

FRÉTTA BRÉF



Steinsteypufélags Íslands

Febrúar 2000

1. tölublað 13.árgangur



Brú á Miklubraut á mislegum gatnamótum við Skeiðarvog

Steinsteypudagur 2000

Steinsteypudagurinn árið 2000 verður föstudaginn 18. febrúar næstkomandi á Grand Hótel Reykjavík og er það í fjórtánda skiptið sem slík ráðstefna er haldin. Þrátt fyrir óbreytt form um fjórtán ára skeið virðast flestir áhugamenn á þessu sviði almennt vera ánægðir með þessa tilhögun Steinsteypudagsins. Eðlilega hafa komið fram ábendingar um ýmislegt sem gera mætti á annan hátt og hugmyndir hafa verið settar fram að breyttu fyrirkomulagi ráðstefnunnar. Engu að síður benda viðhorfskannanir sem félagið hefur staðið að s.l. tvö ár til þess, að þorri þeirra sem mæta á Steinsteypdaginn, telji að hann hafi unnið sér fastan sess, sem vettvang skoðanaskipta, fróðleiksöflunar og samskipta við þann breiða hóp, sem vinnur með eða tengist steinsteypu með einum eða öðrum hætti.

Að venju verður boðið upp á fjölbreytt og áhugaverð erindi innlendra og erlendra fyrirlesara. Fyrst ber að nefna erindi sænska prófessorsins Göran Fagerlunds um öldrun, endingu og viðhald eða viðgerðir steyptra

mannvirkja. Göran Fagerlund er eins og flestir áhugamenn um steinsteypu vita einn þekktasti og virtasti fræðimaður á sviði steinsteypurannsókna á Norðurlöndum. Hann hefur m.a. verið í fararbroddi í rannsóknum frosþíðuþoli steinsteypu og liggja eftir hann fjöldi fræðigreina því sviði. Áður en hann varð prófessor við Tækniháskólann í Lundi starfaði hann um árabil hjá Cementa í Svíþjóð og átti stóran þátt í þróun "Anlagnings" sementsins frá Cementa sem er súlfatþolið lágvarmasement. Það er því geysilegur ávinningur að fá Fagerlund hingað á Steinsteypudaginn og því er ekki að efa að margir munu notfæra sér þetta tækifæri, enda fjallar erindið um þekkt vandamál Íslenskrar steinsteypu.

Félagsmenn Steinsteypufélagsins hafa sett fram hugmynd um að velja mannvirki ársins á Steinsteypudeginum, þ.e. að velja árlega mannvirki þar sem vel þykir hafa tekist til um hönnun og framkvæmd. Stjórn félagsins útvíkkaði hugmyndina þannig, að í stað þess að velja mannvirki ársins verði fjallað um

athyglisvert, framsækið og áhugavert mannvirki á Steinsteypudegi, þegar efni standa til. Fyrir valinu urðu að þessu sinni mislæg gatnamót á mótum Miklubrautar og Skeiðarvogs. Baldvin Einarsson verkfræðingur hjá Línuhönnun sem jafnframt er verkefnisstjóri í verkinu segir frá framkvæmdinni. Baldvin mun ekki einskorða sig við þátt steinsteypunnar enda um nokkuð hefðbundna steypuframkvæmd að ræða, heldur fjalla um umferðartæknileg málefni og aðrar forsendur í hönnun og framkvæmd og annað áhugavert við mannvirkið.

Á haustfundi Steinsteypufélagsins, um fjaðurstuðul steinsteypu, komu fram skiptar skoðanir á málefninu. Það kom glögglega fram á fundinum að svignunarreikningar steinsteyptra burðarvirkja eru mönnum mjög hugleiknir og því fékk félagið Þorstein Helgason prófessor við Háskóla Íslands til þess koma á Steinsteypudaginn og upplýsa okkur enn frekar um þennan þátt fræðanna.

Það sem hér hefur verið tíundað er einungis hluti þess sem rætt verður á Steinsteypudeginum árið 2000, en nánari kynningu á efni ráðstefnunnar er að finna á öðrum stað í blaðinu.

Eins og ætíð er ráðstefnan opin öllum áhugamönnum um steinsteypu. Þátttökugjaldi er stillt í hóf og er aðeins 11.500 krónur og innifalið í því er:

- Ráðstefnugögn, fjölrítuð í möppu.
- Hádegisverður og kaffiveitingar.
- Veitingar í lok Steinsteypudags.

Hægt er að tilkynna þátttöku strax, með því að senda skráningareyðublað sem er í blaðinu í bréfasíma 565 2473 eða hringja í síma 896 1445. Einnig er tilvalið að senda tölvupóst til steypais@mmedia.is.

LJ

Steinsteypudagur 2000

DAGSKRÁ

08.30-09.00

Skráning og afhending gagna.

09.00-09.10

Setning Steinsteypudags.

Gylfi Magnússon, formaður Steinsteypufélagsins.

09.10-09.40

Svignun í stálbentri steypu.

Dr. Þorsteinn Helgason, prófessor.

Gerð er grein fyrir því hvers vegna nauðsynlegt er að fylgjast með svignun burðareininga bæði við hönnun og framkvæmdir. Farið er yfir helstu kvörðunarþætti hönnunar og gerð grein fyrir hrifum einstakra þátta. Þá er jafnframt farið yfir helstu atriði sem verktaki þarf að huga að til þess að tryggja að fyrirætlanir hönnuðar nái fram að ganga.

09.40-10.00

Evrópska léttsteypuverkefnið "Euro-Lightcon.

Edda Lilja Sveinsdóttir, mannvirkjajarðfræðingur hjá Rb.

Í verkefninu var gerður samburður á steypu úr léttum fylliefnum og hefðbundinni steypu til að skoða á hvern hátt léttsteypur falla inn í evrópska steinsteypustaðalinn ENV 206. Verkefnið nær til rannsókna á léttum fylliefnum og steypublöndum úr þeim, ásamt prófunum á harðnaðri léttsteypu og forsteiptum einingum. Í erindinu verður verkefnið kynnt og sagt frá helstu niðurstöðum sem snerta íslenska hagsmunum.

10.00-10.35 Kaffihlé

10.35-11.05

Utanhúss múr í Svíþjóð

Lennart Kjellman, múrari og kennari við Rekarnegymnasíet Eskilstuna.

Í erindinu verður fjallað um CD-múr sem er utanhúss múr og algengt er að nota í Svíþjóð. Gerð verður grein fyrir efniseiginleikum múrsins og hvernig þeir hafa þróast. Þá verður einnig rætt um kalkblöndun í múr og litarefni í múr.

11.05-11.25

Notkun hlaupmyndandi efna í múrblöndur.

Jón B. Ólafsson, bygginga-
tæknifræðingur hjá Sandi-Ímúr.

Í erindinu verður fjallað um notkun hlaupmyndandi efna í múrblöndur og lýst hvaða hrif þau hafa á múrblöndur og múrhúðir. Kynntar verða niðurstöður tilrauna sem sýna hvaða áhrif hlaupmyndandi efni hafa á eiginleika múrhúða.

11.25-11.55

Skeiðarvogsbrú.

Baldvin Einarsson, verkfræðingur hjá Línuhönnun.

Erindið fjallar um nýju brúna á mislægum gatnamótum Miklubrautar og Skeiðarvogs. Farið verður yfir forsendur fyrir hönnun gatnamótanna og þær aðstæður sem liggja að baki þeirri óvenjulegu lausn sem valin var. Brúnni verður lýst, burðarkerfi hennar og búnaði og reynt að skýra þá þætti sem eru með einhverjum hætti óvenjulegir.

11.55-13.00 Hádegisverður

13.00-14.00

Deterioration, Service Life and Repair of Concrete Structures-An Overview.

Dr. Göran Fagerlund, prófessor við Tækniháskólann í Lundi.

The lecture gives an overview of what is known and what is not known in service life design of concrete structures. Important destruction mechanisms are treated from a service life perspective. The importance of moisture in destruction is emphasized. The interrelation between material destruction and structural stability is discussed. Some results of studies of the durability of repaired concrete are presented.

14.00-14.30

Viðgerð á brú í Stykkishólmi með sjálfútleggjandi steypu.

Dr. Ólafur Wallevik og Indriði Nielsson verkfræðingar hjá Rb.

Undanfarið hefur verið unnið að viðgerð á brú út í Stykkið í samvinnu við Siglingamálastofnun. Til verksins hefur verið notuð svokölluð sjálfútleggjandi steinsteypa eða það sem stundum er

nefnt "Súl-Pak-steypa". Skilgreining sjálfútleggjandi steinsteypu er m.a. að hún hefur a.m.k. 265 mm sigmál og viðheldur þjálni sinni í rúmlega eina klst. eftir að steypubíll hefur yfirgefið steypustöð. Í þessum fyrirlestri verður saga verksins rakin í stuttu máli ásamt því að sýnt verður myndrænt hvernig til hefur tekist. Auk þess verða ræddir kostir og gallar "Súl-Pak-steypu" í samanburði við hefðbundna steinsteypu.

14.30-15.10 Kaffihlé

15.10-15.30

Íslensk steinsteypa-umhverfisvænt efni
Dr. Gísli Guðmundsson, jarðfræðingur hjá Rb.

Í þessu erindi verður fjallað um steinsteypu m.t.t. áhrifa hennar á umhverfið. Umræða og ákvarðanatáka sem lýtur að umhverfisvernd er þegar orðin mikilvæg og á nýrri öld mun hún aukast til muna. Sements- og steypuiðnaðurinn mun ekki fara varhluta af þessari umræðu og Ísland verður engin undantekning frá því.

15.30-16.00

Bláa lónið

Sigríður Sigþórsdóttir, arkitekt hjá Tæknistofu arkitekta.

Uppbygging ferðamannaaðstöðu Bláa lónsins hefur vakið mikla athygli vegna einstaklega skemmtilegs samspils mannvirkis og hinnar sérstæðu náttúru sem þar er. Sigríður Sigþórsdóttir mun fjalla um verkið í máli og myndum.

16.00 Ráðstefnuslit

Léttar veitingar í lok Steinsteypudags.

Þess má geta að ráðstefnugestum utan af landi býðst gisting á Grand Hótel Reykjavík í tengslum við Steinsteypudaginn á sérstökum afsláttarkjörum.

Áhugasamir gefi sig fram við hótelið og tilkynni jafnframt að þeir verði þátttakendur á ráðstefnunni.

Haustfundur Steinsteypufélagsins

Fjaðurstuðull steinsteypu

Haustfundur Steinsteypufélags Íslands var haldinn í Verkfræðingahúsi að Engjateigi 9 þann 25. nóvember 1999.

Á fundinum var tekið fyrir málefnið fjaðurstuðull steinsteypu, sem talsvert hefur verið í umræðu meðal tæknimanna í framhaldi af útgáfu Rb-blaðs fyrr á árinu.

Góð þátttaka var á fundinum en þar mættu u.þ.b. 55 manns, bæði tækni- og iðnaðarmenn. Hákon Ólafsson forstjóri Rannsóknastofnunar byggingariðnaðarins flutti inngangserindi en einnig fluttu erindi verkfræðingarnir Eggert Valmundsson hjá VST og Torfi G. Sigurðsson hjá Hönnun auk Júlíusar Sólness prófessors við HÍ.



Hákon Ólafsson benti á í upphafi máls síns að fjaðurstuðull steinsteypu þ.e. samband spennu og streitu er aldrei algerlega línulegt eins og er með mörg önnur efni eins og t.d. stál. Þess vegna verður að skilgreina sérstaklega við hvaða spennu fjaðurstuðul steinsteypu er miðaður. Þannig er fjaðurstuðullinn E_0 hallatala snertils í 0-punkti. Fjaðurstuðullinn E er hins vegar oftast skilgreindur sem hallatala línu sem

dregin er milli tveggja punkta á vinnulínuriti. Þessir punktar geta verið skilgreindir á mismunandi hátt eftir stöðlum. Þannig miðar staðallinn ISO-6784 við punkta sem kvarðast af spennu 0,5 MPa annars vegar og 0,33xfc hins vegar þar sem fcr er þrýstipól steypunnar. Danski staðallinn DS-432.25 miðar við sama byrjunarpunkt en 0,3xfcr sem efri punkt, og ASTM-C469 miðar við 0,4xfcr sem efri punkt.

Loftblendi í steypu lækkar fjaðurstuðulinn og sömuleiðis lækkar hann ef notuð eru opin eða veik fylliefni í steypuna. Hár fjaðurstuðull veldur því að byggingahlutar verða stífir, formbreytingar litlar og steypa verður stökk. Lágur fjaðurstuðull veldur aftur móti meiri formbreytingum og steypa verður seigari. Hár fjaðurstuðull hefur í för með sér minni niðurbeygjur í bitum og plötum, en ef minnka áhættu á sprungumyndun vegna þvingunarspenna t.d. í útveggjum er betra að hafa lágan fjaðurstuðul miðað við togþol steypunnar.

Hjá Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins (Rb) hafa verið gerðar mælingar fjaðurstuðli steinsteypu með mismunandi fylliefnum. Árið 1987 voru gerðar all margar mælingar á fjaðurstuðli steypu sem þá var í notkun á Stór- Reykjavíkursvæðinu. Þær mælingar voru gerðar skv. staðlinum ASTM-C469 og kynntar á Steinsteypudegi árið 1988. Síðast liðin tvö ár hafa svo verið gerðar umfangsmeiri mælingar skv. staðlinum ISO-6784 og eru þær mælingar í góðu samræmi við fyrri mælingar þótt notaður hafi verið annar staðall.

Skráningareyðublað fyrir

Steinsteypudag 2000

Nafn: _____

Sími: _____

Fyrirtæki _____

Greiðandi _____

Heimilisfang
greiðanda _____

Sendist á fax 565 2473, eða sendið tölvupóst til steypais@mmedia.is
Einnig er hægt að hringja í síma 896 1445 eða 565 1444.

Skráið ykkur strax í dag

Í seinni rannsókn Rb voru gerðar mælingar á fjaðurstuðli steinsteypu með tveimur gerðum af þéttum fylliefnum og einni gerð af opnum fylliefnum. Alls voru tekin 66 steypusýni (264 sívalningar) úr 5 mismunandi brotþolsflokkum frá þremur steypustöðvum á Stór-Reykjavíkursvæðinu.

Brotþolsflokkarnir voru C-25, C-30, C-35, C-45, og C-60, og voru þeir allir með og án loftþlöndunar nema C-35 steypa sem var eingöngu með loftþlöndun.

Í staðli ÍST-14 er ákvæði um að sé fjaðurstuðullinn E ekki mældur sérstaklega skuli nota gildi E_{0k} sem gefin eru upp í DS-411 og margfalda þau gildi með 0,85, þ.e. $E=0,85E_{0k}$. Niðurstöður mælinga sýndu að steypa með þéttu fylliefnunum fellur nokkuð vel að 85% mörkum E_{0k} en steypa með opnu fylliefnunum er mun lægri eða nálægt 57% mörkum E_{0k} .

Í lokin dró Hákon saman eftirfarandi þætti:

- Niðurstöður varðandi hrif opins fylliefnis á fjaðurstuðul steinsteypu eru í samræmi við eldri niðurstöður þótt ekki hafi verið notuð nákvæmlega sama mæliaðferð. Ástæða er til að nota mæld gildi í tilvikum þar sem niðurbeygjur eru ráðandi um hönnun.

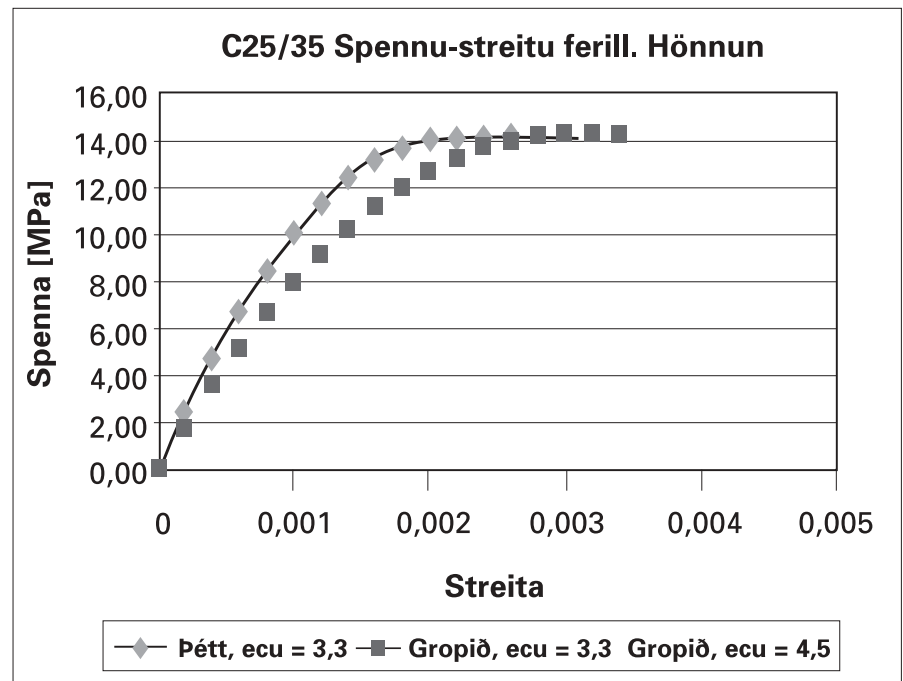
- Þótt opin fylliefni hafi lægri fjaðurstuðul má ekki gleyma kostum opins efnis sem eru t.d.: sterkari bindingur milli sementsefju og fylliefnis og varðandi sprunguhættu vegna þvingunarspenna er heppilegt að hafa lágan fjaðurstuðul m.v. togstyrk.

- Ýmsir þættir aðrir en gleypni fylliefna hafa áhrif á niðurbeygjur svo sem: tímasetning undansláttar, aldur steypu þegar álag er sett á hana, aðhlúun steypunnar og loftþlöndun.

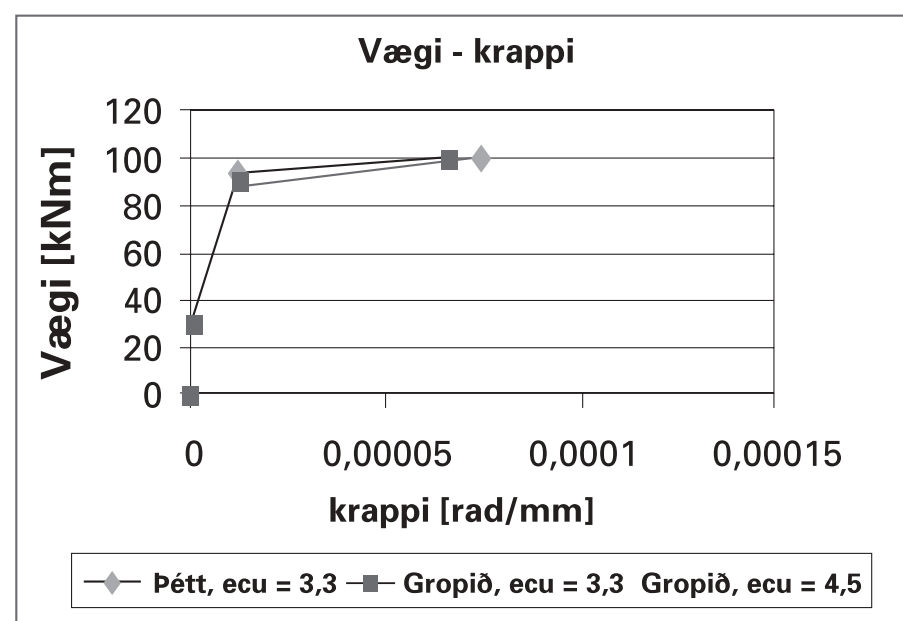
Egert hóf erindi sitt á að gera grein fyrir spennu-streitu ferlum steypu, úr annars vegar þéttu efni og hins vegar grophu efni og hvaða áhrif þessir ferlar hefðu á brotþolsvægi

steypunnar, sbr. mynd 1 og 2 hér að neðan. Eins og sést, breytist vægipól óverulega en gera má ráð fyrir að þversnið úr grophum fylliefnum séu seigari.

Mynd 1



Mynd 2



Niðurbeyguútreikningar:

Gerð var grein fyrir þeim þáttum sem áhrif hafa á niðurbeygu og forsendum útreikninga niðurbeygu. Í **töflu 1** hér að neðan, má bera saman tölugildi fjaðurstuðuls skv. DS 411, ÍST 14 og Eurocode 2.

Ítarleg grein var gerð fyrir áhrifum fjaðurstuðuls (E) og skriðstuðuls (ϕ) steypu á niðurbeygu. Nokkur dæmi voru tekin um plötur og bita, þar sem $10 < E < 30$ GPa og $0 < \phi < 3.0$.

$$u = \frac{5 q L^4}{384 EI}; \quad E = \frac{E_0}{1 + \phi}; \quad I = I(E, \phi)$$

Eins og sjá má af jöfnunum hér að ofan, þá eykst niðurbeygja eftir því sem E gildið er lægra og ϕ hærra.

Til þess að minnka niðurbeygu steypuþversniðs er hægt að auka tregðuvægi (I) þversniðsins. Áhrifum mismunandi aðferða til þess að minnka niðurbeygjuna á þennan hátt, s.s að auka togjárn, þrýstijárn eða að auka þykkt/hæð steypuþversniða, var lýst með dæmum.

Eggert setti m.a. fram útreikninga á niðurbeygu fyrir tvær plötur.

Plata 1 er með haflengd 6,8 m, plötu-þykkt 250 mm, eiginþyngd

6,5 kN/m², notálag 5,0 kN/m² og $A_s = 1120$ mm²/m. **Plata 2** er með haf-lengd 5 m, plötuþykkt 200 mm, eiginþyngd 5,0 kN/m², notálag 2,5 kN/m² og $A_s = 491$ mm²/m. Niðurstöðurnar má sjá í **töflu 2** hér að neðan, þar sem einnig sést hvað aukning á togjárnnum (T), þrýstijárnnum (Þ) og aukning plötuþykktar hefur að segja.

Sams konar tafla var sett fram fyrir útreikninga á niðurbeygjum bita. Helstu niðurstöður Eggerts eru eftirfarandi:

- Engir sérstakir kostir eru við steypu með lægri fjaðurstuðul.
- Vægiþol breytist ekki en gera má ráð fyrir að þversnið úr gropnu efni sé seigara
- Bitar/plötur úr steypu með gropnu fylliefni, fá um 15% meiri niðurbeygu en steypuþversnið með þéttum fylliefnum.
- Þykkja þyrfti plötu úr gropnum fylliefnum um 10 - 15 mm, til þess að fá sömu niðurbeygu og plata úr þéttu fylliefni.

Tafla 1

	fck [MPa]	15	20	25	30	35	40	45	50
DS411	α , skammt	10	9	9	8	8	7	7	7
	α , langt	42	35	33	30	27	25	25	25
	E _{ok} [GPa]	27	31	34	36	37	38	40	40
	E _c , skammt E _c , langt	20,0 4,8	22,2 5,7	22,2 6,1	25,0 6,7	25,0 7,4	28,6 8,0	28,6 8,0	28,6 8,0
	ϕ	3,2	2,9	2,7	2,8	2,4	2,6	2,6	2,6
Íst 14	E _c ,skammt	17,0	18,9	18,9	21,3	21,3	24,3	24,3	24,3
EC2	E _{cm}	27,5	29	30,5	32,0	33,5	35,0	36,0	37,0
	0,85*E _{cm}	23,4	24,7	25,9	27,2	28,5	29,8	30,6	31,5

Tafla 2

$\phi = 3.0$					
	E=30,0GPa		E=20,5GPa		E=13,6GPa
	Niðurbeygja [mm]	Mism. %	Niðurbeygja [mm]	Mism. %	Niðurbeygja [mm]
Dæmi 1	29,4	14	33,5	18	39,4
T+5%	28,4	14	32,5	18	38,3
T+10%	27,6	14	31,5	18	37,4
T+15%	26,8	15	30,7	19	36,5
h=260	27,3	14	31,0	17	36,4
h=270	25,5	13	28,9	17	33,8
h=300	20,8	13	23,5	16	27,3
Þ 5%	29,3	13	33,2	17	38,7
Þ 10%	29,1	13	32,8	16	38,1
Þ 20%	28,8	12	32,3	15	37,0
	Meðaltal	14		17	
Dæmi 2	17,5	11	19,6	15	22,4

Í inngangi að erindi sínu sagði **Torfi** að hann ætlaði að sýna fram á að það skipti í raun ekki máli við niðurbeyguútreikninga á plötum með rifnu þversniði, hvort notaður væri fjaðurstuðull skv. ÍST 14, DS 411 eða mældur fjaðurstuðull steypu með fersku blöðróttu fylliefni.

Ef vinnulína steypu hefur ekki verið mæld þá skal, skv. DS 411, nota fjaðurstuðul E_{ok} sem gefinn er í gr. 3.2.4. E_{ok} er s.k. upphafs-fjaðurstuðull, þ.e.a.s. hann lýsir hallatölu vinnulínu steypunnar við spennuna núll. Í upphafi var hann ákveðinn út frá niðurstöðum rannsóknar frá 1937. Við útreikninga, þar sem vinnulína steypu er nálgud sem línulega fjaðrandi efni t.d. við niðurbeygjureikninga, er notaður

svokallaður "sekant" stuðull, sem er hallatala línu milli tveggja punkta á vinnulínunni (t.d. 0-punkts og $f_c/3$). Ef mælingar liggja ekki fyrir gerir DS 411, gr. 6.3 ráð fyrir að nota gildið $E_{c0}=0,7 \times E_{0k}$ við útreikninga á formbreytingum við skammtímaálág.

Ef mæling á fjaðurstuðli liggur fyrir skal nota meðaltalsgildi prófana, sbr. DS 409. Í DS 411 kemur fram að ákvörðun á fjaðurstuðli með mælingum skuli gerð í samræmi við DS 423.25.

Í grein 3.2.4. í ÍST 14 segir, að ákvarða megi fjaðurstuðul með rannsóknnum, en þegar mæld gildi liggja ekki fyrir skuli nota þau gildi sem fram koma í DS 411 og margfalda þau með 0,85. Þegar rannsóknir liggja ekki fyrir skal því við útreikning formbreytinga vegna skammtímaálags nota gildið:

$$E_{c0}, \text{ ÍST14} = 0,85 \times 0,7 \times E_{0k},$$

$$\text{DS411} = 0,60 \times E_{0k}, \text{DS411}.$$

Rb hefur mælt fjaðurstuðul steinsteypu, sjá Rb-blað Eq4.017.2. Við mælingarnar fylgdi Rb staðlinum ISO 6784, sem er mjög svipaður DS 423.25. Niðurstaða Rb er að fjaðurstuðull steypu úr fersku blöðróttu fylliefni sé um 57% af E_{0k} , DS 411. Torfi sýndi eftirfarandi tölflu:

Styrkleikaflokkur Fjaðurstuðull skv.	C25	C30	%	% af E_{0k}
DS 411	23.800	25.200	100	70
ÍST 14	20.200	21.400	85	60
Vatnsk.efni (mælt E-gildi sbr. Rb)	19.400	20.500	81	57

Torfi lagði fram niðurstöður útreikninga á langtíma niðurbeygju vegna heildarálags fyrir tvær plötur, þar sem **Plata 1** er með hlutfallslega litlu skammtímaálagi og hafleingdina 5 m, en **Plata 2** með hlutfallslega miklu skammtímaálagi og hafleingd-

ina 7 m. Gert var ráð fyrir rifnu þversniði og skriðtölu 2,8, sem er reiknað út frá alfa-gildum í gr. 6.3 í DS411. Einnig skoðaði hann áhrif þess, að reikna með "réttri" eiginþyngd steypunnar en steypa úr Vatnsskarðsefni er ca. 100kg/m^3 léttari en steypa úr þéttum efnum.

er með fjaðurstuðli samkvæmt DS411, ÍST14 eða með mældum fjaðurstuðli steypu með fresku blöðróttu fylliefni.

• Niðurbeygjur eru ekki vandamál ef þær eru á annað borð reiknaðar við hönnun, nánast óháð fjaðurstuðli og reikningsaðferð sem notuð er, svo framarlega að tekið sé tillit til rifins þversniðs.

Fjaðurstuðull skv.	Plata 1 Steypustyrkur C30 Niðurb.í mm	Plata 2 Steypustyrkur C25 Niðurb.í mm
Ds 411 (ekki mælt E-gildi)	22,2	48,4
ÍST 14 (ekki mælt E-gildi)	23,2	49,5
Vatnsk.efni (mælt E-gildi)(25kNm^3)	23,4	50,6
Vatnsk.efni (mælt E-gildi)(24kNm^3)	22,9	49,3
Vinnugildi	20	50

Hann varpaði síðan fram eftirfarandi spurningum:

- Hefur aldur mannvirkis við fyrstu áraun meiri hrif á niðurbeygju en breytingar á tölugildi fjaðurstuðuls?
- Hvort er hærra, skriðtala steypu með rúnnuðum kornum eða köntuðum hrjúfum kornum?
- Hver eru áhrif þurrkrýrnunar á niðurbeygjur?

Niðurstöður hans voru eftirfarandi:

- Breyting á fjaðurstuðli steypunnar hefur ekki línuleg hrif á niðurstöðu niðurbeygjureikninga á rifnu steinsteypu þversniði.
- Það er í raun sama hvort reiknað



STEINSTEYPUFÉLAG
ÍSLANDS

Útgefandi:
Steinsteypufélag Íslands
Suðurláunni 6, 210 Garðabæ
Umsjón útgáfu:
Leó Jónsson

Í erindi sínu benti **Júlíus Sólnes** á að samkvæmt niðurstöðum Rb væri hlutfall milli fjaðurstuðla steypu með þéttum og opnum fylliefnum: $E_{cm}^{opin} = 0.7 \times E_{cm}^{þétt}$, þar sem E_{cm} táknar secantstuðul steinsteypu. Vinnulína steinsteypu fer eftir styrkleika hennar og gerð fylliefna, en er mjög ólínuleg og hefur ekki vel skilgreindan fjaðurstuðul nema í byrjun eða við lítið álag. Jafnframt er mjög líklegt að steypa með opnum fylliefnum hafi mun meiri brotsamþjöppun heldur en steypa með þéttum fylliefnum.

Fram yfir 1970 voru yfirleitt notaðar línulegar aðferðir við útreikninga styrkleika bentra steypuþversniða. Slík hönnun er enn leyfð samkvæmt dönskum stöðlum, sem jafnframt eru í gildi hér landi (svonefndar $\alpha\phi$ aðferðir). Þar er flatarmál bendistáls háð hlutfalli milli fjaðurstuðla stálsins og steypunnar. Því hærra sem þetta hlutfall er, þeim mun meira bendistál er nauðsynlegt.

Á seinni árum hafa burðarþolsútreikningar fyrir steinsteypu þróast yfir í svonefndar n-frjálsar aðferðir, þar sem þrýstistyrkur steypunnar virðist skipta mestu máli, en áhrif fjaðurstuðuls steypunnar eru ekki eins sýnileg. Fjaðurstuðullinn hefur þó óbein áhrif í gegnum streitudreifinguna. Ef menn vilja ekki fá mun meiri stálstreitu í þversnið með gljúpari steypu, sem hefur mun meiri brotsamþjöppun en venjuleg steypa, yrði að auka stálmagnið. Þetta kemur betur fram ef beitt er aðferðum sem voru eins konar millibils ástands aðferðir þegar verið var að þróa n-frjálsa brothönnun.

Við nútíma steinsteypuhönnun samkvæmt staðli Eurocode 2 ber að athuga ástand burðarvirkis miðað við brot og miðað við dagleg not (brotmarka- og notmarkaástand).

Júlíus tók því næst fyrir þrjú sýnidæmi um þessar aðferðir:

- 1) línuleg ($\alpha\phi$) aðferð skv. DS 4112.
- 2) milliaðferð skv. Henning T. Madsen 1966
- 3) Eurocode 2

Ekki er pláss í þessari grein fyrir útreikninga úr dæmunum, en samkvæmt niðurstöðum Júlíusar þarf AÐEINS meira járnagn í steypuþversnið með opnum fylliefnum miðað við þétt fylliefni til að halda sömu stálstreitu. Miðað við þær forsendur sem notaðar voru í sýnidæmunum um mismunandi brotsamþjöppun gljúpra og þéttra fylliefna þarf, samkvæmt Madsen, 12,5% meiri bendingu í steypuþversnið með opnum fylliefnum miðað við þétt fylliefni, og 18,5% meiri bendingu samkvæmt Eurocode 2. Hins vegar má auðvitað um það deila hvort endilega eigi að halda sömu stálstreitu í báðum tilvikum.

Lokaorð Júlíusar voru þessi:

- Mismunandi fjaðurstuðull steypu eftir mismunandi gljúpum fylliefnum skiptir máli bæði hvað varðar burðarþolsútreikninga og niðurbeygjur.

- Nauðsynlegt er að rannsaka betur eiginleika steypu, þ.e. vinnulínu og fjaðurstuðul, fyrir mismunandi fylliefni og nota íslenskan veruleika í stað danskra eða evrópskra tilrauna.

Í ljósi niðurstöðu rannsóknar Rb á fjaðurstuðli og með hliðsjón af erindum á fundinum er brýnt að fleiri efniseiginleikar íslenskar steypu verði rannsakaðir nánar sem fyrst og þá einnig m.t.t. mismunandi fylliefna. Í því sambandi má m.a. nefna skriðstuðul, togstyrk og skerstyrk.

HH, GS, GM, LJ



Um Steypuhornið

Eins og lesendur hafa séð er Steypuhornið nýmæli sem birst hefur í síðustu þremur fréttabréfum. Hugmyndin er að félagsmenn skrifi stutta, beinskeytta umfjöllun/athugasemdir um málefni tengd

steypu eða framkvæmdum. Þess skal sérstaklega getið að efnið er ekki ritskoðað og fara skoðanir þar og athugasemdir ekki endilega saman við skoðun stjórnar félagsins eða ritstjórnar.

Ritstjórn

Steypuhornið

Ég veit, að mörgum byggingarmanninum finnst byggingareftirlitið gera mikið úr viðkvæmni steypu gagnvart frosti og vera full varkært gagnvart steypu í kulda. Íðulega er gert full mikið veður úr því, þó reikna megi með smá kulda þegar steypa á vegg. Menn hafa bæði heyrt um og unnið sjálfir við steypuvinnu í aðstæðum sem myndu leggja embættið í rúmið, sár lasið. Það má varla sjást hitastig í kringum núllið þá fá menn ekki úttekt (má ýkja aðeins). Komið hefur fyrir að menn hafa misst steypu í frost, (ekki ég, bara einhverjir aðrir) þegar skollíð hefur á mikið frost öllum á óvörum, jafnvel án þess að láta embættið vita. Dæmi veit ég um að verið var að steypa vegg í kringum 0 stig, en svo datt hann niður í -10°C daginn eftir og í -15°C þar á eftir, mótin voru 1"x 6" borð og engar ráðstafanir gerðar. Borað var í veggina fyrir hitamæli og fylgst með hitanum í nokkra daga á eftir og var alltaf einhver hiti, 2° - 5° C. Nokkrum vikum seinna voru teknir borkjarnar og athugað með þrýstipolið, sem stóðst. Með öðrum orðum; steypan virtist vera í lagi, hafði sem sagt ekki frosið. Að vísu var ekki farið í aðrar rannsóknir svo sem frostþíðu eða þéttleikapróf á þessari steypu. Fleiri dæmi eru til t.d. frístandandi stór veggur 3m á hæð og 12m langur sem var hluti húss sem steypur var og veggurinn steypur í lokin. Bíða þurfti lengi eftir síðasta steypubílnum og þegar hann loksins kom var farmurinn hland blautur (þetta var fyrir tíma flotsins). Þessu var skellt í mótin og veggurinn steypur í einu lagi og settir tómir sementspokar og annað í þeim dúr yfir toppinn því þegar hingað var komið, var orðið 9 stiga frost sem enginn átti von á og hélst mikill og stöðugur kuldi í margar vikur á eftir. Ekki var hægt að rífa frá þessu fyrir en löngu seinna, en þetta voru 1"x 6" mót og var

húsið múrað um sumarið. Síðan eru liðin 20 ár og er ekki annað að sjá en að þetta sé í lagi. En samt má ekki leika sér að eldinum, menn geta ekið blindfullir heim úr partyi og komist heilu og höldnu en það gerir ekki nokkur heilvita maður, því EF... þá gætu afleiðingar orðið hræðilegar.

Stundum getur það valdið mönnum óþægindum og töfum að ekki skuli vera hægt að fá úttekt á járnum ef það er kuldi í lofti, svo allt sé klárt, heldur þarf að bíða eftir þíðunni, reyna að muna eftir að hringja milli 11 og 12 til að panta úttekt, (eins gott að klikka ekki á tímanum) fá hana einhvern tímann seinnipartinn eða jafnvel daginn eftir, því úttektir eru bara eftir hádegi, en þyrftu líka að vera t.d. milli kl. 8 og 10 á morgnana, því það kæmi sér oft vel að fá árdegisúttekt. Kannski mætti koma þessu á. Jæja hvað um það.

Annað mál, það er með frásláttinn, sem er nánast andhverfan á kuldasteypunni. Það er ótrúlegt hvað menn eru kaldir að rífa mótin fljótt frá veggjum, mjög oft daginn eftir að steypur er. Steypur seinnipart, eða um kvöld og svo er fyrsta verk að morgni að slá frá svo hægt sé að halda áfram. Mjög sjaldan eru gerðar nokkrar ráðstafanir til að varna of mikilli útpornun, bara hraðþurrkun strax. Seinna sér maður, sérstaklega eftir háþrýstipvott, mjög mikið af netsprungum og sumar virðast vera mikið opnar. Sumir veggir líta út, sérstaklega eftir rigningar þegar byrjað er að þorna upp, eins og maður sem hefur sofnað í sólbaði í netabol. Þarna er verið að stórskemma megnið af allri veggjasteypu bæjarins og spurning hvort eitthvað eftirlit þyrfti að vera með þessum hlutum. Sem sagt, EFTIRLIT annaðhvort í ökla eða eyra.

Steypuhornið er aðsent efni frá félagsmönnum og fara skoðanir þar og fullyrðingar ekki endilega saman við skoðanir stjórnar félagsins og ritstjórnar og er því efnið algerlega án ábyrgðar þeirra.