

# DSI SPUNS- OG RAMMEDAG



## SVEJSNING OG NDT I RELATION TIL SPUNS, MV. EN-1090-1 / -2

KRISTIAN LUND JEPSEN, RAMBØLL OIL&GAS, ESBJERG

RAMBØLL

# EMNER

- Præsentation, mig selv og firmaet
- Er udførelses krav blevet skærpet?
- EN 1090-2 og svejsning / NDT m.v.
- Hvad kan vi gøre for at holde tingene på fornuftigt niveau?

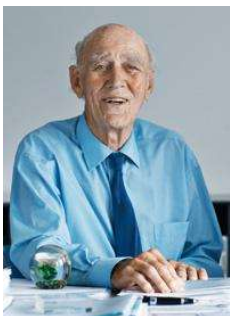


# KRISTIAN LUND JEPSEN, BAGGRUND

- Civilingeniør (M) fra DTU, 1981
- Ansat i Rambøll Oil&Gas, 1991 (første gang)
- Senior chefkonsulent (olie/gas)
- Undervise på kurset "Udførelse og CE-mærkning af stålkonstruktioner" samt "Tilsyn af stålkonstruktioner" i DSI (Dansk Stålinstitut)
- Tilknyttet DANAK som særlig sagkyndig vedr. akkreditering på PED, EN 1090, ISO 3834, svejser certificering (ISO 9606-1) og NDT certificering (ISO 9712)
- Teknisk assessor for DANAK vedr. NDT akkrediteringer
- Tlf. 2340 2936 (mobil) / E-mail: kuj@ramboll.com



# RAMBØLL - RAMBØLL OIL&GAS



- Rådgivende ingeniør firma (projektering, design)
- Grundlagt 1945 i DK af Børge Rambøll og Johan Hannemann
- I dag ca 12000 ansatte i og udenfor Skandinavien
- Fonds ejet (Rambøll fonden)
  
- **Rambøll Oil&Gas** – første opgaver ca. 1980
- I dag ca. 600 ansatte (ingeniører, maskinmestre, teknikere)
- Offshore anlæg, pipelines, gas lagre / behandlingsanlæg, raffinaderier

RAMBØLL

# RAMBØLL – HVOR VI ER

ØRESTAD: RAMBOLL HEAD  
OFFICE  
ESBJERG  
FREDERICIA  
HADERSLEV  
HERNING  
KOLDING  
ODENSE  
ROSKILDE  
SØNDERBORG  
VEJLE  
VIBORG  
AALBORG  
AARHUS



# ER KRAVENE SKÆRPET DE SENERE ÅR?

## UDFØRELSE (SVEJSNING, KONTROL, MV)

- Ja, EN 1090-2 / EN 1090-1 resulterer i skærpede krav
- DS 412, sidste udgaver indarbejde delvist strengere krav
- Minimum design temperatur udendørs er nu  $-31^{\circ}$  C (var den også i de seneste udgaver af DS 410)
- EN 1090-2 giver højere krav til:
  - Materialer / produkter
  - Svejsearbejde / svejsekoordinering
  - NDT
  - Dokumentation af udført arbejde
  - Dansk National annex, DS/DK 1993-1-1 forhøjer standard krav til udførelsen (EXC) – svært at benytte EXC1 når der svejses

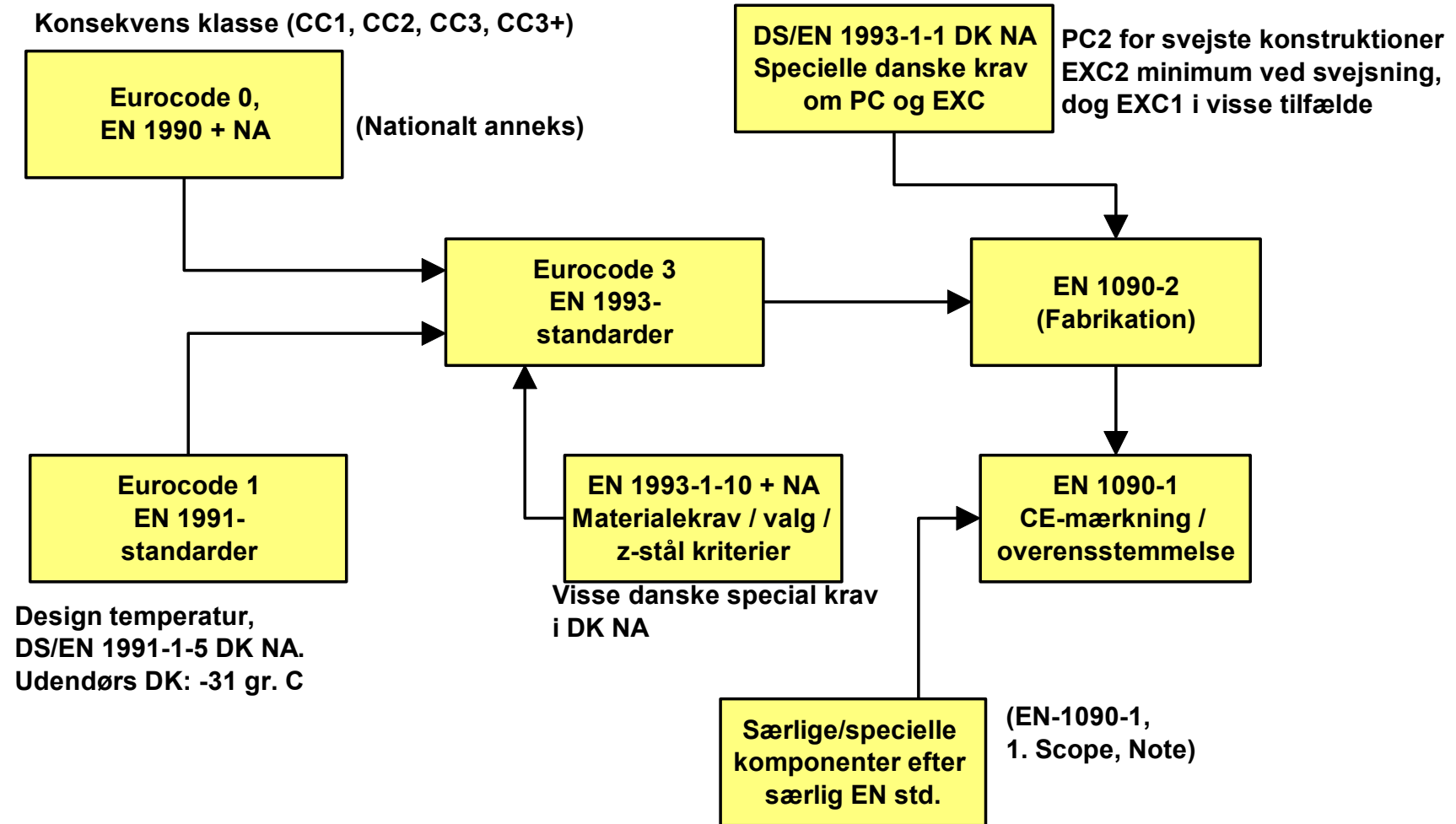


# EN RÅDGIVENDE INGENIØR

- Vi skal være sikre i vores sag!
- Hvis usikker, så er man "konservativ" og stiller hellere for høje end for lave krav.
- Ofte glemmes at projekteringsstandarder, materiale standarder og udførelses standarder allerede har indbygget meget sikkerhed.
- Ofte havner vi formentlig på et alt for højt niveau for sikkerhed! Uden at få "value for money". Det er dyrt.

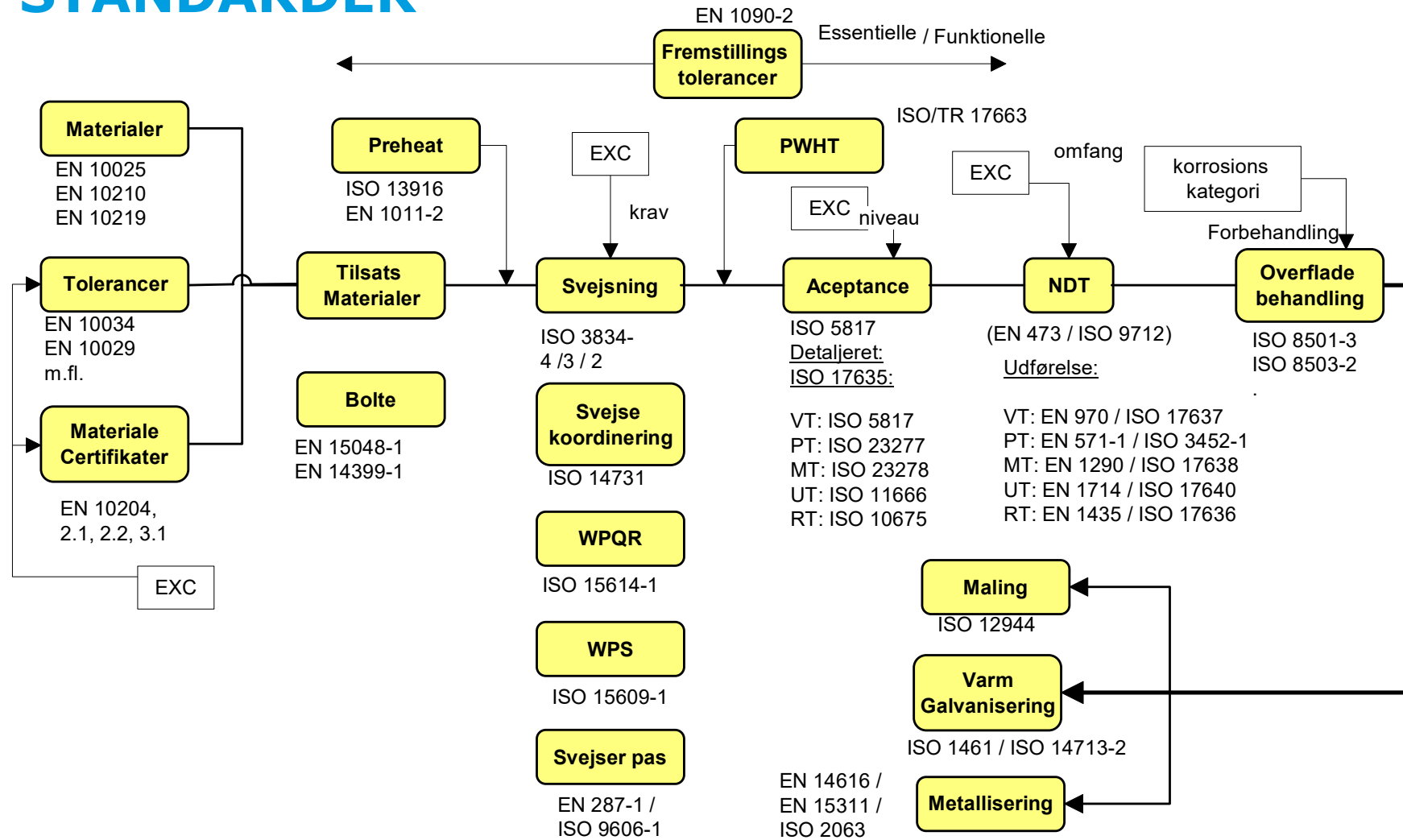


# OPSUMMERING - SAMMENHÆNGE





# EN 1090-2 – DÆKNINGSOMRÅDE OG STANDARDER

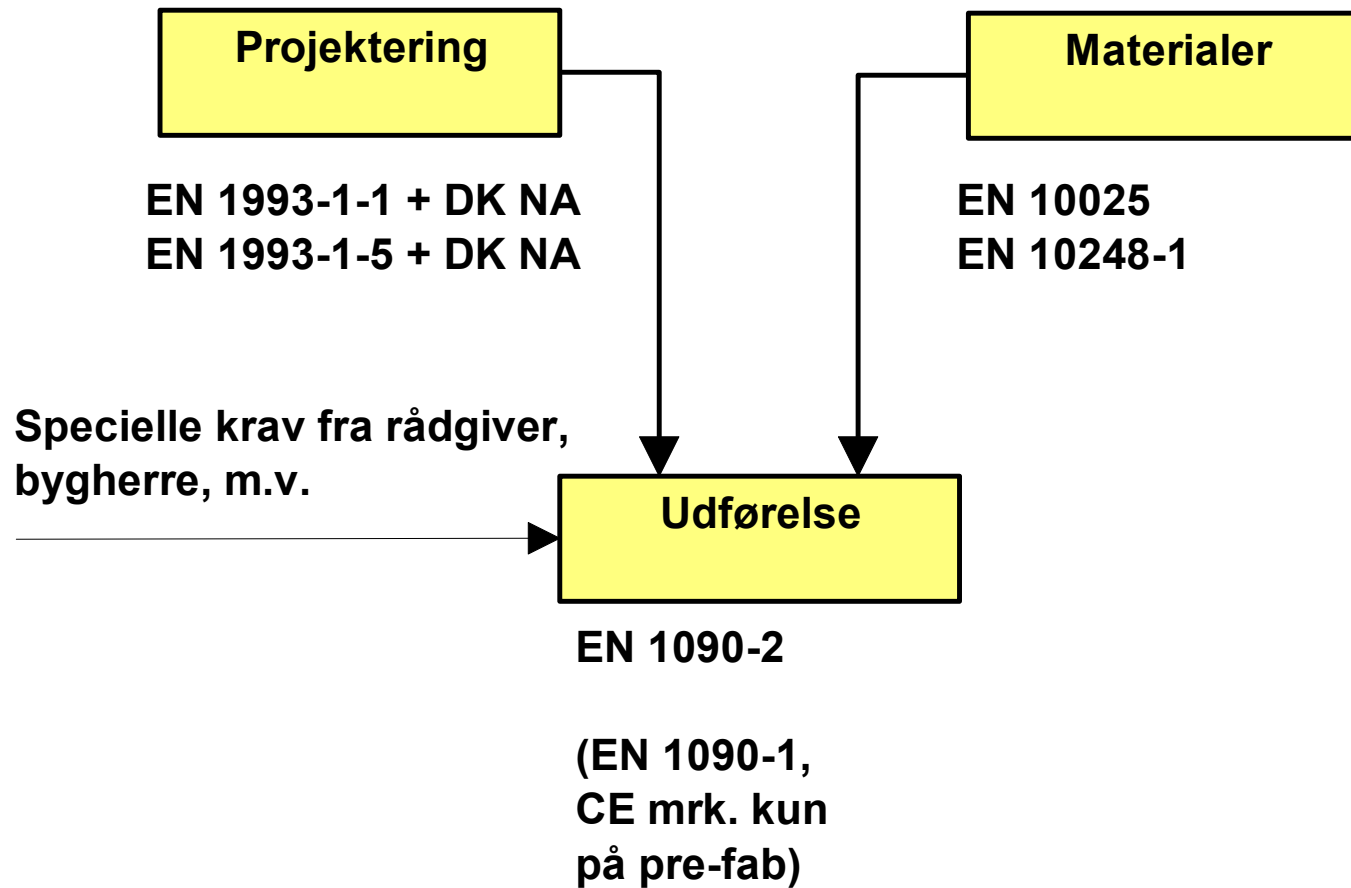


# WPS OG WPQR - EXC

Pkt.	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
<b>7.1 Generelt</b>	EN ISO 3834-4	EN ISO 3834-3	EN ISO 3834-2	EN ISO 3834-2
<b>7.4 Kvalificering af svejseprocedurer og svejsepersonale</b>				
<b>7.4.1</b> Kvalificering af svejseprocedurer	Nr	Se tabel 12 og tabel 13	Se tabel 12 og tabel 13	Se tabel 12 og tabel 13
<b>7.4.2</b> Kvalificering af svejsere og svejseoperatører	Svejsere: EN 287-1 Svejseoperatører: EN 1418	Svejsere: EN 287-1 Svejseoperatører: EN 1418	Svejsere: EN 287-1 Svejseoperatører: EN 1418	Svejsere: EN 287-1 Svejseoperatører: EN 1418
<b>7.4.3</b> Svejsekoordinering	Nr	Teknisk viden ifølge tabel 14 eller 15	Teknisk viden ifølge tabel 14 eller 15	Teknisk viden ifølge tabel 14 eller 15
<b>7.5.1</b> Tildannelse af fuger	Nr	Nr	Shopprimere er ikke tilladt	Shopprimere er ikke tilladt
<b>7.5.6</b> Midlertidige beslag	Nr	Nr	Skal specificeres Skæring og mejsling er ikke tilladt	Skal specificeres Skæring og mejsling er ikke tilladt
<b>7.5.7</b> Hæftesvejsninger	Nr	Kvalificeret svejseprocedure	Kvalificeret svejseprocedure	Kvalificeret svejseprocedure

EN 287-1 erstattet af ISO 9606-1

# SAMMENHÆNGE - SPUNS



# WPS OG WPQR - EXC

Tabel 12 – Metoder til kvalificering af svejseprocedurer for processerne 111, 114, 12, 13 og 14

Kvalificeringsmetode		EXC 2	EXC 3	EXC 4
Svejseprocedureprøve	EN ISO 15614-1	X	X	X
Præproduktionssvejseprøve	EN ISO 15613	X	X	X
Standardsvejseprocedure	EN ISO 15612	X <sup>a</sup>	-	-
Tidligere svejseerfaring	EN ISO 15611	X <sup>b</sup>	-	-
Prøvede tilsatsmaterialer	EN ISO 15610			
X	Tilladt			
-	Ikke tilladt			
<sup>a</sup> Kun for materialer ≤ S 355 og kun for manuel eller delvist mekaniseret svejsning.				
<sup>b</sup> Kun for materialer ≤ S 275 og kun for manuel eller delvist mekaniseret svejsning.				

EN 287-1 erstattet af ISO 9606-1

# KONTROL / NDT - EXC

Tabel 24 – Omfang af supplerende NDT

Type svejsesøm	Værksted- og montagesvejsninger		
	EXC2	EXC3	EXC4
Tværgående stumpsømme og sømme med delvis indtrængning i stumpsamlinger påvirket af trækspænding:			
$U \geq 0,5$	10 %	20 %	100 %
$U < 0,5$	0 %	10 %	50 %
Tværgående stumpsømme og sømme med delvis indtrængning:			
i krydssamlinger	10 %	20 %	100 %
i T-samlinger	5 %	10 %	50 %
Træk- eller forskydningspåvirkede tværkantsømme:			
Med $a > 12$ mm eller $t > 20$ mm	5 %	10 %	20 %
Med $a \leq 12$ mm og $t \leq 20$ mm	0 %	5 %	10 %
Langsgående svejsesømme med fuld gennemtrængning mellem krop og overflange af en krandrager	10 %	20 %	100 %
Andre langsgående sømme og svejsning på afstivninger	0 %	5 %	10 %
NOTE 1 – Langsgående sømme er sømme udført parallelt med komponentens akse. Alle andre sømme anses for at være tværgående sømme.			
NOTE 2 – $U$ = Udnyttelsesgrad af sømme for kvasistatisk last. $U = E_d/R_d$ , hvor $E_d$ er svejsesømmens største lastvirkning, og $R_d$ er svejsesømmens bæreevne i brudgrænsetilstanden.			
NOTE 3 – Udtryk $a$ og $t$ henviser til henholdsvis $a$ -målet og det tykkeste materiale, der samles.			

# BESTEMMELSE AF EXC KONSEKVENSKLASSE, CC – EN 1990

Konsekvensklasse	Konsekvenser af eventuel skade	Eksempler
CC3 høj konsekvensklasse	Høj risiko for tab af menneskeliv, <i>eller</i> de økonomiske, sociale eller miljømæssige konsekvenser er meget store.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– bygninger i flere etager, hvor højde til gulv i øverste etage er mere end 12 m over terræn, såfremt de ofte benyttes til ophold for personer, fx til bolig eller kontor</li> <li>– bygninger med store spændvidder, såfremt de ofte benyttes af mange personer, fx til koncert, sport, teater eller udstilling</li> <li>– tribuner</li> <li>– større vejbroer og tunneler</li> <li>– større master og tårne</li> <li>– større siloer nær bebyggelse</li> <li>– dæmninger og lignende konstruktioner, hvor brud vil medføre store skader.</li> </ul>
CC2 middel konsekvensklasse	Middel risiko for tab af menneskeliv. Økonomiske, sociale eller miljømæssige konsekvenser er betydelige.	Bygninger eller konstruktioner der ikke hører til CC3 eller CC1
CC1 lav konsekvensklasse	Lav risiko for tab af menneskeliv, og de økonomiske, sociale og miljømæssige konsekvenser er små eller ubetydelige.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 1- og 2-etagesbygninger med moderate spændvidder, hvor der kun lejlighedsvis kommer personer, fx lagerbygninger, skure og mindre landbrugsbygninger</li> <li>– mindre master og tårne, herunder almindelige gademaster</li> <li>– mindre siloer</li> <li>– sekundære konstruktionsdele, fx skillevægge, vindues- og dørøverliggere og beklædninger.</li> </ul>



# BESTEMMELSE AF EXC ANVENDELSES KATEGORI, EN 1990-2

## Anvendelseskategorierne

SC1: Statisk last

SC2: Dynamisk last (= Udmattelsespåvirket DS/EN 1993-1-1 DK NA)

Tabel B.1 – Foreslåede kriterier for anvendelseskategorier

Kategori	Kriterier
SC1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Konstruktioner og komponenter kun dimensioneret for kvasistatiske laster (Eksempel: bygninger)</li><li>• Konstruktioner og komponenter og deres samlinger dimensioneret til seismisk last i områder med lav seismisk aktivitet og i DCL*</li><li>• Konstruktioner og komponenter dimensioneret til udmattelseslast fra kraner (klasse S<sub>0</sub>)**</li></ul>
SC2	<ul style="list-style-type: none"><li>• Konstruktioner og komponenter dimensioneret til udmattelseslast i overensstemmelse med EN 1993. (Eksempler: Vej- og jernbanebroer, kraner (klasse S<sub>1</sub> til S<sub>9</sub>)**, konstruktioner udsat for vibrationer hidrørende fra vind, grupper af personer eller roterende maskiner)</li><li>• Konstruktioner og komponenter og deres samlinger dimensioneret til seismisk last i områder med middel eller høj seismisk aktivitet og i DCM* og DCH*</li></ul>

\* DCL, DCM, DCH: duktilitetsklasser i henhold til EN 1998-1.  
\*\* For klassifikation af udmattelseslast fra kraner, se EN 1991-3 og EN 13001-1.



# BESTEMMELSE AF EXC

Udførelsesklassen bestemmes på følgende måde:

Tabel B.3 – Anbefalet matrix til bestemmelse af udførelsesklasse

Konsekvensklasser		CC1		CC2		CC3	
Anvendelseskategorier		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Produktions- kategorier	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 <sup>a</sup>	EXC3 <sup>(4)</sup>
	PC2	EXC2 <sup>(*)</sup>	EXC2 <sup>(3)</sup>	EXC2	EXC3	EXC3 <sup>a</sup>	EXC4

<sup>a</sup> EXC4 bør anvendes til specielle konstruktioner eller konstruktioner med meget alvorlige konsekvenser af konstruktionssvigt, hvis der er krav herom ifølge nationale bestemmelser.

Med rødt ( ) er angivet kravene efter DS/EN 1993-1-1 DK NA

(\*) EXC1 kan anvendes såfremt der anvendes kantsømme og dimension øges med 20% samt min. karakter (Se endv. NA)

Såfremt intet andet angives antages EXC2 (jfr. EN 1090-2 afsnit 4.1.2)

# BESTEMMELSE AF EXC – FORSKELLIGE LANDE

## EN 1993-1-1 NA / DK / S / D / UK

- Danmark har skærpet krav til anvendelse af EXC1 i forhold til anbefalingen i EN 1090-2 og det specificerede i EN 1993-1-1, Annex C.
- Sverige har slækket kravene til anvendelse af EXC i forhold til EN 1090-2 og EN 1993-1-1, Annex C.
- Tyskland har nogenlunde de samme krav som givet i EN 1090-2 og EN 1993-1-1, men har givet visse begrænsninger og uddybninger af hvor EXC1 må bruges.
- England har skærpet krav i forhold til anbefalingerne i EN 1090-2 og EN 1993-1-1, så det her ikke anbefales at anvende EXC1.

# RÅDGIVENDE INGENIØR – HVOR STARTER PROBLEMERNE MED OVERDIMENSIONERING?

- Valg af for høj konsekvensklasse (CC) iht. Eurocodes
- Man vælger at køre hele konstruktionen i konsekvens klasse som "det værst tænkelige",
- og differentierer ikke fra element til element og knudesamling til knudesamling ("Det tager lang tid og kunden vil ikke betale")
- For høj CC giver for høj EXC
- Regner ikke udnyttelse i de enkelte svejsesømme – umuliggør at udnytte "reduceret NDT" ved < 50% udnyttelse.
- Valg af for høj styrkeklasse for stål ("Vi laver da bare det hele i S355"). Resultat: Høje krav til svejsning.
- Resultat er for dyre materialer, for dyr udførelse og for omfangsrig/dyr kontrol/prøvning (NDT).



## VÆR OBS PÅ VED UDBUD/TILBUD

- Er der elementer eller svejste samlinger som kan "nedgraderes" til lavere CC / EXC?
- Er der større dele (f.eks. rækværk), hvor det er fornuftigt at gå ind med lavere styrkeklasse (S235 / S275) end specificeret?
- Er der stumpsømme med < 50% udnyttelse / er informationen tilgængelig?
- Er der specificeret kontrol og foranstaltninger mod lagdeling / udrivningsbrud – se nedenfor (\*)

(\*) DS/EN 1993-1-10 DK NA er ikke retvisende. Der kommer en ny udgave snart. Og det er ikke-obligatorisk men vejledninger! Vejledningerne omkring ultralyd scanning for de-laminering er ikke meget bevidt som de står der i dag (august 2017).

## FÆLLES TILTAG – RÅDGIVER & UDFØRENDE

- Overbevise bygherre om at det er værd at differentiere og optimere på CC'erne og EXC'erne – og også at udnyttelse i stumpsømmene beregnes → reduceret NDT
- Gå ind i S-1993 (DS) eller kontakt til deltagerne med henblik på at få moderniseret de nationale annekser til EN 1993 (herunder de danske krav til valg af EXC)

# LÆKAGE TÆTHED I SVEJSNINGER

- De almindelige NDT metoder i EN 1090-2 tilsikrer ikke lækage tæthed.
- Vakuumbekæmpelse (udførelse iht. EN 1593 og accept iht. EN 1779) er en mulighed for LT.
- Der findes også ISO standarder til testen.



RAMBOLL



**DET VAR DET....**

**TAK.**