**Efnisyfirlit**

[Uppspenna og grautun - Almenn verklýsing 1](#_Toc74485119)

[84.37 Uppspenna og grautun 5](#_Toc74485120)

### 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**

Vellingur til grautunar skal uppfylla kröfur um hlutefni, samsetningu og eiginleika í ÍST EN 447 kafla 6 þegar hann er prófaður skv. ÍST EN 445 kafla 4.  
Kröfur um óæskileg efni:  
Cl-< 0,10% af sementsþunganum.

SO3< 4,5% af sementsþunganum.

S2-jónir<0,01% af sementsþunganum.

Vellingur skal vera laus við kekki í sigtiprófi.

Kröfur til flæðis vellings:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Prófunaraðferð skv. EN 445** | **Mælt gildi** | **Krafa: Strax að blöndun lokinni** | **30 mín. eftir blöndun í hrærivél eða skv. leið- beiningum 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 |

Vatnsaðkilnaður skal ekki vera meiri en 0,3% eftir 3 klst. í Wick prófi.

Rúmmálsbreyting skal eftir 24 klst. í Wick prófi vera á bilinu -1% til+5%, Styrkur á hörðnuðum vellingi skal ekki vera lægri en 30 MPa eftir 28 daga eða 27 MPa eftir 7 daga.

Storknun vellings mæld skv. EN 196-3. Vellingurinn skal ekki fara 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.

Vellingur getur verið annað hvort blandaður á staðnum eða verksmiðjuframleiddur.

**Vellingur blandaður á staðnum:**

Blöndunarhlutföll vellings, sem blandaður er á staðnum, 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.

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

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

**Forprófun:** Ganga skal úr skugga um í tæka tíð, að eiginleikar vellings, sem blandaður er á staðnum, séu úr ætluðum efnum til verksins með tækjum sem ætluð er til verksins og unnin með væntanlegum mannafla sem hentar fyrir ætlaða notkun uppfylli kröfur til vellings í ÍST EN 447:2007. Nauðsynleg próf eru skv. töflu í lið d). hér á eftir.

**Verksmiðjuframleiddur vellingur:**

Verksmiðjuframleiddan velling þarf ekki að forprófa geti framleiðandi sýnt fram á að hann uppfylli allar kröfur í stöðlum ÍST EN 445, 446 og 447.

1. **Vinnugæði**

**Uppspenna:**

Spennibúnaður skal vera í samræmi við spennilista.

Uppspennutjakkur skal 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.

Uppspennu skal framkvæma í samræmi við spennilista, sem verkkaupi 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, sjá nánar í CWA 14646. 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.

Uppspenna má byrja þegar steypan hefur náð tilskildum styrk skv. spennilista. Þetta má meta með útreikningi á steypuþroska eftir hitamælingum í steypunni og/eða styðja niðurstöðuna með því að brjóta a.m.k. þrjú steypusýni sem geymd eru á verkstað við sömu aðstæður og steypan í mannvirkinu.

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

Að uppspennu lokinni og þegar verkkaupi hefur yfirfarið spennilistann, og samþykkt hann skriflega, skal skera enda strengjanna 30-50 mm aftan við lásplötur eða þannig að hægt sé að festa grautunarlok á akkerin. Strengina skal skera með skurðskífum en ekki loga.

**Blöndun á vellingi:**

Blöndunar- og grautunarbúnaður skal vera í samræmi við ÍST EN 446 kafla 7 og skal henta spennikerfinu. Varadæla og varablöndunarútbúnaður skulu vera til staðar, eins og nauðsynlegt er talið. Búnaður til sýnatöku og prófunar á graut skal vera til staðar.

Blöndun skal fara fram í blendi, þannig að hún verði einsleit og stöðug með eiginleika í mjúku (plastísku) formi. 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.

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.

Blanda skal velling í magni þannig að örugglega verði til nægilega mikið til að fylla kapalrör, að teknu tilliti til þess sem fer til spillis. Vellingi skal haldið á stöðugri hreyfingu þegar efni hafa verið sett í vélina og þar til hann er tilbúinn til ídælingar í ídráttarrörin.

**Grautun:**

Ídæling vellings skal fara fram í samræmi við ÍST EN 13670:2009 grein 7.6, kröfum, sem gefnar eru upp í ÍST EN 446 og leiðbeiningar fib, Bulletin 20, Grouting of tendons in prestressed concrete.

Blöndun og 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.

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

• 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.

Sem viðmiðun er það yfirleitt nægjanlegt að tappa af útloftunarslöngum, u.þ.b. 5 - 10 l.

Eftir að öllum útloftunarstöðum hefur verið lokað, skal halda a.m.k. 0,5 MPa þrýstingi á kapalrör, í eina 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. 0,5 MPa.

Ef á þarf að halda skal gera viðeigandi ráðstafanir til að tryggja að tengibox og akkeri fyllist, m.a. með eftirídælingu þeirra á réttum tíma 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.

Grautunarskýrsla:  
Verktaki skal skila dagbók á formi sem verkkaupi samþykkir. Í dagbók skal skjalfesta og staðfesta, með undirritun, alla ídælingarvinnu. Skjalfestingin skal innihalda upplýsingar sem krafist er í ÍST EN 446 kafla 9, þar á meðal um notað efni, útbúnað, tímasetningar, veðurfarslegar upplýsingar, svo sem meðalhitastig á mannvirki og vellingi, 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. Skrásetningu á þessu skal leggja fyrir verkkaupa til rýni ásamt hugsanlegri umbótaáætlun, sem verkkaupi skal yfirfara.

**d) Prófanir**

Forprófanir skal gera á vellingi sem blandaður er á staðnum. Fjöldi prófa er sýnt í eftirfarandi töflu. Ekki eru gerðar kröfur um að niðurstöður mælinga á styrk og rúmþyngd liggi fyrir þegar grautað er.

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

Eftirfarandi rannsóknir á vellingi skal gera á meðan á grautun stendur í samræmi við ÍST EN 446 kafla 9. Miðað er við eftirlitsflokk 3 (Inspection Class 3).

Tíðni prófana á vellingi:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Próf:** | **Forprófun** | **Tíðni prófa við grautun** | **Grein í ÍST EN 445** |
| Sigtipróf | ≥ 1 | ≥ 1 | 4.2 |
| Flæðipróf | ≥ 1 | ≥ 1 próf/dag | 4.3 |
| Vatnsaðskilnaðarpróf 1) | ≥ 1 | 1 próf/hálfum degi | 4.5 |
| Rúmmálsbreyting 1) | ≥ 1 | 1 próf/hálfum degi | 4.5 |
| Styrkur | (≥ 1) | 3 próf /dag | 4.6 |
| Rúmþyngd | (≥ 1) | 1 próf/hálfum degi | 4.7 |

1) Vatnsaðskilnaðar- og rúmmálsbreytingarpróf er sama prófið.

e) Nákvæmniskröfur, frávik

Nákvæmni við mælingu uppspennukrafts skal vera ±2%.

Leyfð frávik hlutefna í vellingi:

Sement og íblendi: ± 2% af fyrirskrifuðu magni.

Vatn: ± 1% af fyrirskrifuðu magni.

84.37 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.