**Efnisyfirlit**

[Uppspenna og grautun - Almenn verklýsing 1](#_Toc533158929)

[84.37 Uppspenna og grautun 7](#_Toc533158930)

### Uppspenna og grautun - Almenn verklýsing

1. **Verksvið**

Í verkþætti er innifalinn allur kostnað, efni, vinna og flutningur efnis vegna uppspennu og grautunar kapla, þ.m.t.: Flutningur og uppsetning spenni- og grautunarbúnaðar, kostnaður vegna nauðsynlegra prófana ásamt fyllingu úrtaka við kapalfestingar.

1. **Efniskröfur**

Spennibúnaður skal vera í samræmi við spennilista.

Blöndunar- og grautunarbúnaður skal vera af þeirri gerð sem hentar verkinu, og er háður samþykki eftirlitsins.

Blöndunarhlutföll vellings ákveðast í samráði við eftirlitið en eftirfarandi þyngdarhlutföll skulu í höfuðatriðum lögð til grundvallar:

Sement: 1

Vatn: 0,40 ±0,04

Íblendi skal vera samkvæmt upplýsingum framleiðanda.

**Hlutefni vellings:**

Vellingur á að vera gerður úr sementi, vatni, íaukum og íblendi. Efni sem notuð eru skulu vera þannig að eftirfarandi kröfur verði uppfylltar:

Cl-< 0,10% af sementsþunganum.

SO3< 4,5% af sementsþunganum.

S2-jónir<0,01% af sementsþunganum.

Gildi þetta er summa af leyfðu klór- og súlfatmagni, sem leyfð óhreinindi í hlutefnunum. Ekki er leyft að bæta klór eða súlfati í blönduna.

**Sement.** Sement skal vera skv. ÍST EN 197 af gerðinni CEM I (Portland-sement) eða CEM II/A-D (Portland-kísilryksblandað sement).

***Blendivatn.*** Blendivatn skal vera í samræmi við ÍST EN 1008.

**Íblendi.** Íblendi skulu vera í samræmi við ÍST EN 934-2. Heimilt er að nota eina eða fleiri gerðir íblendis saman.

**Íaukar**. Kísilryk má vera í sementi sem notað er í vellinginn, og skal þá uppfylla kröfur skv. ÍST EN 13263. Notkun áldufts er leyfð í takmörkuðu magni.

Ganga skal úr skugga um í tæka tíð, ef það er nauðsynlegt, að eiginleikar vellings séu úr ætluðum efnum til verksins. Með tækjum sem ætluð er til verksins og unnin með væntanlegum mannafla sem hentar fyrir ætlaða notkun. Nauðsynleg próf eru skv. töflunni hér á eftir. Fjöldi prófa er skv. töflu 2 í ÍST EN 447:2007.

Kröfur til flæðis vellings skulu vera í samræmi við ÍST EN 447:2007.

**Kröfur til vellings:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Prófunaraðferð skv. EN 445** | **Mælt gildi** | **Krafa: Strax að blöndun lokinni** | **30 mín. eftir blöndun í hrærsluvél eða skv. leiðbeiningum framleiðanda 1)** |
| Flæði um trekt | Tími í s |  t0≤25 s | 1,2 t0 ≥t30 ≥ 0,8 t0 og t30 ≤25 s |
| Flæði próf | a=meðalþvermál flæðis í mm | a0 ≥ 140 mm | 1,2 a0 ≥a30 ≥ 0,8 a0 og a30 ≥140 mm |

1) Blöndunartíma skal mæla frá því að öll efni eru komin í hrærsluvélina.

**Prófun á hæfi:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Próf:** | **Fjöldi prófa á hæfi** |
| Sigtipróf | ≥ 1 |
| Flæðipróf | ≥ 1 |
| Vatnsaðskilnaðarpróf 1) | ≥ 1 |
| Rúmmálsbreyting 1) | ≥ 1 |
| Styrkur | ≥ 1 |
| Rúmþyngd | ≥ 1 |

1) Vatnsaðskilnaðar- og rúmmálsbreytingarpróf er sama prófið.

**Almennir eiginleikar vellings*.*** Vellingur skal uppfylla kröfur sem nánar eru settar fram í greinum hér á eftir fyrir:

* Flæði og vatnsaðskilnað í mjúku (plastísku) formi.
* Rúmmálsbreytingu við hörðnun.
* Styrk eftir hörðnun.
* Aðrar kröfur:
	+ - Vinnslutími og hvenær vellingurinn byrjar að stirðna.
		- Rúmþyngd og einsleitni hans eftir því hvar sýnið er tekið.

Eiginleikar vellingsins skulu liggja fyrir áður en til framkvæmdar kemur.

Flæðikröfur. Flæði vellingsins meðan á ídælingu stendur skal vera nægjanlega mikið til að unnt sé að dæla honum auðveldlega og örugglega þannig að ídráttarrörin fyllist, en nægilega lítið til að hann geti rekið á undan sér bæði loft og vatn í rörunum. Flæði á ekki að breytast meir en 20% frá því strax eftir blöndun þar til 30 mínútum eftir hana. Flæði vellings má prófa annaðhvort með því að mæla flæðitíma í gegnum trekt að skilgreindri stærð eða með flæðiprófi eins og lýst er í lið d) hér á eftir.

**Vatnsaðskilnaður.** Vatnsaðskilnaður vellingsins skal vera nægilega lítill til að koma í veg fyrir umfram aðskilnað og sig. Hann skal mæla með Wick-prófi í samræmi við grein 4.5 í ÍST EN 445:2007. Aðskilnaðarvatn skal hafa gengið inn í harðnaðan vellinginn innan 24 stunda.

**Rúmmálsbreyting.** Rúmmálsbreytingu má meta hvort sem er til aukningar eða minnkunar. Hún á að vera innan markanna -0,5% og +5%, þegar hún er prófuð, skv. Wick-prófi, sem lýst er í grein 4.5 í ÍST EN 445:2007.

**Styrkur.** Þrýstistyrk vellings má meta með annarri tveggja sýnastærða og sýnagerða, skv. meðfylgjandi töflu, og framkvæma eins og þar er fyrirskrifað.

Hvor aðferðin sem notuð er, þá má þrýstistyrkurinn ekki vera minni en 30 MPa eftir 28 daga eða 27 MPa eftir 7 daga.

**Storknun vellings.** Storknun er mæld skv. EN 196-3. Æskilegt er að vellingurinn fari ekki að stirðna fyrr en eftir >3 tíma. Storknun skal lokið eftir < 24 klst. Hvort tveggja er miðað við hitastig sem framleiðandi vellings segir til um eða mælt er fyrir um.

**V/S hlutfall.** Hlutfall vatns / sements (v/s-hlutfall) skal vera ≤0,44.

1. **Vinnugæði**

**Blöndun:**

Blöndun skal fara fram í blendi, þannig að hún verði einsleit og stöðug með eiginleika í mjúku (plastísku) formi, eins og lýst er hér að framan. Háð efnis- eða umhverfisþáttum (t.d. hitastigi, formi kapallegu og eiginleikum sements) á að halda v/s-tölu eins lágri eins og kostur er m.t.t. aðstæðna.

Blanda skal velling í magni þannig að örugglega verði til nægilega mikið til að fylla ídráttarrör, að teknu tilliti til þess sem fer til spillis. Vellinginn skal blanda í blendi, sem er hæfur til að búa til einsleitan velling, og halda honum á hægri, stöðugri hreyfingu þegar efni hafa verið sett í vélina og þar til hann er tilbúinn til ídælingar í ídráttarrörin.

Vatni skal fyrst blandað í blendinn, því næst sementinu og íblendinu. Blanda má öllu því magni sem vegið hefur verið, bæði sementi og íblendi eða í smáskömmtum, þar til allt er komið í hann.

Uppspennu skal framkvæma í samræmi við spennulista, sem eftirlit leggur fram. Þar er m.a. kveðið á um hvaða tæki skulu notuð, í hvaða röð kaplar eru spenntir, uppspennukraft, lengingar víra við uppspennu, mælistöður og mörk aflestra á mælitækjum.

Uppspennu skal framkvæma í samræmi við ÍST EN 13670:2009, grein 7.5. Hún skal framkvæmd undir verkstjórn manns með nauðsynlega þekkingu á notkun viðkomandi tækjabúnaðar og með reynslu frá a.m.k. þremur sambærilegum verkum. Verktaki skal skila ferilskrá verkstjóra, þar sem vísað er til sambærilegra verka. Ef mannvirkinu er áfangaskipt skal koma fram í áætluninni, með ótvíræðum hætti, hvaða framleiðslunúmer strengja verður notað á hverjum stað í mannvirkinu, eins og það er sýnt á teikningum. Spenna skal upp skv. uppspennuáætlun með tilheyrandi uppspennulistum. Uppspenna má byrja þegar steypan hefur náð tilskildum styrk skv. uppspennuáætlun. Þetta má meta með útreikningi á steypuþroska og/eða styðja niðurstöðuna með því að brjóta a.m.k. þrjú steypusýni.

Verktaki skal mæla og skrá lengingu strengja og þeirra krafta sem mældir hafa verið á uppspennulistana og afhenda verkkaupa til rýnis. Ef mældar lengdarbreytingar eru umfram vikmörkum uppspennulistanna, skal endurtaka uppspennuna frá byrjun eftir að slakað hefur verið á köplunum.

Að uppspennu lokinni og þegar verkkaupi hefur yfirfarið spennulistann, og samþykkt hann skriflega, skal skera enda strengjanna 30-50 mm aftan við lásplötur. Strengina skal skera með skurðskífum en ekki loga.

Ídæling vellings skal fara fram í samræmi við ÍST EN 13670:2009 grein 7.6 og leiðbeiningar fib, Bulletin 20, Grouting of tendons in prestressed concrete.

Ídælingu skal framkvæma undir verkstjórn manns með nauðsynlega þekkingu á framleiðslu vellings, af nauðsynlegum prófunum og vali tækja fyrir verkefnið. Og með reynslu frá a.m.k. þremur sambærilegum verkum. Verktaki skal skila ferilskrá verkstjóra, þar sem vísað er til sambærilegra verka.

Ídælingu má ekki byrja fyrr en verkkaupi hefur samþykkt uppspennu kaplanna.

Ídælingu skal framkvæma skv. kröfum, sem gefnar eru upp í ÍST EN 446 og eftirfarandi forskrift.

Tímanlega fyrir ídælingu skal verktakinn vinna áætlun, þar sem grein er gerð fyrir eftirfarandi þáttum og afhenda verkkaupa til rýnis:

* + - framkvæmd ídælingar.
		- skiptingu í áfanga til úttektar.
		- magn vellings í hvert kapalrör.
		- ráðstafanir til að tryggja að kapalrör fyllist með vellingi, e.t.v. með eftirdælingu í tengibox og akkeri.
		- möguleika á spúlun og hreinsun kapalröra, ef óvænt atvik verða við ídælinguna.
		- útbúnað sem nota skal.
		- varaútbúnað sem skal vera til taks við ídælinguna.

Hitastig við ídælingu skal vera í samræmi við ÍST EN 446:2007, grein 8.3.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Hitastig °C** | **Byggingarhluti °C** | **Tímalengd kröfu** |
|  |  |  |
| Minnst | 3° | 48 klst 1) |
| Mest | 35 ° |  |

1) Ídælingu má ekki framkvæma ef hitastig byggingarhluta er 3°C eða lægra eða ef hitastig hans er líklegt til að fara niður fyrir 3°C á næstu 48 klst. Framleiðandi gerir e.t.v. stífari kröfu en 3°C og þá tekur sú krafa yfir. Ef byggingarhlutinn er hitaður upp skal hita hann upp í 5°C og hærra, ef framleiðandi vellings gerir kröfu um hærra hitastig en 3°C.

Áður en vellingi er dælt í kapalrörin skal gengið úr skugga um að unnt sé að dæla í þau með því að dæla fyrst í gegnum þau þrýstilofti. Það skal vera laust við olíu. Við útloftunarrör og kapalfestingar, þar sem ekki er dælt inn um, skal koma fyrir gúmmíi- eða plastslöngu, sem framlengir útloftun a.m.k. 0,75 m upp fyrir steypuyfirborð.

Sementsvellingi er dælt í kapalrör, en áður en ídælingin hefst skal gengið þannig frá kapalendum að tryggt sé að þeir séu nægjanlega þéttir, svo sementsvellingurinn tapist ekki út, meðfram lásplötum og láskeilum. Nota skal sérsmíðuð lok sem hylja lásplötu og vírenda en þannig útbúin að hægt sé að hleypa lofti út. Þegar dæling hefst í rörin skal þess gætt að halda sem jöfnustum hraða, eða u.þ.b. 6 til 12 m/mín og skal dælingunni haldið áfram uns jafnt rennsli án loftbólna kemur út um útloftunarslöngur. Eftir að dæling hefst í ídráttarrör má ekki stöðva hana.

Meðan á ídælingu stendur skal loftpressa (minnst 0,1 MPa) og dælivatn vera til reiðu í ríflegu magni til spúlunar og hreinsunar á kapalrörum, ef óvænt atvik koma upp. Áhersla er lögð á að reyna fyrst að losa stíflur með loftþrýstingi og ef það gengur ekki að grípa fyrst þá til spúlunar kapalröranna. Eftir að vatnsdælingu er lokið skal blása vatninu út með lofti þannig að tryggt sé að vatn sitji ekki eftir í rörinu. Rannsóknir benda til að það sé ekki alveg öruggt að öllu vatni hafi verið náð út.

Varadæla og varablöndunarútbúnaður skulu vera til staðar, eins og nauðsynlegt er talið.

Sem viðmiðun er það yfirleitt nægjanlegt að tappa af útloftunarslöngum, u.þ.b. 10 - 15 l.

Eftir að öllum útloftunarstöðum hefur verið lokað, skal halda a.m.k. 1,0 MPa þrýstingi á kapalrör, í 3-5 mín, en þá skal opna útloftunarstúta, einn í einu til þess að hleypa út loftbólum. Milli þess sem hleypt er út skal þrýstingur aukinn aftur upp í a.m.k. 1,0 MPa.

Ef á þarf að halda þarf að gera viðeigandi ráðstafanir til að tryggja að tengibox og akkeri fyllist, m.a. með eftirídælingu þeirra á réttum tímapunkti áður en ídæliefni binst. Þar að auki skal vera mögulegt að yfirfara og endurídæla í tengingar (koblinger), t.d. í gegnum innsteypt rör, sem liggja að efsta hluta tengimúffanna.

Strax að lokinni notkun skal dæla vellingi í þessi rör.

**Yfirsteypa kapalfestinga.** Yfirborð steypu við kapalfestingar, sem steypt verður að, skal vera gróft. Ekki má steypa yfir kapalfestingar fyrr en verkkaupi hefur samþykkt ídælingarvinnuna og búið er að loka með tappa og innsigla yfir alla stúta og akkeri. Áhersla er lögð á að tenging nýrrar og gamallar steypu verði góð, þannig að steypuskilin verði jafnþétt og steypan umhverfis.

**Samræmi við kröfur (úttekt)**

Verktaki skal einnig skila sérstakri aðgerðaráætlun fyrir móttöku og geymslu hráefna, á formi sem verkkaupi samþykkir. Þar skal einnig taka til framleiðslu vellings.

Í úttekt skal skoða hvort ídráttarrör, þ.m.t. tengi, afvötnun og útloftun og festing akkera við mót séu örugglega algjörlega þétt gagnvart hvers konar leka eða vatnsgufum þar inn meðan steypt er.

Útbúnaður til uppspennu. Á verkstað skulu vera til staðar úttektarmælar til að sannreyna mæla í verkbyrjun og við verklok, en jafnframt til að sannreyna þá ef grunsemdir vakna um að ekki sé allt með felldu. Spennitæki skulu hafa verið kvörðuð innan síðustu 12 mánaða. Mæliniðurstaða og staðfesting þess efnis skal fylgja með.

Ídæling (grautun). Með tilliti til úttektar skal skipta ídælingarvinnunni í röð áfanga. Að lágmarki skal í hverjum áfanga taka eftirfarandi próf:

* 1stk. flæðimæling í byrjun ídælingar og eftir hvert hlé ídælingarvinnunnar. Sýni skal taka beint frá blöndu- eða geymslukeri.

Að þessu loknu skal endurtaka flæðimælinguna reglulega, minnst á þriggja tíma fresti.

Framkvæma skal minnst fimm flæðimælingar á vellingi við yfirfall úr kapalrörunum.

* 1 stk. þan-, vatnsaðskilnaðar- og vatnsupptökupróf á vellingi, þar sem sýni eru tekin frá blöndu- eða geymslukeri.
* 1 stk. þan-, vatnsaðskilnaðar- og vatnsupptökupróf á vellingi, tekin úr kapalrörum.
* Sýni úr styrkleikaprófi, eins og tilgreint er í ÍST EN 447.

Meðan á ídælingu stendur skal athuga með reglubundnum hætti hvort notað magn svarar áætluðu, útreiknuðu magni.

Verktaki skal skila dagbók á formi sem verkkaupi samþykkir. Í dagbók skal skjalfesta og staðfesta, með undirritun, alla ídælingarvinnu. Skjalfestingin skal innihalda upplýsingar, sem máli skipta fyrir mat á þeirri vinnu, sem hefur verið framkvæmd, þar á meðal um notað efni, útbúnað, tímasetningar, veðurfarslegar upplýsingar, svo sem meðalhitastig, notað magn og upplýsingar um niðurstöðu þeirra prófana sem hafa verið framkvæmdar, flæðimæling, þanpróf, vatnsupptökupróf og rúmmálsbreyting ásamt styrkleikaprófi. Dagbókin á ennfremur að innihalda upplýsingar um hvar ídælingarstútar, inntök, útrásir eru staðsett í ídælingaráætluninni, ásamt frávikum frá lokunarröð og öðrum atriðum, þar á meðal athugasemdir um stopp, leka o.m.fl.

**Í lok dælingar** þegar vellingurinn hefur harðnað og dregið til sín aðskilnaðarvatnið skal fjarlægja ídælingarstúta og yfirfara hvort stútarnir eru fullir. Komi í ljós að svo sé ekki skal setja í gang nákvæmari úttekt á orsök þess og raunverulegum aðstæðum. Skrásetning á þessu skal leggja fyrir verkkaupa til rýnis ásamt hugsanlegri umbótaáætlun, sem verkkaupi skal yfirfara.

d) Prófanir

Eftirfarandi lágmarksrannsókn á sementsvellingi

**Tíðni prófana á vellingi**

 **Próf Tíðni prófunar**

 Styrkur Eitt sett þriggja sýna

 Vatnsaðskilnaður Eitt próf á hálfum degi, og a.m.k. tvö próf í hverjum. ídælingaráfanga

 Rúmmálsbreyting Eitt próf á hálfum degi, og a.m.k. tvö próf í hverjum. ídælingaráfanga

 Flæði Þrjú próf á dag eða á tveggja tíma fresti við dælu.

Rúmþyngd Eitt próf á hálfum degi við dælu og síðasta lokann, en a.m.k. tvö próf í hverjum ídælingaráfanga er krafist.

**Þrýstistyrkur sýna sem tekin eru af vellingi**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Gerð sýnis** | **Stærðir {mm]** | **Prófað samkv. greinum í** **ÍST EN 445** |
| Strendingur |  40x40x160 |  Grein 4.6 |

Verktaki skal prófa vatnsaðskilnað og rúmmálsbreytingu með Wick-prófi, í samræmi við ÍST EN 445:2007, grein 4.5.

Verktaki skal prófa flæði vellingsins með annarri tveggja aðferða (trekt eða glerplötu), í samræmi við ÍST EN 445:2007, grein 4.3.

Leggja skal niðurstöðu prófana fyrir verkkaupa til samþykktar. Verktaki getur fyrst farið að huga að því að steypa upp mannvirkið þegar samþykki verkkaupa liggur fyrir.

e) Nákvæmniskröfur, frávik

Leyfð frávik í staðsetningu kapalröra:

* Einstakt rör: ±20 mm.
* Röragrúppa: ±10 mm.

Leyfð frávik í staðsetningu kapla og kapalfestinga:

* Í lóðréttu plani ±5 mm.
* Í láréttu plani ±15 mm.

Leyfð frávik í legu kapla, lárétt og lóðrétt, skal vera í samræmi við ÍST EN 13670:2009:

Hámarksfrávik kapalröra eða stakra strengja er eftirfarandi:

 

Fyrir h≤200 mm, Δ=±0,03h.

Fyrir h>200 mm (Δ er minna gildið af): ±0,03h eða ±30 mm.

Leyfð frávik steypuhulu að einstökum streng: Δ=-10 mm.

Leyfð frávik steypuhulu að kapalröri: Δ=-15 mm.

Leyfð frávik hlutefna í vellingi:

 Sement og íblendi: ± 2% af fyrirskrifuðu magni.

 Vatn: ± 1% af fyrirskrifuðu magni.

Nákvæmni við mælingu uppspennukrafts skal vera ±1%.

**Úttektarmælar og mælar á uppspennutækjum** eiga að vera með vikmörk innan 2%, sem skal sannreyna með vottuðum mælum, minnst einu sinni á hverju ári. Ef grunsemdir vakna um að mælibúnaðurinn hafi fengið óheppilega meðferð, högg, hristing eða of mikið álag o.fl., skal endurtaka sannprófun þeirra.

* 1. Uppspenna og grautun

**a)** Í verkþætti er innifalinn allur kostnaður, efni, vinna og flutningur efnis vegna uppspennu og grautunar á spenniköplum í yfirbyggingu brúarinnar, þ.m.t.: Flutningur og uppsetning spenni- og grautunarbúnaðar, kostnaður vegna nauðsynlegra prófana ásamt fyllingu *[nánari lýsing].*

 **f)** Uppgjör miðast við fjölda spenntra og frágenginna kapla.

Mælieining: stk.