

Steinsteypudagur 2014

EC2 Steinsteypustaðallinn  
ÍST EN 1992-1-1:2004

Haukur J. Eiríksson

- Lokapróf HÍ 1991
- MSc DTU 1993
- Verkfræðingur í Danmörku 1993-2000
- Hnit verkfræðistofa frá árinu 2000
- Aðjúntkt við HÍ frá árinu 2002
- Dr. nám
- Formaður Steinsteypufélags Íslands og Nordisk Betonforbund 2004-2007.

## Efnisyfirlit (námskeiðs)

1. Steypa
2. Steypustyrktarstál
3. Lágmarksbending
4. Steypuhulur
5. Innbyrðis járnabil
6. Festulengdir
7. Skeytilengdir
8. Skerburðargeta
9. Gegnumbrot
10. Togstífni og sprunguvíddir
11. Formbreytingar með togstífni
12. Bitasúlur
13. Steypuskil
14. Tilraunir við HÍ: Bitar með vægisálagi; Bitar með skerálagi; **Bitar með breytilegu álagi**; Tvíberandi plötur með stökum krafti
15. Skerveggir  
Steypustyrktarjárn



HNIT

## Breytingar á milli staðla

- ÍST EN 1992-1-1:2004 = **EC2**
- Eldri útgáfa: FS ENV 1992-1-1:1991 = **ENV2**
- Í EC2 eru fótnótur f. álag og burðargetu:  
Álag:  $N_{Ed}$ ,  $M_{Ed}$ ,  $V_{Ed}$ ... (Effect of action)  
Burðargeta:  $N_{Rd}$ ,  $M_{Rd}$ ,  $V_{Rd}$ ... (Resistance)



HNIT

# 1. Steypa

Tafla 3.1 Ýmis gildi og jöfnur

		Strength classes for concrete													Analytical relation / Explanation	
		12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80		90
$f_{ck}$	$f_{ck}$ (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
	$f_{ck,0.05}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
	$f_{cm}$ (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm} = f_{ck} + 8$ (MPa)
	$f_{cm,0.05}$ (MPa)	1.6	1.9	2.2	2.6	2.9	3.2	3.5	3.8	4.1	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	$f_{cm,0.05} = 0.30 \cdot f_{cm}^{0.85} < 0.90 f_{cm}$ $f_{cm,0.05} = 2.12 \cdot k(1 + (f_{cm}/10)^{-1.5})$ $> C50/60$
$E_{cm}$	$f_{cm,0.05}$ (MPa)	1.1	1.3	1.5	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	2.9	3.0	3.1	3.2	3.4	3.5	$E_{cm,0.05} = 0.7 \cdot E_{cm}$ 5% fractile
	$f_{cm,0.95}$ (MPa)	2.0	2.5	2.9	3.3	3.8	4.2	4.6	4.9	5.3	5.5	5.7	6.0	6.3	6.6	$E_{cm,0.95} = 1.3 \cdot E_{cm}$ 95% fractile
	$E_{cm}$ (GPa)	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	$E_{cm} = 22 \left( \frac{f_{cm}}{10} \right)^{1.1}$ $(f_{cm} \text{ in MPa})$
	$\alpha_{c1}$ (%)	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.25	2.3	2.4	2.45	2.5	2.6	2.7	2.8	2.8	see Figure 3.2 $\alpha_{c1} = (f_{ck} - 12) / f_{ck}^{0.2} + 2.8$
$\epsilon_{cu}$	$\alpha_{c1}$ (%)	3.5									3.2	3.0	2.8	2.8	2.8	see Figure 3.2 for $f_{ck} \geq 90$ Mpa $\alpha_{c1} = 2.8 + 27/199 \cdot (f_{ck} - 90)/100$
	$\alpha_{c2}$ (%)	2.0									2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	see Figure 3.3 for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\alpha_{c2} = 2.0 + 0.085 \cdot (f_{ck} - 50)^{0.25}$
	$\alpha_{c2}$ (%)	3.5									3.1	2.9	2.7	2.6	2.6	see Figure 3.4 for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\alpha_{c2} = 1.75 + 0.55 \cdot (f_{ck} - 50)^{0.45}$
	$n$	2.0									1.75	1.6	1.45	1.4	1.4	for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $n = 1.4 + 23.4 \cdot (90 - f_{ck}) / 100^2$
	$\alpha_{c3}$ (%)	1.75									1.8	1.9	2.0	2.2	2.3	see Figure 3.4 for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\alpha_{c3} = 1.75 + 0.55 \cdot (f_{ck} - 50)^{0.45}$
$\epsilon_{cu}$	$\alpha_{c3}$ (%)	3.5									3.1	2.9	2.7	2.6	2.6	see Figure 3.4 for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\alpha_{c3} = 1.75 + 0.55 \cdot (f_{ck} - 50)^{0.45}$

Table 3.1 Strength and deformation characteristics for concrete

EN 1992-1-1:2004 (E)

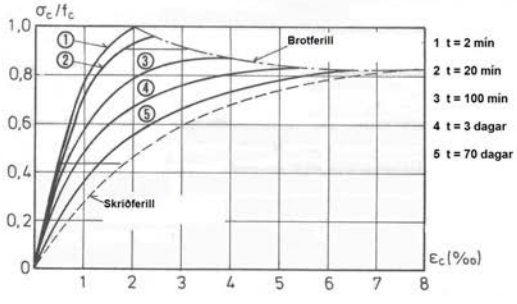
29



- Hönnunargildi þrýststyrks, jafna (3.15):

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$$

- $\alpha_{cc}$  er nýr stuðull. Tekur tillit til áhrifa langtímahegðunar á steypustyrk.
- Á bilinu 0,8-1,0, mælt er með 1,0.
- EC2 kafli 3.1.2(4): Ef steypustyrkur er fundinn fyrir steypu eldri en 28d á að nota lægra gildi, mælt er með 0,85.



## Kassalaga spennudreifing

$$\lambda = 0,8 \quad \text{for } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$$

$$\lambda = 0,8 - (f_{ck} - 50)/400 \quad \text{for } 50 < f_{ck} \leq 90 \text{ MPa}$$

and

$$\eta = 1,0 \quad \text{for } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$$

$$\eta = 1,0 - (f_{ck} - 50)/200 \quad \text{for } 50 < f_{ck} \leq 90 \text{ MPa}$$

Óbreytt  
Nýtt

Var  $\alpha = 0,85$  í ENV2  
Nýtt

**Note:** If the width of the compression zone decreases in the direction of the extrer value  $\eta f_{cd}$  should be reduced by 10%.

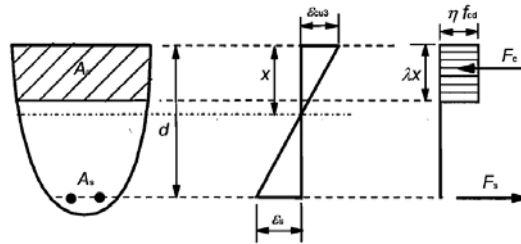


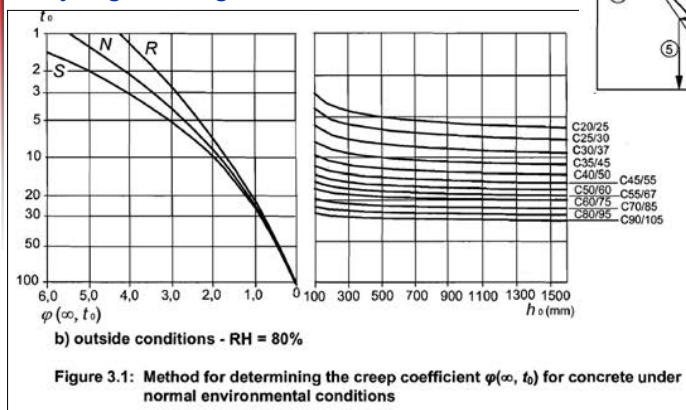
Figure 3.5: Rectangular stress distribution



HNIT

## Skið í steypu EC2 3.1.4

### Ný og ítarlegri aðferð.



Jöfnur eru í viðauka B í EC2.

Gildir sem fyrr fyrir langtímaspennur upp að  $0,45f_{ck}$  (EC2, 7.2(3)).  
Annars þarf að nota ólínulegan skiðstuðul, (EC2, 3.1.4(4)). Nýtt.



HNIT

## Skrifstuðlar skv. ENV2 og EC2

### Innandyra RH=50% & $t_0=28d$

$h_0$	ENV2	EC2 – C25	EC2 – C50
150	2,5	2,8	1,6
600	2,0	2,3	1,4

### Utandyra RH=80% & $t_0=28d$

$h_0$	ENV2	EC2 – C25	EC2 – C50
150	1,7	2,0	1,2
600	1,5	1,8	1,1



## Rýrnun í steypu, EC2 3.1.4

- Ný og ítarlegri aðferð.
- EC2 skiptir rýrnunni upp í tvo liði, jafna (3.8):

Þurrkrýrnun <sup>1)</sup> + plastísk rýrnun <sup>2)</sup>

1) Hæg uppgufun umframvatns, myndar jafnvægi við umhverfið.

2) Hröð uppgufun vatns á fyrstu dögum eftir niðurlögn.

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$$

where:

$\varepsilon_{cs}$  is the total shrinkage strain

$\varepsilon_{cd}$  is the drying shrinkage strain

$\varepsilon_{ca}$  is the autogenous shrinkage strain

### Innandyra RH=50%

$h_0$	ENV2	EC2 – C20	EC2 – C40
150	0,60	0,52	0,46
600	0,50	0,40	0,37



## 2. Steypustyrktarstál– EC2 3.2

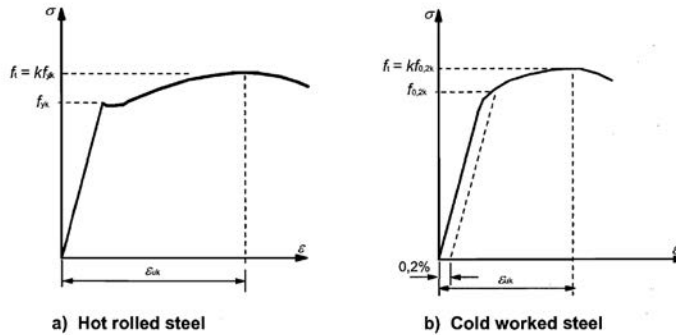


Figure 3.7: Stress-strain diagrams of typical reinforcing steel (absolute value)

- $f_{yk} = f_{0,2k}$  = flotstyrkur (5%),  $f_{tk}$  = brotstyrkur (5%),  
 $\epsilon_{uk}$  = brotstreita, þ.e. streita við hæstu spennu.



HNIT

### • Viðauki C:

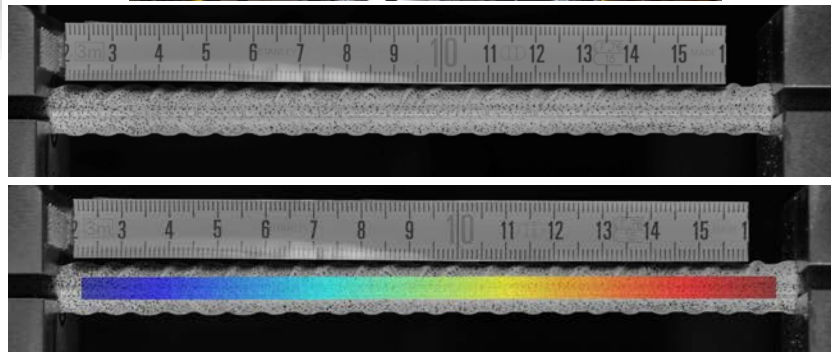
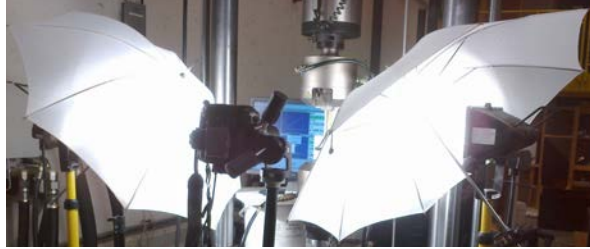
Product form	Bars and de-coiled rods		
	A	B	C
Class			
Characteristic yield strength $f_{yk}$ or $f_{0,2k}$ (MPa)	400 to 600		
Minimum value of $k = (f_t/f_{yk})_k$	≥1,05	≥1,08	≥1,15 <1,35
Characteristic strain at maximum force, $\epsilon_{uk}$ (%)	≥2,5	≥5,0	≥7,5

- Skv. ÍST-16:2006 á almennt að nota stál í flokki C í byggingum á jarðskjálftasvæðum og undantekningarlaust í orkueyðandi byggingarluta.

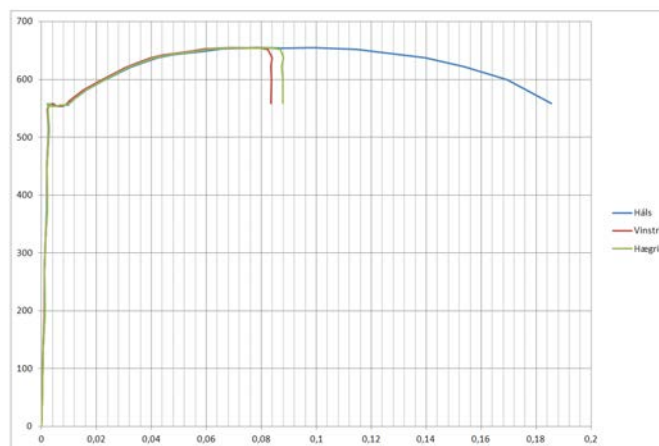
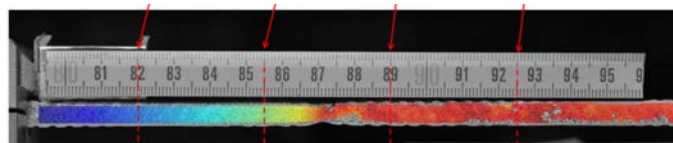


HNIT

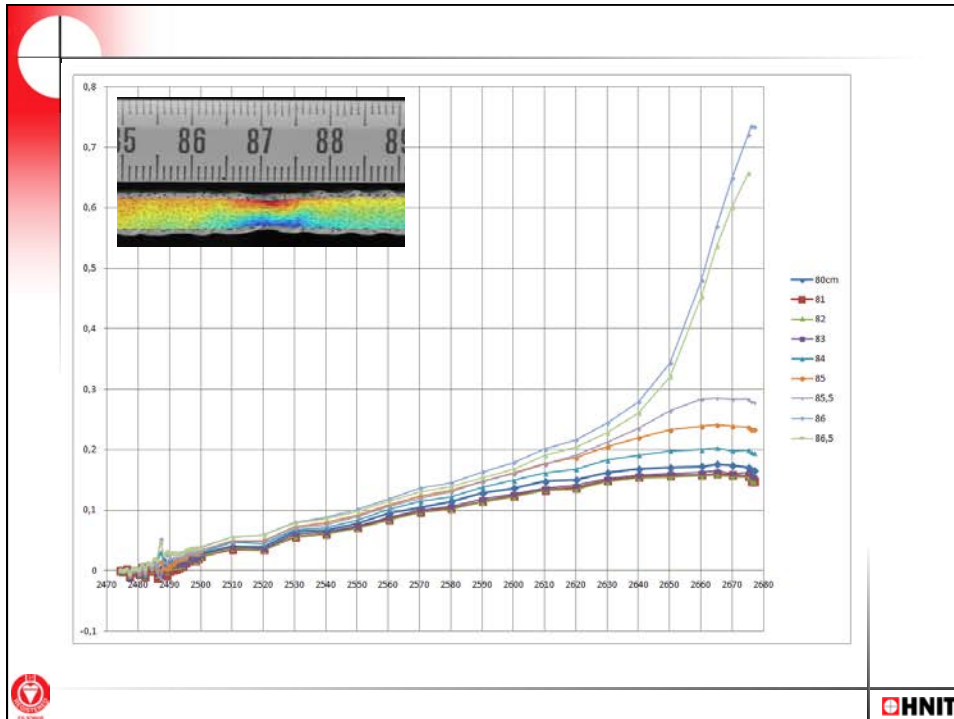
## DIC-myndgreiningaraðferð



**HNIT**



**HNIT**



### 3. Lágmarksbending

- Bitar og plötur undir beygjuáraun, jafna (9.1):

$$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b d \quad \text{þó ekki minna en} \quad 0.0013 b d$$

- Ný jafna, en jafnan í ENV2 var óháð steypustyrk. EC2 gefur lægra  $A_{s,min}$  fyrir veikari steypu og hærra  $A_{s,min}$  fyrir sterkari steypu.



- Lágmarks lykkjubending í bitum, kafli 9.2.2:

$$\rho_{w.min} = \frac{0,08 \sqrt{f_{ck}}}{f_{ywd}}$$

$f_{yk}=500$ MPa $\rho_{w.min}$	C20	C30	C40	C50
EC2	0,00072	0,00088	0,0010	0,0011
ENV2	0,0007	0,0011	0,0013	0,0013

Minni kröfur

- Lykkjubil í langáttina:

EC2:  $S_{l.max} = 0,75d$

ENV2:  $S_{l.max} = \min(0,8d / 300mm)$

$= \min(0,6d / 300mm)$

$= \min(0,3d / 200mm)$

Minni kröfur

Háð hlutf.  
álags og  
burðargetu



HNIT

- Lágmarksbending í súlum, kafli 9.5.2:

EC2:  $A_{s.min} = \frac{0,10 N_{Ed}}{f_{yd}}$  þó ekki minna en  $0,002 A_c$

Minni kröfur

ENV2:  $A_{s.min} = \frac{0,15 N_{Ed}}{f_{yd}}$  þó ekki minna en  $0,003 A_c$

- Lágmarkslykkjubil í súlum, kafli 9.5.3:

lykkjubil  $\leq \min(20 \cdot \phi_{\text{langjárn}} / b (b < h) / 400mm)$

Minni kröfur

ENV2:  $\min(12 \cdot \phi_{\text{langjárn}} / b (b < h) / 300mm)$



HNIT

- Lágmarksbending í veggjum, kafli 9.6:

Lóðrétt járn:

$$A_{s,min} = 0,002 A_c$$

$$\text{ENV2: } 0,004 A_c$$

Minni kröfur

$$\text{bil} \leq \min(3b / 400\text{mm})$$

$$\text{ENV2: } \min(2b / 300\text{mm})$$

Lárétt járn:

$$A_{s,min} = \max(25\% \text{ af lóðr.járnum} / 0,001 A_c)$$

$$\text{ENV2: } 50\% \text{ af lóðr. járnum}$$

Minni kröfur

$$\text{bil} \leq 400\text{mm}$$

$$\text{ENV2: } 300\text{mm}$$



HNIT

#### 4. Steypuhulur, kafli 4.4.1

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

Jafna (4.1)

- $c_{min} = c_{min,b} / c_{min,dur} / 10\text{mm} / \text{Brunakröfur (í ST EN 1992-1-2)} / \text{Stærsta steinastærð steypu} - \text{VANTAR}$
- $c_{min,dur}$  ákvarðast skv. viðeigandi áreitisflokk, oft fleiri en einn flokkur (tafla 4.1):

X0 = Engin hættu á tæringu (t.d. innandyra)

XC = Tæring v. kolsýringar (Carbonation) <sup>1)</sup>

XD = Tæring v. klóríða (sundlaugar, bílag.) <sup>1)</sup>

XS = Tæring v. klóríða úr sjó <sup>1)</sup>

XF = Frostþíðuáraun <sup>2)</sup>

XA = Efnaáraun <sup>2)</sup>

1) Ryðmyndun

2) Skemmdir á steypu



HNIT

## Tafla 4.1 í EC2 og tafla 1 í ÍST EN 206-1

Flokkur	Lýsing umhverfis	Dæmi um aðstæður þar sem áreitisslokkarnir koma fyrir
<b>1 Engin hættu á tæringu eða öðrum skemmdum</b>		
X0	Fyrir steypu án bendingar eða innsteypts málmis: Óli áhrif, nema þar sem gættir frosts/þiðu, slit- eða efnaðraunar  Fyrir steypu með bendingu eða innsteyptum málm: Mjög þurr	Steypa inni í byggingum með mjög lítinn loftraka
<b>2 Tæring vegna kolsýringar</b>		
Þegar steypa sem inniheldur bendingu eða innsteyptan málm er óvarin fyrir lofti og raka skulu áhrifin flokkuð sem hér segir: ATHUGASEMD: Rakaaðstæður eru þær sem ríka í steypuhulunni utan um bendunguna eða annan innsteyptan málm, en í mörgum tilvikum má líta svo á að aðstæður í steypuhulunni endurspeglar þær sem ríka í umhverfi steypunnar. Í slíkum tilvikum kann flokkun á umhverfi steypunnar að vera fullnægjandi. Verið getur að þetta eigi ekki við ef vörn er milli steypunnar og umhverfisins.		
XC1	Þurr eða ávallt blautt	Steypa inni í byggingum með lítinn loftraka Steypa sem er ávallt á kafi í vatni
XC2	Blautt, sjaldan þurr	Steypuþyrborð sem sætir langvinnri snertingu við vatn Aligengt í undirstöðum
XC3	Miðlungsakastig	Steypa inni í byggingum með miðlungs- eða háan loftraka Útsteypa sem skýlt er fyrir regni
XC4	Blautt og þurr til skiptis	Steypuþyrborð í snertingu við vatn, ekki í áreitisslokki XC2
<b>3 Tæring af völdum klóríða annarra en úr sjó</b>		
Þegar steypa sem inniheldur bendingu eða annan innsteyptan málm kemst í snertingu við vatn sem inniheldur klóríðefni, þar með talið afsingarsólt, sem ekki koma úr sjó, skulu áhrifin flokkuð sem hér segir: ATHUGASEMD: Varðandi rakaaðstæður sjá einnig 2. hluta þessarar töflu.		
XD1	Miðlungsakasti	Steypuþyrborð óvarið fyrir klóríðum í lofti
XD2	Blautt, sjaldan þurr	Sundlaugar Steypa í snertingu við iðnaðarfrárennsli sem inniheldur klóríð
XD3	Blautt og þurr til skiptis	Brúarhlutar sem verða fyrir úða sem inniheldur klóríð Gangstéttir og akbrautir Bilastæðiplötur



Flokkur	Lýsing umhverfis	Dæmi um aðstæður þar sem áreitisslokkarnir koma fyrir
<b>4 Tæring vegna klóríða úr sjó</b>		
Þegar steypa sem inniheldur bendingu eða annan innsteyptan málm kemst í snertingu við klóríð úr sjó eða loft sem þar með sér salt úr sjó, skulu áhrifin flokkuð sem hér segir:		
XS1	Kemst í snertingu við loftþorið salt en er ekki í beinni snertingu við sjó	Mannvirki á strandsvæðum
XS2	Ávallt á kafi	Hlutar sjávarmannvirkja
XS3	Fjórborð og skvettu- og úðasvæði	Hlutar sjávarmannvirkja
<b>5 Frostþiðuraun með eða án afsingarefnis</b>		
Þegar steypa verður fyrir umtalsverðri áraun af frosti og þiðu til skiptis meðan hún er blaut, skulu áhrifin flokkuð sem hér segir:		
XF1	Vatnsmettunarstig í meðallagi án afsingarefnis	Löðréttir steypufletir sem verða fyrir úrkomu og frosti
XF2	Vatnsmettunarstig í meðallagi með afsingarefni	Löðréttir steypuþyrborð umferðarmannvirkja sem verða fyrir frosti og loftbornum afsingarefnum
XF3	Hátt vatnsmettunarstig án afsingarefnis	Láréttir steypufletir sem sæta úrkomu og frosti
XF4	Hátt vatnsmettunarstig með afsingarefni	Vegir og brúargólf sem verða fyrir afsingarefnum Steypuþyrborð sem verður fyrir úða, sem inniheldur afsingarefni, og frosti Skvettusvæði sjávarmannvirkja sem verða fyrir frosti
<b>6 Efnaðraun</b>		
Þegar steypa verður fyrir efnaðraun frá náttúrulegum jarðvegi og grunnvatni eins og sýnt er í töflu 2 skulu áhrifin flokkuð eins og segir hér á eftir. Flokkun sjávarvatns fer eftir landfræðilegri staðsetningu og því á sú flokkun við sem gildir á notkunarsvæði steypunnar. ATHUGASEMD: Sérstakra rannsóknir kann að vera þörf til að ákvarða umhverfisáðstæður þegar fyrir hendi eru: - mörk utan töflu 2; - önnur áreitni efni; - efnamenguð jörð eða vatn; - mikill vatnshraði ásamt efnunum í töflu 2.		
XA1	Litlillega áreitð efnaumhverfi samkvæmt töflu 2	
XA2	Nokkuð áreitð efnaumhverfi samkvæmt töflu 2	
XA3	Mjög áreitð efnaumhverfi samkvæmt töflu 2	



Table 4.4N: Values of minimum cover  $c_{min,dur}$  requirements with regard to durability for reinforcement steel in accordance with EN 10080.

Structural Class	Environmental Requirement for $c_{min,dur}$ (mm)							
	Exposure Class according to Table 4.1							
	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1/XS1	XD2/XS2	XD3/XS3	
S1	10	10	10	15	20	25	30	30
S2	10	10	15	20	25	30	35	35
S3	10	10	20	25	30	35	40	40
S4	10	15	25	30	35	40	45	45
S5	15	20	30	35	40	45	50	50
S6	20	25	35	40	45	50	55	55

50  
ár →

S4 ýmist hækkar eða lækkar eftir völdum líftíma, steypustyrk, gerð byggingarhluta og gæðæfirlits við steypuframléiðslu (tafla 4.3).

Table 4.3N: Recommended structural classification

Structural Class	Exposure Class according to Table 4.1							
	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1	XD2/XS1	XD3/XS2/XS3	
Criterion	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1	XD3 / XS2 / XS3	
Design Working Life of 100 years	increase class by 2	increase class by 2	increase class by 2	increase class by 2	increase class by 2	increase class by 2	increase class by 2	increase class by 2
Strength Class <sup>1,2)</sup>	≥ C30/37 reduce class by 1	≥ C30/37 reduce class by 1	≥ C35/45 reduce class by 1	≥ C40/50 reduce class by 1	≥ C40/50 reduce class by 1	≥ C40/50 reduce class by 1	≥ C45/55 reduce class by 1	≥ C45/55 reduce class by 1
Member with slab geometry (position of reinforcement not affected by construction process)	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1
Special Quality Control of the concrete production ensured	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1

HNIT

Í viðauka E er gefinn viðeigandi steypustyrkur f. valinn áreitissflokk.

Table E.1N: Indicative strength classes

Exposure Classes according to Table 4.1										
<b>Corrosion</b>										
	Carbonation-Induced corrosion				Chloride-Induced corrosion			Chloride-induced corrosion from sea-water		
	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3
Indicative Strength Class	C20/25	C25/30	C30/37		C30/37		C35/45	C30/37	C35/45	
<b>Damage to Concrete</b>										
	No risk		Freeze/Thaw Attack			Chemical Attack				
	X0	XF1	XF2	XF3	XA1	XA2	XA3			
Indicative Strength Class	C12/15	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37			C35/45		

HNIT

- $\Delta c_{dev}$  er skekkja (deviation).
- EC2 mælir með 10mm.
- Framkvæmdarstaðallinn ÍST EN 13670 skilgreinir skekkjurnar frekar.



## 6. Festulengdir, kafli 8.4

Hönnunarfestulengd (design anchorage length), jafna (8.4),  
breytt jafna frá ENV2, fleiri stuðlar:

$$l_{bd} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

$\alpha_1 - \alpha_5$  eru lækkunarstuðlar í töflu 8.2:

$\alpha_1$  = Lögun járna (bein, beygð) ( $\alpha_a$  í ENV2)

$\alpha_2$  = Steypuhula

$\alpha_3$  = Þverjárn

$\alpha_4$  = Soðin þverjárn (var í texta)

$\alpha_5$  = Þverspenna (klemmvirkni) (var í texta)

(eingöngu f. beinar undirstöður)



## 7. Skeytilengdir, kafli 8.7

Hönnunarskeytilengd (design lap length), jafna (8.10):

$$l_0 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_5 \alpha_6 l_{b,rqd} \geq l_{0,min}$$

$\alpha_1 - \alpha_3$  og  $\alpha_5$  eru lækkunarstuðlar í töflu 8.2.

$\alpha_6$  er hækkunarstuðull, sem hefur **lækkað** samanborið við  $\alpha_1$  í ENV2:

Table 8.3: Values of the coefficient  $\alpha_6$

Percentage of lapped bars relative to the total cross-section area	< 25%	33%	50%	>50%
$\alpha_6$	1	1,15	1,4	1,5

Note: Intermediate values may be determined by interpolation.



HNIT

## 8. Skerburðargeta, kafli 6.2

- $V_{Rd,c}$  = Skerburðargeta án skerbendingar
- $V_{Rd,s}$  = Skerburðargeta með skerbendingu
- $V_{Rd,max}$  = Hámarksskerburðargeta, sem er brot skáþrýstistreggja

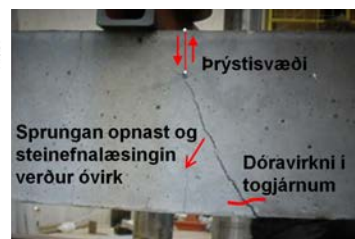
- Nýjar jöfnur fyrir skerburðargetu án skerb. (6.2a+b) og (6.3):

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

with a minimum of

$$V_{Rd,c} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

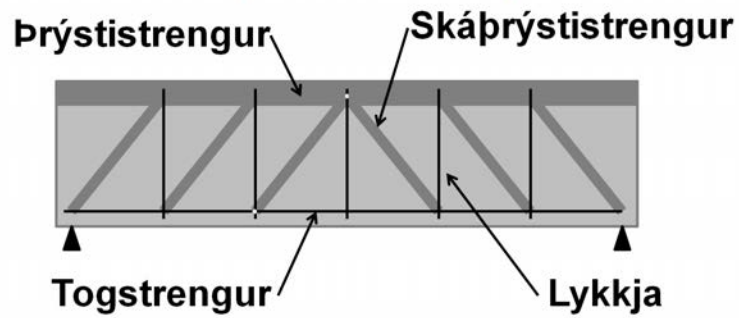


Gefur lægri skerburðargetu en ENV2



HNIT

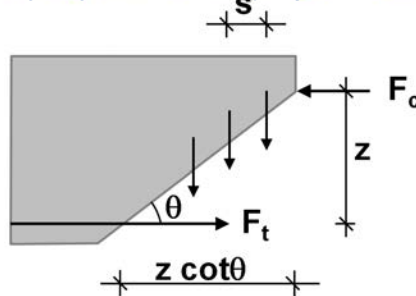
- Skerbent þversnið:
- “Standard Method” er EKKI í EC2, eingöngu grindarlíkanið “Truss Model”.



HNIT

- Skerkrafturinn er eingöngu borinn af lykkjunum, steypan tekur engan þátt.

Skersprunga nálgðuð sem bein sprunga með hornið  $\theta$



- Mörkin fyrir  $\cot\theta$  hafa breyst (voru 0,4-2,5):  $1 \leq \cot\theta \leq 2,5$

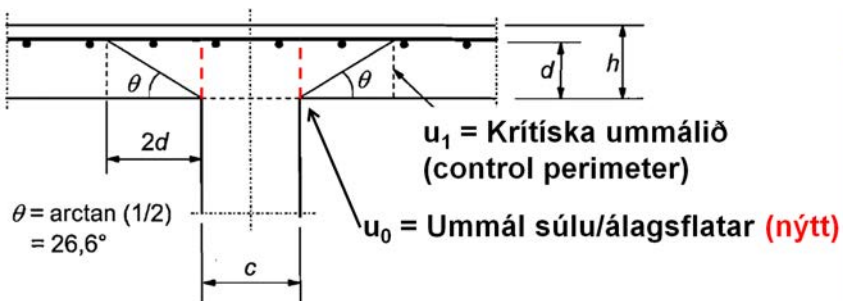
$$\cot\theta=1 \Rightarrow \theta=45^\circ$$

$$\cot\theta=2,5 \Rightarrow \theta=22^\circ$$



HNIT

## 9. Gegnumbrot, kafli 6.4



- Gegnumbrotsburðargetan er ákveðin í lóðréttu sniði í fjarlægðinni **2d** frá álagsfletinum/súlunni (1,5d í ENV2), en einnig upp við álagsflötinn/súluna (nýtt).



HNIT

- Gegnumbrotsburðargetan, kafli 6.4.3:
- $V_{Rd,c}$  = Gegnumbrotsburðargeta í kítíska ummálinu,  $u_1$ , án skerbindingar
- $V_{Rd,cs}$  = Gegnumbrotsburðargeta í kítíska ummálinu,  $u_1$ , með skerbindingu.
- $V_{Rd,max}$  = Hámarksgegnumbrotsburðargeta, sem er brot skáprýstistrengja upp við súluna/álagsflötinn,  $u_0$ .



HNIT



- Með skerbendingu:

$$V_{Rd,cs} = 0,75 v_{Rd,c} + 1,5 (d/s_r) A_{sw} f_{ywd,ef} (1/(u_1 d)) \sin \alpha$$

- Í EC2 er ekkert þak á  $v_{Rd,cs}$  eins og í ENV2 (hægt að ná hærri burðargetu).
- Í staðinn þarf að athuga burðargetu skáprýstistrengjanna,  $V_{Rd,max}$ .

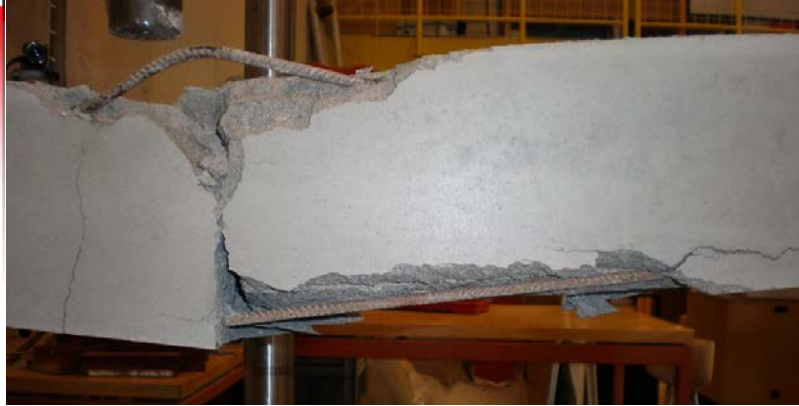


**HNIT**

### Bitapróf – Breytilegt álag



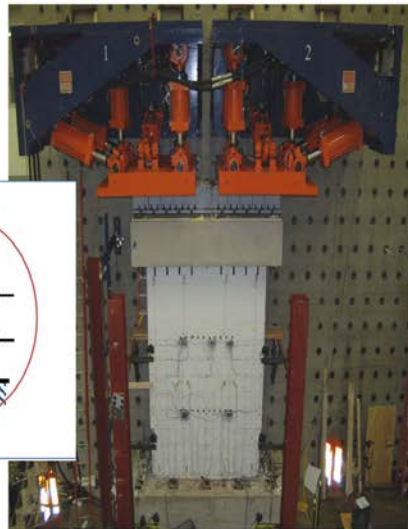
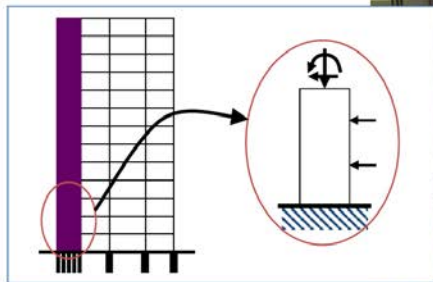
**HNIT**



HNIT

## Skerveggir (Shear walls)

*University of Washington,  
Seattle*



HNIT



**HNIT**



**HNIT**

- Niðurstaða hópsins að loknum tilraunum á grönnum veggjum:

**Leggja til að hegðunarstuðlar verði lækkaðir.**

- Kubbslegir veggir?

