (i brottgränstillståndet), såsom de ska tillämpas i enlighet med eurokoderna, redovisas i Tabell 8-4 som är hämtad ur DNB [8]. Endast de kombinationer som är tillämpbara för aktuell konstruktion behöver redovisas här.

De laster som finns listade i Tabell 8-4 som ej är tillämpbara för byggnaden kan strykas ur tabellen.

Tabell 8-4 - Lastkombinationer i brottgränstillståndet - exceptionella.

Last		Lastkombination							
	gäller vid	haveri till följd av rörbrott	haveri+stora vattenståndsvärningar	rörbrott	differenstryck ej relaterat till rörbrott	Säkerhetsventilblåsning	exceptionellt inre vattentryck	exceptionellt yttre översvämning	transportmissöde
Nummer		10	11	12	13	14	15	16	17
Permanenta laster									
Egentyngd ²⁾									
-ogynnsam $D_{k,sup}$		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
-gynnsam $D_{k,inf}$		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Vattentryck H_{gw}		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Jordtryck H_{ge}		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Spännkraft P_{pm}		$\gamma_{p,unfav}^{(6)}$	$\gamma_{p,unfav}^{(6)}$	$\gamma_{p,unfav}^{(6)}$	$\gamma_{p,unfav}^{(6)}$	$\gamma_{p,unfav}^{(6)}$	$\gamma_{p,unfav}^{(6)}$	$\gamma_{p,unfav}^{(6)}$	$\gamma_{p,unfav}^{(6)}$
Krympning $\varepsilon_{cs}^{(3)}$		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sättning $\delta_s^{(3)}$		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Variabla laster⁴⁾									
Nyttig last L		$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$
Snö S		$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$
Vind W_q		$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$
Klimatrel. temp. ΔT		$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$
Vattenståndsvär. H_{qw}		$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$
Jordtryck H_{qe}		$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$
Processlast $M_n^{(7)}$					$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$
Driftstörning $M_d^{(7)}$				$1,0\psi_2^{(5)(8)}$					
Olyckslaster									
P_a				1,0					
ΔT_a				1,0					
P_{aL}		1,5	1,0						
ΔT_{aL}		1,0	1,0						
R				1,0					
F				1,0					
H_{if}			1,0	1,0			1,0		
P_g					1,0				
F_{SRVe}						1,0			
H_{ef}								1,0	
Y									1,0
E_{DBE}									
X_e									
X_m									
X_{APC}									
X_{DBT}									
X									
W_a									
B									
Händelseklass		H4	H4	H3, H4	H3, H4	H3, H4	H3, H4	H3, H4	H3, H4

Dim. situation		exc	exc	exc	exc	exc	exc	exc	exc
Last		Lastkombination							
	gäller vid	dimensionerande jord-bävning (DBE)	explosioner	missiler	påflygning	krigspåverkan och laster relaterade till antagonistiska hot	annan exceptionell påverkan	extrem klimatpåverkan	brand
Nummer		18	19	20	21	22	23	24	25
Permanenta laster									
Egentyngd ²⁾									
-ogynnsam $D_{k,sup}$		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
-gynnsam $D_{k,inf}$		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Vattentryck H_{gw}		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Jordtryck H_{ge}		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Spännkraft P_{pm}		$\gamma_{p,unfav}^{(6)}$	$\gamma_{p,unfav}^{(6)}$	$\gamma_{p,unfav}^{(6)}$	$\gamma_{p,unfav}^{(6)}$	$\gamma_{p,unfav}^{(6)}$	$\gamma_{p,unfav}^{(6)}$	$\gamma_{p,unfav}^{(6)}$	$\gamma_{p,unfav}^{(6)}$
Krympning $\varepsilon_{cs}^{(3)}$		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sättning $\delta_s^{(3)}$		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Variabla laster ⁴⁾									
Nyttig last L		$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$
Snö S		$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$
Vind W_q		$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$
Klimatrel. temp. ΔT		$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$
Vattenståndsvar. H_{qw}		$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$
Jordtryck H_{qe}		$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$
Processlast $M_n^{(7)}$			$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$	$1,0\psi_2^{(5)}$
Driftstörning $M_d^{(7)}$		$1,0\psi_2^{(8)}$							
Olyckslaster									
P_a									
ΔT_a									
P_{aL}									
ΔT_{aL}									
R									
F									
H_{if}									
P_g									
F_{SRVe}									
H_{ef}									
Y									
E_{DBE}		1,0							
X_e			1,0						
X_m				1,0					
X_{APC}					1,0				
X_{DBT}						1,0			
X							1,0		
W_a								1,0	
B									1,0
Händelseklass		H3, H4	H3, H4	H3, H4	H3, H4	...	H3, H4	H3, H4	H3, H4
Dim. situation		exc	exc	exc	exc	exc	exc	exc	exc

- 1) Denna lastkombination används för primär verifiering av inneslutningens barriärfunktion vid tänkt haveri.
- 2) Beträffande övre och undre värden se avsnitt 7.1.
- 3) Om lasten är gynnsam ska den sättas till 0.
- 4) Variabla laster som är gynnsamma ska sättas till 0.
- 5) För den dominerande av dessa laster ska ψ_2 ersättas med ψ_1 .
- 6) $\gamma_{p,unfav}$ sätts till 1,2 för kontroll av lokala effekter och till 1,3 vid risk för instabilitet vid utvändig förspänning, se vidare SS-EN 1992-1-1 avsnitt 2.4.2.2. För övriga fall sätts $\gamma_{p,unfav}$ till 1,0.
- 7) Om flera olika processlaster är korrelerade så att de kan förväntas verka samtidigt ska de vid lastkombinering anses utgöra en och samma last. För okorrelerade processlaster ska endast en av dem utgöra dominerande last.
- 8) För BWR-anläggningar ska lasten $M_{d,SRV}$ 1,0 ψ_2 ersättas med 1,0

8.5 LASTKOMBINATIONER I BROTTGRÄNSTILLSTÅNDET – MYCKET OSANNOLIKA DIMENSIONERINGSSITUATIONER

Lastkombinationer för postulerade mycket osannolika dimensioneringssituationer (i brottgränstillståndet) redovisas i Tabell 8-5 som är hämtad ur DNB [8]. Endast de kombinationer som är tillämpbara för aktuell konstruktion behöver redovisas här.

Tabell 8-5 - Lastkombinationer i brottgränstillståndet - mycket osannolika.

Last		Lastkombination				
	gäller vid	Svåra haverier	Mycket osannolik jordbävning (DEE)	Mycket osannolik översvämning	påflygning med stort kommersiellt passagerarflygplan	annan mycket osannolik händelse
Nummer		26	27	28	29	30
Permanenta laster						
Egentyngd ¹⁾						
-ogynnsam $D_{k,sup}$		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
-gynnsam $D_{k,inf}$		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Vattentryck H_{gw}		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Jordtryck H_{ge}		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Spännkraft P_{pm}		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Krympning $\varepsilon_{cs}^{2)4)}$		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sättning $\delta_s^{2)4)}$		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Variabla laster³⁾						
Nyttig last L		$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$
Snö S		$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$
Vind W_q		$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$
Klimatrel. temp. $\Delta T^{4)}$		$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$
Vattenståndsvar. H_{qw}		$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$
Jordtryck H_{qe}		$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$
Processlast M_n		$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$	$1,0\psi_2$
Olyckslaster						
Z_{SA}		1,0				
E_{DEE}			1,0			
Z_{Hef}				1,0		
Z_{APC}					1,0	
Z						1,0
Händelseklass		H5	H5	H5	H5	H5
Lastkomb.typ		dec	dec,s	dec	dec	dec

1)Beträffande övre och undre värden se avsnitt 7.1.

2)Om lasten är gynnsam ska den sättas till 0.

3)Variabla laster som är gynnsamma ska sättas till 0.

4)Inverkan av krympning, sättning och klimatrelaterade temperaturdifferenser behöver för mycket osannolika dimensioneringssituationer endast beaktas om den är av väsentlig betydelse, t.ex. för konstruktioners täthet eller i stabilitetsfall där andra ordningens effekter är betydande. I övriga fall behöver den inte beaktas, förutsatt att bärverksdelarnas duktilitet och rotationsförmåga är tillräckliga.

9 Referenser

- [1] "SS-EN 13670 Betongkonstruktioner – Utförande," 2012.
- [2] "SS-EN 1090-2 Utförande av stål- och aluminiumkonstruktioner – Del 2: Stålkonstruktioner," 2011.
- [3] A. Magnusson, E. Lindén och R. Waginder, "TEKNISKA BESTÄMMELSER FÖR MEKANISKA ANORDNINGAR," Utgåva 7, 2015-12-08.
- [4] "SS-EN 1992-3 Eurokod 2: Dimensionering av betongkonstruktioner – Del 3: Behållare och avskiljande konstruktioner för vätskor och," 2009.
- [5] "Boverkets konstruktionsregler EKS 11 BFS 2011:10," Boverket.
- [6] "SS-EN 1992-1-1 Eurokod 2: Dimensionering av betongkonstruktioner - Del 1-1: Allmänna regler och regler för byggnader," 2008.
- [7] SKB, FKG, OKG, Ringhals, TVO, "TBY Tekniska Bestämmelser för Ytskydd," 2013-12-31.
- [8] O. Jovall, J. Kölfors, P. Andersson, J.-A. Larsson och S. Thelandersson, "Dimensionering av nukleära byggnadskonstruktioner (DNB)," SSM, 2017.
- [9] IAEA, "IAEA-TECDOC-1791 Considerations on the Application of the IAEA Safety Requirements for the Design of Nuclear Power Plants," 2016.
- [10] "SS-EN 1991-1-7 Eurokod 1 – Laster på bärverk – Del 1-7: Allmänna laster – Olyckslast," 2008.
- [11] "SS-EN 1991-1-1 Eurokod 1: Laster på bärverk – Del 1-1: Allmänna laster – Tunghet, egentynghet, nyttig last för byggnader," 2011.
- [12] "American Society of Mechanical Engineers, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section III Division 2 Code for Concrete Containments," 2010.
- [13] "SS-EN 1991-3:2006; Eurokod 1: Laster på bärverk - Del 3: Laster av kranar och maskiner, utgåva 1," 2011.

KONSTRUKTIONSFÖRUTSÄTTNINGAR FÖR BYGGNADER

Det saknas en branschgemensam struktur för hur ett formellt dokument för konstruktionsförutsättningar för byggnader för kärntekniska anläggningar ska utformas.

Respektive tillståndshavare har hittills tagit fram egna dokument vilket gör att omfattning och utformning av dokument variera mellan olika anläggningar. Här presenteras en mall med instruktioner för hur man tar fram konstruktionsförutsättningar för byggnader för kärntekniska anläggningar.

Mallen är framtagen samarbete med en referensgrupp med representanter från svenska och finska kärnkraftverk och är tänkt att kunna användas som en branschgemensam standard för KFB-dokument.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se



Energiforsk