

Leikskóli við Holtsveg 20,  
210 Garðabæ

Forsendur rakaöryggisáætlunar

01	Útgáfa skjals	2022-3-07	EÁM	AF
Breyting:	Skýring:	Dagsetning:	Höfundur:	Yfirfarið:



## Efnisyfirlit

<b>1</b>	<b>RAKAÖRYGGISÁÆTLUN Í SAMRÆMI VIÐ SVANSVOTTUN .....</b>	<b>4</b>
1.1	ALMENNT .....	4
1.2	RAKAÁSTAND BYGGINGARHLUTA Á NOTTÍMA OG RAKAPÓL BYGGINGAREFNA .....	5
1.3	SKIPA RAKAÖRYGGISSTJÓRA.....	8
1.4	VEÐURVARNIR OG RAKAÖRYGGI Á FRAMKVÆMDARTÍMA .....	9
1.4.1	<i>Halda rakaöryggisfundi.....</i>	9
1.4.2	<i>Skilgreina kröfur við pöntun, flutning, móttöku og geymslu byggingarefnis.....</i>	10
1.4.3	<i>Framkvæma rakaöryggiseftirlit .....</i>	12
1.4.4	<i>Þurrkun bygginga.....</i>	16
<b>2</b>	<b>HEIMILDIR: .....</b>	<b>18</b>
	<b>VIÐAUKAR .....</b>	<b>19</b>

# 1 Rakaöryggisáætlun í samræmi við Svansvottun

## 1.1 Almennt

Við svansvottun bygginga er farið fram á að gerð séu sérstök skil á rakaöryggi við hönnun og framkvæmd [1]. Þannig er dregið úr líkum á rakavandamálum í fullbúinni byggingu. Í kröfu O10 er óskað eftir skýrslu um rakaöryggi sem á hið minnsta að innihalda umfjöllun um eftirfarandi atriði:

1. Val á efnum með tilliti til rakapöls og aðferðum við að koma í veg fyrir skaðlegt rakastig.
2. Skilgreina rakaöryggisstjóra verkefnisins.
3. Veðurvarnir og rakaöryggi á framkvæmdartíma.
4. Aferðir við þurrkun byggingar.
5. Skilgreiningar á krítískum raka fyrir byggingarefni.
6. Framkvæmd á mælingum á raka í steypu.

Í þessu skjali er gert grein forsendum rakaöryggisáætlunnar, en rakaöryggisáætlun verður unnin af verktaka samkvæmt kröfum O10 fyrir Svansvottaðar byggingar. Verktaki útnefnið rakaöryggisstjóra til að framfylgja rakaöryggisáætlun.

## 1.2 Rakaástand byggingarluta á nottíma og rakapól byggingarefna

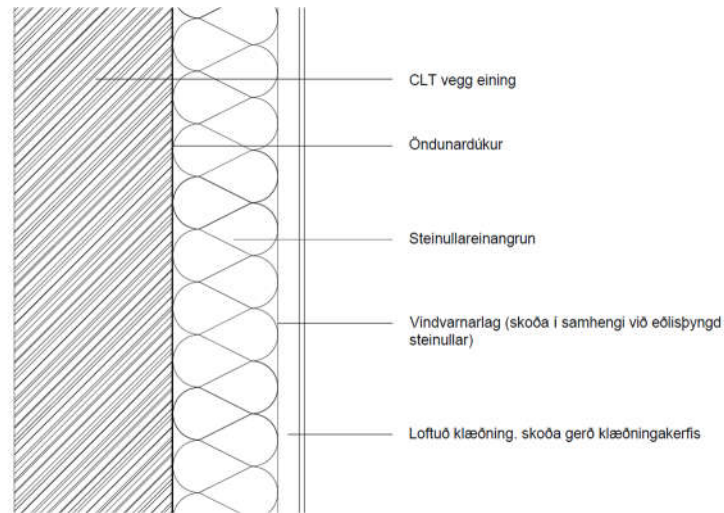
Hugtakið rakaöryggi er skilgreint sem líkur á því að rakaástand í byggingarhlutum fari ekki út fyrir skilgreind öryggismörk sem ráðast af rakapóli byggingarefna [2]. Rakaástand í byggingarhlutum er háð uppbyggingu byggingarluta þ.e. varma- og rakamótstöðu efnislaga og ytri og innri skilyrðum. Rakapól byggingefna eru töflugildi [3] eða metið útfrá líkönum fyrir örveruvöxt [4]. Ef rakapól byggingarefnis er ekki uppgefið er notast við 80% hlutfallsraka. Samband hlutfallsraka og efnisraka í timbri gefur að rakapól timburs sé um 16% af þurri þyngd [5].

Uppsprettur raka í byggingum eru; úrkoma, vatnslagnir, loftraki, byggingarraki og jarðraki. Raki getur ferðast í gufufasa eða í formi vatns. Í gufufasa ferðast raki með rakasveimi (e. diffusion) eða rakastreymi (e. convection). Rakaflutningur raka í formi vatns á sér helst stað vegna þyngdarkrafts, vatnsþrýstings, vindþrýstings og hárpípukrafta.

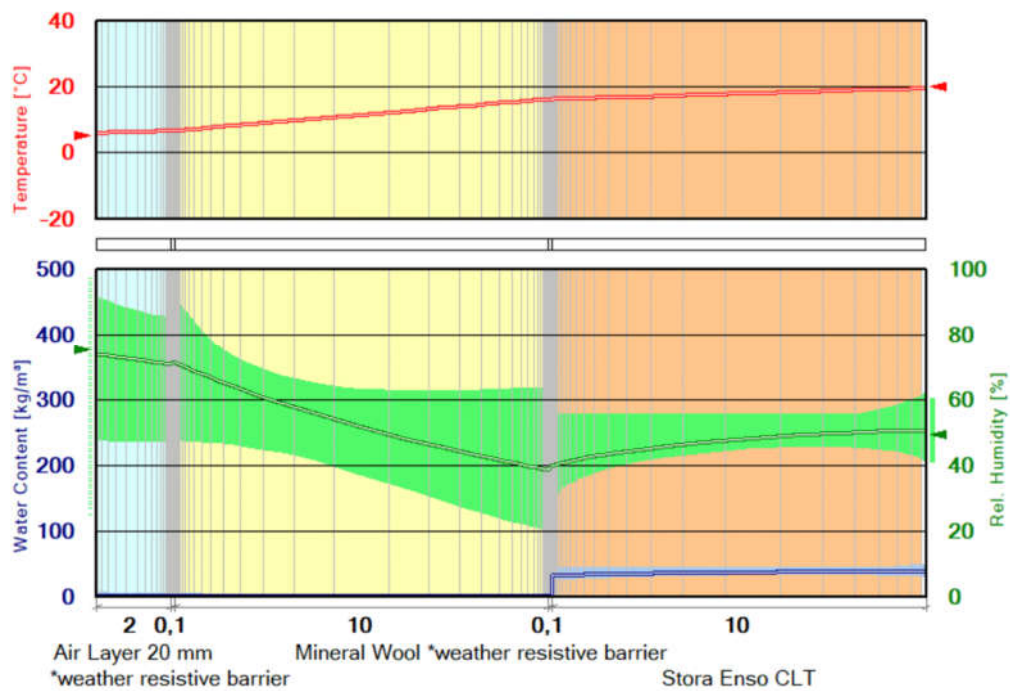
Varma- og rakaflæði í byggingarhlutum var skoðað með hermunum í WUFI (Fraunhofer, V6.5). Við hermanir í WUFI eru notuð klukkustundargildi frá Veðurstofu Íslands varðandi hitastig, loftraka, úrkomu, vindhraða og sólargeislun. Gagnaröð er skilgreind samkvæmt staðlinum ÍST EN 15026 sem fjallar um útreikninga á rakaflutningi með númerískum aðferðum. Efniseiginleikar byggingarefna eru fengnir í gagnabanka Fraunhofer ásamt því að efniseiginleikar eru skilgreindir samkvæmt tækniblöðum. Rakaálag innandyra er skilgreint samkvæmt staðlinum ÍST EN ISO 13788:2012, en þar eru skilgreindir rakaálagflokkar (e. humidity class) 1-5 innanhúss eftir starfssemi og virkni loftræsingar. Í þessu tilviki er reiknað með rakaálagflokki 2 sem að skilgreinir sem rakaíbætingu sem 4 g/m<sup>3</sup>. Þetta er talin vera rakaíbæting sem eru öruggu megin fyrir vel loftræst leikskóla húsnæði.

### Útveggir

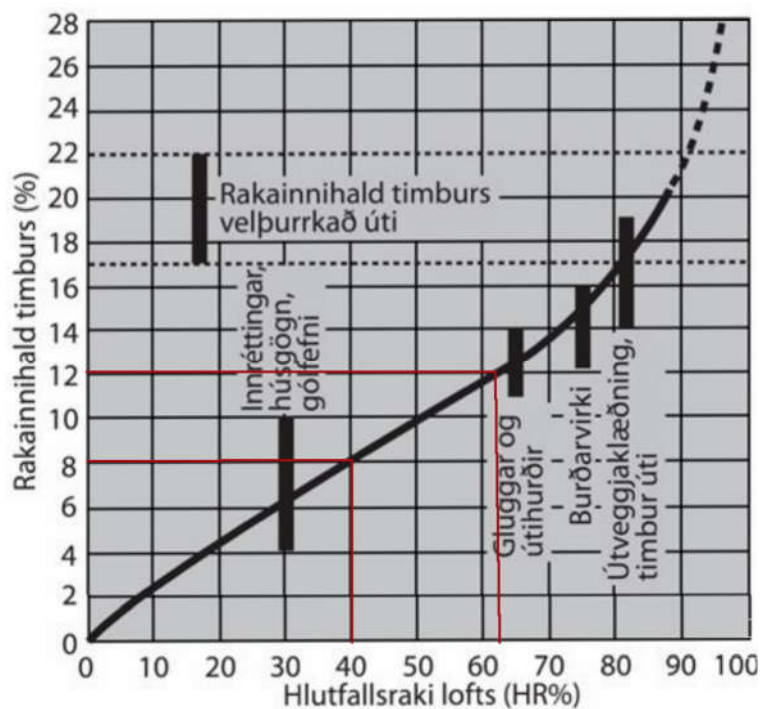
Skematíska mynd af uppbygginga útveggja má sjá á **Mynd 1**. Á **Mynd 2** má sjá graf sem sýnir niðurstöður útreikninga í WUFI á rakastigi í sniði útveggja yfir nottíma byggingarinngar. Við útreikninga í WUFI er innri öndundardúkur skilgreindur sem ProClima Adhero og vindvarnardúkur er skilgreindur sem Siga Majvest. KLT einingarnar sjálfar eru það efni sem eru með lægst rakapól í uppbyggingu útveggja. Við útreikninga er gert ráð fyrir að upphafsraði í KLT einingum sé 16% af þurri þyngd og gert er ráð fyrir að veggur leki ekki. Reikna má með að rakastig í einingum aukist yfir vetrartíman og nái hámarki um vor, útþornun á sér stað yfir sumar tímann og rakastig er lægst síðsumars. Samband hlutfallsraka og efnisraka í timbri má sjá á **Mynd 3**. Niðurstöður sýna að efnisraki í KLT einingum er á bilinu 8-12% af þurri þyngd þegar byggingarluti hefur náð jafnvægi. Kritiskt rakastig fyrir KLT útveggjaeiningar er skilgreint sem 16% og þar af leiðandi er ekki áhætta á rakaskemmdum vegna rakaflutnings fyrir skilgreindar aðstæður á nottíma byggingar.



**Mynd 1:** Skematísk mynd af uppbyggingu útveggja.



**Mynd 2:** Graf sem sýnir niðurstöður útreikninga í WUFI á rakastigi í sniði útveggja yfir nöttíma byggingarinnar. Ferill sýnir meðal-hlutfallsraka og grænt svæði sýnir efri og neðri mörk hlutfallsraka í sniði.

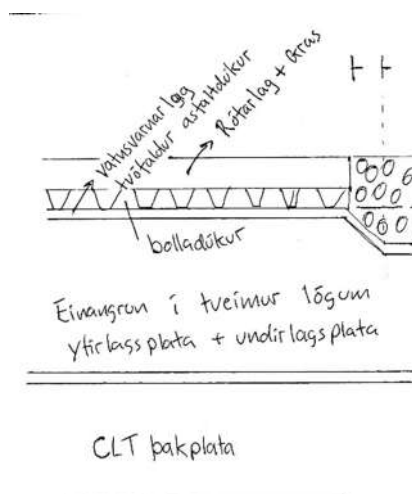


**Mynd 3:** Jafnvægisraki timburs [6].

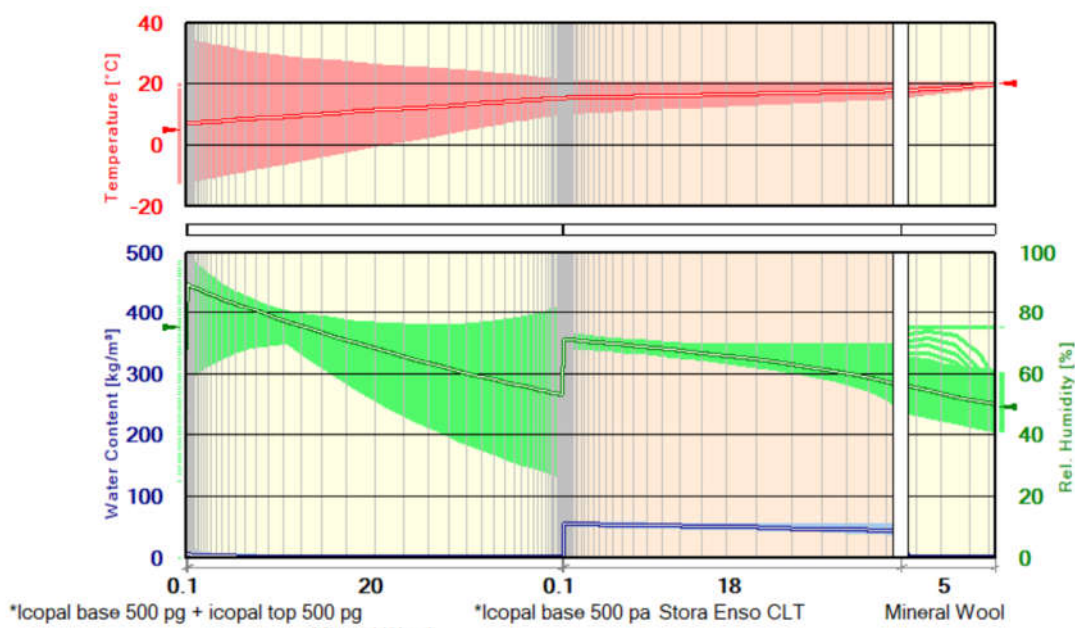
Pök:

Skematíska mynd af uppbygginga þaka má sjá á **Mynd 4**. Þakið er skilgreint sem heitt þak og rakavarnarlag og vatnsvarnarlag eru með háar rakamóttstöður og leyfa litla útpornun. Þar af leiðandi eru stífari kröfur varðandi upphafsraka í þakeiningum og einangrun í þaki en í veggjum [7]. Rakavarnarlag þarf að hafa hærri rakamóttstöðu en vatnsvarnarlag til að koma í veg fyrir uppsöfnun á raka á milli ára. Á **Mynd 5** má sjá graf sem sýnir niðurstöður útreikninga í WUFI á rakastigi í sniði þaka yfir nottíma byggingarinnar. Við útreikninga er rakavarnarlag skilgreint sem Icopal base 500 þa með álfólíu (sd-gildi = 975m) og vatnsvarnarlag er skilgreint sem tvöfalt lag af asfaltduk byggt upp af Icopal base 500 þg og Icopal top 500 þg (samanlagt sd-gildi 273m). Við útreikninga er gert ráð fyrir að upphafsraki í KLT einingum sé 15% af þurri þyngd og gert er ráð fyrir að þak leki ekki.

Reikna má með að rakastig í einingum aukist yfir vetrartíman og nái hámarki um vor, útpornun á sér stað yfir sumar tímamann og rakastig er lægst síðsumars. Samband hlutfallsraka og efnisraka í timbri má sjá á línuriti á **Mynd 3**. Niðurstöður sýna að efnisraki í KLT einingum er á bilinu 8-14% af þurri þyngd og er undir áhættumörkum fyrir skilgreindar aðstæður á nottíma byggingar. Hlutfallsraki yst í einangrun verður hár þegar kalt er úti, rakapól steinullar er um 95%HR og rakastig er hæst þegar það er kalt úti. Niðurstöður nákvæmari greininga með tilliti til rakastigs, hitastigs og rakapóli einangrunar sýna að þessar aðstæður leiða ekki til rakavandamála.



**Mynd 4:** Skematísk mynd af uppbyggingu þaka.



**Mynd 5:** Graf sem sýnir niðurstöður útreikninga í WUFI á rakastigi í sniði þaks yfir nottíma byggingarinnar. Ferill sýnir meðal-hlutfallsraka og grænt svæði sýnir efri og neðri mörk hlutfallsraka í sniði.

### 1.3 Skipa rakaöryggisstjóra

Hlutverk rakaöryggisstjóra er að stýra og samræma vinnu á byggingarstað með tilliti til rakaöryggis. Það er á ábyrgð framkvæmdaraðila að útvega hæfan sérfræðing í stöðu rakaöryggisstjóra verkefnisins.



Rakaöryggisstjóri þarf að geta sýnt frammá reynslu og þekkingu varðandi rakaöryggi í byggingum, byggingartækni og áhrifum raka á byggingarefni og byggingarhluta. Skráð reynsla þarf að að minnsta kosti að uppfylla eftirfarandi tvö skilyrði [1]:

- Tveggja ára reynsla af verkefnavinnu sem miðar að því að koma í veg fyrir rakavandamál í byggingum eða vinna við ástandsúttektir með tilliti til rakavandamála
- Tveggja ára reynsla af byggingarverkefnum svo sem hönnun eða verkefnastjórnun

Það er á ábyrgð rakaöryggisstjóra að fullvinna rakaöryggisáætlun sem byggir á þeim kröfum sem eru settar fram í kafla 1.4 ásamt upplýsingum sem byggja á verkáætlun framkvæmdaraðila. Sjá dæmi í viðauka A.

Rakaöryggisstjóri útbýr töflu yfir ábyrgðaraðila og á hvaða þáttum rakaöryggisáætlunar þeir bera ábyrgð á. Sjá dæmi í viðauka A.

Rakaöryggisstjóri sér til þess að allir viðkomandi aðilar séu með uppfærð gögn varðandi rakaöryggi á hverjum tíma, það á líka við um undirverktaka.

Rakaöryggisstjóri tilkynnir verkkaupa ef það er eitthvað í hönnunargögnum sem að hann telur að geti haft neikvæð áhrif á rakaöryggi eða ef nauðsynlegar upplýsingar vantar í hönnunargögn eða ef gögn eru óskýr.

Rakaöryggisstjóri sér um utanumhald gagna sem snúa að eftirliti með tilliti til rakaöryggis og tilkynnir verkkaupa ef upp koma frávik frá rakaöryggisáætlun og hvernig eigi að fylgja þeim eftir.

Valið á rakaöryggisstjóra er háð samþykki verkkaupa.

#### 1.4 Veðurvarnir og rakaöryggi á framkvæmdartíma

Burðarvirki leikskólans við Holtsveg 20 verður steipt neðan við jarðvegs yfirborð og byggt upp af KLT einingum ofan við jarðvegsyfirborð. Í kaflanum á undan kemur fram að rakastig eininganna á nottíma er undir áhættumörkum. Hér verður farið yfir skipulag og aðgerðir sem miða að því að tryggja að KLT einingarnar verði ekki fyrir óhóflegum raka á framkvæmdartíma. Aðgerðirnar byggja á upplýsingum frá framleiðendum KLT eininga [8], leiðbeiningablöðum frá Byggforsk um rakaöryggi og veðurvarnir [9] [10], RB blaði um rakaöryggi [2], námskeiðsgögnum frá Iðunni fræðslusetri um rakaöryggi bygginga og byggingarreglugerð. Í grein 10.5.6. í Byggingarreglugerð nr. 112/2012 kemur eftirfarandi fram:

*Efni og byggingarhlutar sem notaðir eru í byggingu skulu vera nægjanlega þurrir við uppsetningu þannig að ekki sé hættu á myglu eða sveppamyndun, niðurbroti lífrænna efna eða aukinni efnaútgufun.*

*Verja skal rakadrægt byggingarefni þannig að úrkoma geti ekki valdi skemmdum á því.*

Veðurvarnir og rakaöryggi á framkvæmdartíma verður náð með eftirfarandi aðgerðum:

##### 1.4.1 Halda rakaöryggisfundi

Tilgangur rakaöryggisfunda er að samræma verklag viðkomandi aðila og greina áhættuþætti á hverjum tíma til að grípa meg til viðeigandi ráðstafana í tæka tíð.

Rakaöryggisstjóri boðar til og heldur rakaöryggisfundum. Rakaöryggisstjóri sendir út dagskrá fyrir fundum og heldur fundargerðir. Fyrirfram þarf að leggja til tíðni rakaöryggisfunda þar sem að fyrsti fundur á að eiga sér stað áður en hafist er við að reisa KLT einingar. Þessir fundir eiga að vera sérfundir um rakaöryggi en ekki hluti af öðrum fundum. Á fyrsta fundi mæta hönnuðir, verktakar, byggingarstjóri og rakaöryggisstjóri. Í framhaldi er metið hverjir þurfa að mæta á næstu fundum.

Dagskrá fyrsta rakaöryggisfundar skal að minnsta kosti innifela eftirfarandi liði:

- Kynning á rakaöryggisáætlun
- Yfirferð á hönnunargögnum með tilliti til raka og helstu áhættuþátta
- Uppsetning veðurvarna á framkvæmdartíma
- Yfirferð yfir helstu eftirlitsþætti, frávíkaskráningu og eftirfylgni
- Áætlun fyrir viðbrögð á framkvæmdarstað þegar spáð er mikill úrkomu
- Ræða áætlanir um þurrkun bygginga
- Skilgreiningar á ábyrgðaraðilum og ábyrgðarsviðum
- Tímasetning næsta rakaöryggisfundar

#### 1.4.2 Skilgreina kröfur við pöntun, flutning, móttöku og geymslu byggingarefnis

Markmið verklags er að fyrirbyggja að byggingarefni innihaldi of mikinn raka við móttöku á verkstað og að byggingarefnin séu útsett fyrir auknum raka við geymslu á byggingarstað.

Reikna má með að efnisraki í KLT einingum sé um 12% af þurri þyngd í verksmiðju [8] og að hann hækki eitthvað við flutninga. Við pöntun á KLT einingum er farið frammá að efniraki í einingum sé ekki hærrí en 14% af þurri þyngd við afhendingu á verkstað. Þessi krafa getur orðið til þess að flytja þurfi einingarnar í lest eða í gámun en ekki fletum uppá þilfari flutningaskipa. Við pöntun á KLT einingum er farið fram á að heillímdur veðurvarnardúkur sé settur á ytri hlið eininga í verksmiðju, s.s. Siga Wetguard eða sambærilegt.

Við geymslu byggingarefna á verkstað á líka að sjá til þess að efni sem þola raka, t.d. steinull, eigi að haldast þurr [9].

Byggingarefni til frágangs innandyra berist ekki fyrir en hægt sé að geyma þau í upphituðu rými.

Við móttöku á einnig að ganga úr skugga um að byggingarvörur séu með rétta efniseiginleika miðað við hönnunarforsendur og henti til fyrirhugaðra nota. Skipulag pantana á KLT einingum miðað við því að geymslutími á verkstað sé sem stystur. Rakaöryggisstjóri vinnur tillögur að skipulagi pantana og fyrirkomulagi við geymslu á staðnum.

##### 1.4.2.1 Áfangaskipting

Áður en KLT einingar eru pantaðar skal liggja fyrir nákvæm tímasett verkáætlun varðandi áfangaskiptingu og verkþætti sem miðað við því að gera hvern áfanga vatnspéttan á sem stystum tíma. Rakaöryggisstjóri endurmetur verkáætlanir samhliða framkvæmd með tilliti til frávika og veðuraðstæðna.

Veðurvarnir á framkvæmdatíma byggja á því að KLT einingar komi með heillímdum dúkum á ytra yfirborði frá verksmiðju. Það að dúkurinn sé heillímdur dregur úr áhættu á að það geti lekið vatn á bakvið dúkinn. Þegar einingum hefur verið komið fyrir á sinn stað eru samskeyti þétt með heillímdum dúk af sömu gerð í viðeigandi breidd, sjá **Mynd 6**. Gæta þarf sérstaklega að því að vatn komist ekki að endatré eininga og þess vegna er dúkurinn látinn ná yfir hurða og gluggaop og önnur gegnumtök. Í stærri op má reikna með að það þurfi að setja stífinger í opið á bakvið dúkinn.



**Mynd 6:** Samskeyti á milli eininga þétt með heillímdum öndunardúk eftir reisingu

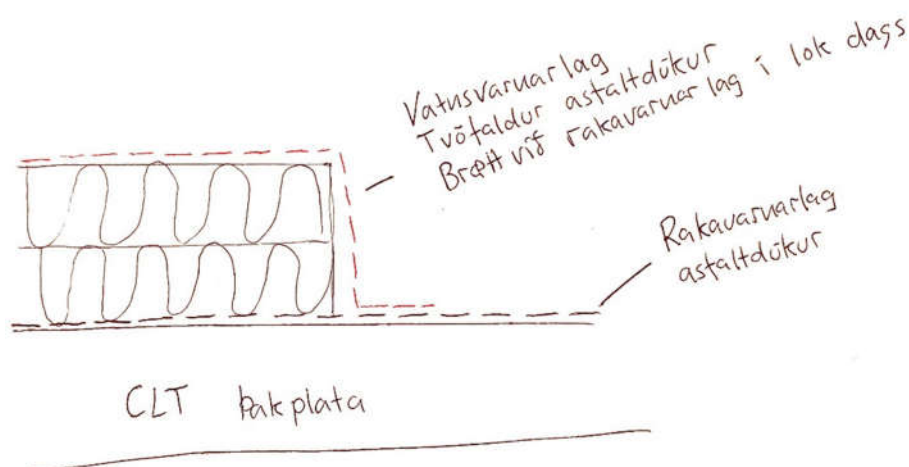
Leikskólinn er samsettur úr fimm byggingum sem eru tengdar saman og lagt er upp með að hverri byggingu sé lokað á sem stystum tíma. Þannig að klárað er að reisa vegg og þakeiningar eins áfanga og klára þarf að gera áfangann vatnspéttan með því að koma fyrir bráðabirgðarþakniðurföllum og ganga frá gegnumtökum og opum í þakeiningum, til dæmis vegna þakglugga áður en byrjað er á næsta. Mögulega þarf að sópa vatni af þakplötum í þakniðurföll eftir úrkomu áður en einangrað er, þar sem burðarvirkið hallar ekki.

Meta þarf útfrá áætluðum tíma við að loka hvort að það þurfi að verja innra yfirborða KLT eininga við reisingu, þetta gæti átt sérstaklega við KLT yfirborð sem á að vera sýnilegt. Veðurvarnir á innra yfirborði ætti ekki að vera segl eða plast sem að leggst að einingum, plast eða segl sem liggur að einingum getur haldið raka að einingum og jafnvel aukið líkur á rakavandamálum. Festa þarf segl eða plast efst á einingar og láta það mynda veðurhlíf með því að festa neðri enda plast frá einingum.

Í tilvikum þar sem að áætlun stenst ekki við að loka áfanga og/eða veðuraðstæður eru óhagstæðar þarf að vera búíð að undirbúa varaáætlun og búnaður svo sem yfirbreiðslur þurfa að vera aðgengilegar.

#### 1.4.2.2 Einangrun þaks

Þegar byrjað er að einangra þakið þarf að sjá til þess að einangrunin sé þurr þegar vatnsvarnarlagi er komið fyrir, þar sem að útpornun raka úr einangrunnarlagi verður hæg. Steinullareinangrunin þarf að hafa verið geymd þurr og sett niður á úrkomulausum dögum. Áfangaskipting þarf að vera þannig að einangrun sé ekki lögð á stærri flöt í einu en svo að tryggt sé að hægt verði að leggja vatnsvarnarlag ofan á það svæði og ganga frá honum og þetta allan hringinn við rakavarnarlagið þann daginn, sjá **Mynd 7**. Samhliða vinnu við að loka þaki skal teikna upp hólfun einangruninnar.



**Mynd 7:** Vatnsvarnarlag þétt við rakavarnarlag í lok dagsverks.

#### 1.4.2.3 Milliplata

Ein byggingin er á tveimur hæðum og milliplatan í því húsi er úr KLT einingum. KLT einingar í milliplötu skulu koma með heillímdum dúk á efra yfirborði frá verksmiðju sem veðurvörn á framkvæmdartíma og sem millilag á milli KLT einingar og malarlags. Huga þarf sérstaklega að afrennsli af milliplötunni áður en annari hæð byggingarinnar hefur verið lokað. Malarlag er ekki flutt inn í bygginguna fyrr en að 2. hæðin er orðin vatnspétt, mölin þarf að vera þurr þegar hún er flutt inn. Mölin þarf að vera úr rúnuðu efni svo að dúkurinn rifni ekki.

#### 1.4.3 Framkvæma rakaöryggiseftirlit

Tilgangur rakaöryggiseftirlits er að kanna ástand byggingarefna með tilliti ummerkja um raka, mælinga á rakastigi, ástandi byggingarefna við móttöku, ástand á byggingarefnum sem eru geymd á verkstað og eftirliti með veðurvörnum til þess að fyrirbyggja möguleg rakavandamál vegna byggingarraka.

Rakaöryggisstjóri yfirfer eftirlitsþætti og skilgreinir eðlilega tíðni eftirlits miðað við verkáætlun. Rakaöryggisstjóri sér til þess að rakaöryggiseftirlit eigi sér stað og ber ábyrgð á utanumhaldi og ákveður með hvers konar kerfi eigi að halda utan um skráningu frá eftirlitsferðum.

Gátlista fyrir eftirlitsþætti má sjá í viðauka B.

#### 1.4.3.1 Rakamælingar í byggingarefnum og kítískur raki

Tilgangur er að sjá til þessa að rakastig í byggingarefnum sé ekki yfir áhættumörkum, þ.e. kítísku rakastigi og að rakastig sé orðið nægjanlega lágt til að hefja megi frágang innandyra, svo sem málningarvinnu og lagningu á gólfefnum.

Rakaöryggisstjóri ber ábyrgð á að rakamælingarnar séu framkvæmdar og gerðar á réttan máta af aðila sem að hefur nægjanlega reynslu og þekkingu.

## KLT

Við rakamælingar í timbri þarf pinnamæla. Mælarnir þurfa að geta verið innstilltir fyrir viðeigandi tegund timburs. Pinnarnir þurfa að vera einangraðir (með óeinangruðum endum) svo mögulegt sé að mæla raka á mismunandi dýpt í KLT einingum. Gefa þarf upp nákvæmni mæla, algengt er að uppgefin nákvæmni pinnmæla sé +/- 2% af efnisraka. Bent er á mælitækni frá Lignomat þar sem að hægt er að síríta þrjár rásir fyrir efnisraka til dæmis á mismunandi dýpi auk rásar fyrir mælingar á hlutfallsraka og hitastigi inni. Til upplýsinga þá eru pinnamælar eru ekki bein mæling á raka heldur mat á rakastigi út frá leiðni rafsegulsbylgja í efninu. Til að fá nákvæma beina mælingu á rakainnihald þarf að taka bót og þurrka hann og vigta, en það er tímafrek aðferð.

Mæla þarf rakainnihald í KLT einingum við móttöku á verkstað og mæla skal rakainnihald í einingum þegar hver áfangi er orðinn vatnspéttur og áður en farið er að einangra veggi að utan og koma fyrir rakavarnarlagi í þaki. Ef einingarnar verða fyrir rakaálagi á framkvæmdarstað þarf að fylgjast með rakainnihald í einingum með mælingum.

Mælingar eiga að vera gerðar þar sem að búist er við hæsta rakastigi. Forðast skal að óeinangraðir endar á pinnum mælis séu í límlagi eininga, en það má reikna með að rafleiðni í lími sé meiri en í timburlögnum. Lagt er til að gerðar séu mælingar á 10 stöðum í hverri sendingu við móttöku. Við mælingar á rakainnihaldi í einingum eftir uppsetningu skal mæla raka á fjórum stöðum í hverri einingu. Mæla skal raka á þeim stöðum þar sem ummerki um raka eða stöðum þar sem búist er við hækkuðum raka.

Á hverjum mælistað skal mæla á tveimur dýptum, um 5mm og um 30mm frá yfirborði [11]. Pinnarnir skulu liggja samsíða trefjastefnu í timbri. Almennt er mælt með að mæla ytri hlið eininga, en vegna þess að þar er heillímdur dúkur þá verður mælt á innri hlið eininga. Ef líkur eru til að vatn hafi komist inn fyrir dúkinn, skal framkvæma mæling á þeim stöðum.

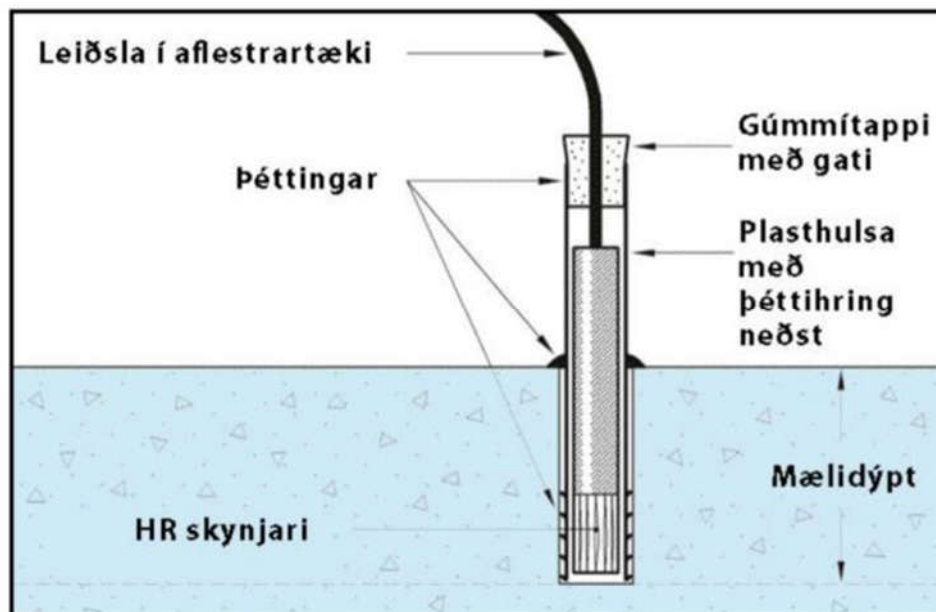
Hugtakið kítískt rakastig er skilgreint sem það rakastig sem getur valdið rakaskemmdum ef raki er hærri en tilgreint gildi. Í kafla 1.2. var skilgreint að yfir nottíma eigi rakainnihald ekki að fara yfir 16% í KLT einingum. Kröfur til hámarks upphafsraða í einingum, það er hæsta leyfilega rakainnihaldi þegar byggingum er lokað er skilgreint sem 20% fyrir KLT einingar í útveggjum vegna getu eininga til að þorna út þegar upphitun hefst. Kröfur til hámarks upphafsraða í KLT þakeiningum er 15% þegar asfalt dúkur er settur á einingar, þar sem möguleikar til útpornunnar eru litlir eftir að asfalt dúkur er komin á. Kröfur um upphafsraða í KLT einingum eru skilgreindar í byggforsk blaði 474.533 um útpornun og byggingarraka [12].

## Steypa

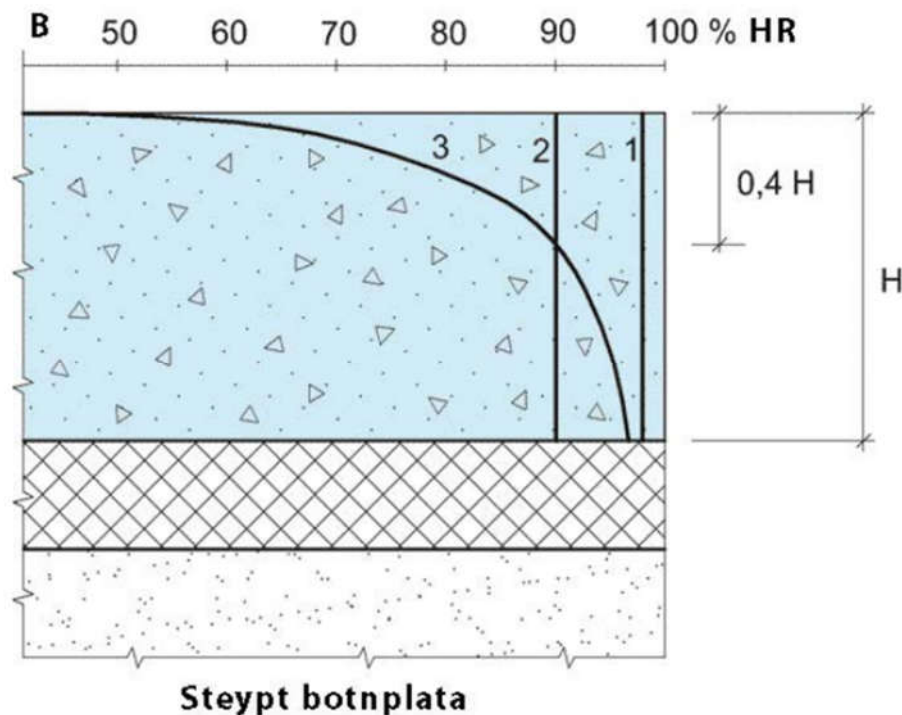
Þegar mæla á raka í steypu áður en frágangur á gólfleti hefst þarf að mæla rakastig með þar til gerðum hlutfallsrakamælum. Bora skal holur í steypuna fyrir þar til gerðar plasthulsur sem hlutfallsrakamælarnir passa í, sjá **Mynd 8**. Fylgja skal leiðbeiningum varðandi að ná jafnvægi á hitastigi í borholu áður en mæligildi er skráð. Almennt þurfa að líða tveir sólarhringar frá því að borað plasthulsu með þéttingu er komið fyrir þangað til að hægt er að lesa af mæli. Mælarnir skulu vera kvarðaðir.

Almennt gildir að gólfefni séu ekki lögð fyrr en hlutfallsraki í steypu er undir 75%HR í steypu, nema sýnt sé frammá að gólfefni séu með hærra rakapol. Það má ekki setja þolplast á steypa plötu sem er með hærri raka en 75%HR, sama gildir um vatnspéttilög á gólf votrýma.

Gengið er útfrá því að það nægi að velja einn mælistað í hverri byggingu, áfanga. Í þeim byggingum þar sem eru niðurgrafnir veggir skal mæla raka í botnplötu nálægt þeim veggjum. Mældýpt fyrir steypar botnplötur er 40% af þykkt frá efri brún steypu, sjá **Mynd 9**. Sjá nánar í RB blaði um rakamælingar í byggingum [5].



**Mynd 8:** Hlutfallsrakamælir í plasthulu í steyptri plötu [5].



**Mynd 9:** Dýpt á borholu við mælingu á hlutfallsraka í steyptri botnplötu [5].

### Möl

Möl verður flutt inná gólfplötu annarar hæðar. Hægt er að mæla efnisraka í möl með því að þurrka og vigta möl þar sem að efnisraki er  $\frac{\text{rök þyngd} - \text{þurr þyngd}}{\text{þurr þyngd}}$ . Samband hlutfallsraka og efnisraka er ekki þekkt og það er erfitt að skilgreina mælanlega hámarksgildi. Kítískur raki í hreinni möl er hár, en ef raki í möl er óhóflegur má reikna með að hann geti skemmt aðliggjandi byggingarefni á meðan úþornun á sér stað.

Til þess að koma í veg fyrir rakaskemmdir þarf koma möl inn sem hefur verið þurrkuð og hreinsuð eftir að búið er að loka annari hæð.

Þar af leiðandi er ekki reiknað með að rakastig í möl sé mælt.

### Steinullareinangrun

Krafa er um að steinullareinangrun fyrir þak sé þurr þegar þaki er lokað. Ekki er farið frammá mælingar á rakastigi í steinull, heldur snýr krafan að því að hún sé geymd þurr og lögð út og gengið frá vatnsvarnarlagi ofan á og það þétt við önnur þéttilög allan hringinn á úrkomulausum dögum. Aldrei skal taka stærra svæði fyrir í einu en svo að tryggt sé að það klárast á þessum úrkomulausa degi.

#### 1.4.3.2 Frávikaskráning og úrbætur

Ef upp koma frávik við rakaöryggiseftirlit þarf að skrá þau sérstaklega, greina ástæður, gera nauðsynlegar úrbætur og fylgjast með úrbætur skili árangri. Rakaöryggisstjóri sér til þess að frávik séu

skráð í eftirlitskerfi og fylgir því eftir að brugðist sé við á viðeigandi máta. Verkkaupa skal vera tilkynnt um frávíkaskráningar.

#### Raki í KLT einingum

Ef að raki mælist yfir áhættumörkum í KLT einingum eða ef það eru sjáanlegar rakaskemmdir eða ummerki um raka við eftirlit með móttöku, veðurvörnum eða við rakamælingar skal fylgja eftirfarandi leiðbeiningum við mat á úrbótum.

Byrja þarf á því að koma í veg fyrir að KLT einingar taki upp meiri raka.

Meta þarf hvort timbur sé orðið rakaskemmt. Besta aðferðin til þess er að taka efnissýni og senda í smásjargreiningu til Náttúrufræðistofnunnar Íslands. Niðurstöður greininga segja til um hversu djúpt örveruvöxtur nær inni timbur.

Ef að rakaskemmdir eru til staðar þarf að meta hvort að hægt sé að fjarlægja örveruvöxt til dæmis með því að hefla. Aðferðir sem byggja á því að ætla að drepa örveruvöxt með efnum, svo sem klór, eru ekki samþykktar. Ef að örveruvöxtur er dýpri inni við en nokkrir millimetrar þarf að skipta einingum út.

Ef að örveruvöxtur greinist ekki í einingum sem hafa orðið fyrir rakaálagi þarf að þurrka þær. Við þurrkun skal stilla hitastigi í hóp til þess að draga úr áhættu á örveruvexti. Gæta skal að því að útþornun verði ekki of hröð til að koma í veg fyrir að yfirborð eininga springi. Þar sem að verið er að þurrka einingar skal vera aukið eftirlit. Hluti af auknu eftirliti er að mæla rakaprófíl í einingum, það er rakastig í hverju lagi eininga.

Við úrbætur er ráðlegt að ræða við birgja KLT eininga.

#### Raki í gljúpum efnum

Ef sjáanleg ummerki um raka eru á gljúpum efnum, svo sem gipsplötum eða gólfefnum úr lífrænum efnum þá skal endurnýja þau.

#### Raki í steypu

Ef raki í steypu mælist yfir rakapoli gólfefni eða annara laga sem leggjast að steypu þá skal halda þurrkun áfram og mæla aftur.

#### 1.4.4 Þurrkun bygginga

Rakaöryggisstjóri sér til þess að fylgst sé með loftraka og hitastig inni byggingum eftir að þeim er lokað og byrjað er að kynda. Koma skal fyrir síritandi mæli fyrir loftraka og hitastig í hverja byggingu, áfanga (fimm mælar í heildina).

Góðar aðstæður fyrir þurrkun bygginga eru almennt um 15°C innandyrna og að hlutfallsraki sé á bilinu 30-50%.

Við þurrkun bygginga þarf að vera hitagjafi til staðar og leiðir til þess að loftræsa. Ef náttúruleg loftræsing dugar ekki til að ná loftraka niður þarf að skoða vélrænar aðferðir við að ná fram loftskiptum eða nota rakapétta.



Fylgjast þarf sérstaklega með aðstæðum þegar blautvinna á sér stað innandyra, svo sem gólfilögn, flotun og málningarvinna.

Við gerð verkáætlana þarf að gera ráð fyrir tíma sem það tekur að þurrka byggingu, reikna má með að það taki lengstan tíma að þurrka steiptar gólfplötur.

## 2 Heimildir:

- [1] Nordic Ecolabelling for Small houses, apartment buildings and buildings for schools and pre-schools. Criteria document. Version 3.14. 09 March 2016 – 30 September 2023
- [2] RB-blað. Rakaöryggi bygginga: Skipulag, áætlanagerð og framkvæmd. Desember 2020. Rannsóknarstofa byggingariðnaðarins.
- [3] Johansson, P. Validation of critical moisture conditions for mould growth on building materials. 2013.
- [4] Viitanen, H. Moisture and Bio-deterioration Risk of Building Materials and Structure. 2009.
- [5] RB-blað. Rakamælingar í byggingum. Ágúst 2015. Rannsóknarstofa byggingariðnaðarins.
- [6] RB-blað. Tré - trjátegundir og efniseiginleikar viðarins. Desember 2016. Rannsóknarstofa byggingariðnaðarins.
- [7] Byggforskserien. 525.207 Kompakte tak. April 2018.
- [8] KLH. Assembly and Installation. 2012
- [9] Byggforskserien. 474.511 Fuktsikkerhet. Viktige kontrollpunkter ved prosjektering og utførelse . Mars 2021.
- [10] Byggforskserien. 503.415 Værbeskyttelse under bygging. Júní 2019.
- [11] Byggforskserien. 474.531 Fuktmåling i bygninger. Instrumenter og metoder. Mars 2021.
- [15] Byggforskserien. 474.533 Uttørking og forebygging av byggfukt. Mars 2021.

## Viðaukar

### Viðauki A - Dæmi um rakaöryggisáætlun og töflu yfir ábyrgðaraðila

**Tafla 2.** Dæmi um rakaöryggisáætlun

Eftirlitsþættir	Kröfur/Reglur	Aðferð	Umfang/tíðni	Umsjón	Gögn/skráning
Rakaöryggisfundir		Fundarhald með ritun fundargerðar	Einu sinni fyrir fókheld og einu sinni eftir fókheld	RÖS*	Fundargerðir Tafla yfir ábyrgðaraðila
Rakaöryggiseftirlit		Eftirlitsferðir á verkstað	Einu sinni í viku	RÖS*	Gátlistar
Vörupantanir, afhending og geymsla	BR** kafli 10.5 Tækni-upplýsingar framleiðanda	Skoðun og rakamæling	Við hverja afhendingu	Verkstjóri og smiður	Gátlistar Tækniupplýsingar Skráning mælinga
Veðurvarnir fyrir ófullgerða byggingu	BR** kafli 10.5	Skoðun á verkstað	Einu sinni í viku	RÖS* Verkstjóri	Gátlisti Minnispunktur Myndir
Þurrkun byggingar	BR** kafli 10.5	Mæling hlutfallsraka og hitastigs	Einu sinni í viku	RÖS* Verkstjóri	Skráning mælinga
Rakamæling	BR** kafli 10.5	Rakamæling	Fyrir lokun byggingarhluta. Áður en lagt er í gólf	Verkstjóri	Skráning mælinga Gátlistar
Frávikaskráning		Eftir atvikum	Eftir atvikum	RÖS* ásamt fleirum	Eyðublað frávikaskráningar

RÖS\* = Rakaöryggisstjóri

BR\*\* = Byggingarreglugerð

**Tafla 1.** Dæmi um ábyrgðardreifingu rakaöryggis á byggingarstað.

Ábyrgðarsvið	Nafn ábyrgðaraðila	Starfsheiti ábyrgðaraðila
Innleiða rakaöryggisáætlun og samræma við aðrar áætlanir	NN	Rakaöryggisstjóri
Innleiða og aðlaga eftirlitsþætti rakaöryggis að verkferlum og gátlistum		Rakaöryggisstjóri
Rakaöryggi – vörupantanir		Rakaöryggisstjóri
Rakaöryggi – vöruafhending og geymsla		Verkstjóri A
Rakaöryggi – ófullgerð bygging		Verkstjóri B
Rakaöryggi – útveggir		Yfirsmiður A
Rakaöryggi – þak og svalir		Yfirsmiður B
Rakaöryggiseftirlit		Rakaöryggisstjóri Verkstjórar
Rakamælingar – timbur		Rakaöryggisstjóri Óháður fagaðili
Rakamælingar – steinsteypa		Rakaöryggisstjóri Óháður fagaðili
Þurrkun byggingar – kynding og loftræsing		Rakaöryggisstjóri Verkstjórar
Rakaöryggi – verksmiðjuframleiddar einingar		Rakaöryggisstjóri Verkstjórar

Viðauki B – Gátlistar fyrir rakaöryggisstjóra

Gátlistarnir eru til aðstoðar en eru ekki tæmandi upptalning.

<b>Við upphaf verks</b>		
<b>Gátatriði</b>	<b>Í lagi/ ekki í lagi</b>	<b>Athugasemdir</b>
Rakaöryggisstjóri yfirfer hönnunargögn með tilliti til rakaöryggis, sérstaklega með tilliti til framkvæmdarraðar		
Gerir rakaöryggisáætlun sem byggir á því sem kemur fram í kafla 3.3		
Gerir töflu yfir ábyrgðaraðila og ábyrgðarsvið		
Skipuleggur og boðar til rakaöryggisfunda		
Sér til þess að þeir sem koma að verkinu hafi viðeigandi gögn og upplýsingar með tilliti til rakaöryggis við framkvæmd		
Skipuleggur pantanir á KLT einingum þannig að geymslutími á verkstað verði sem stystur		
Gerir áætlun um geymslu byggingarefna á verkstað.		
Skipuleggja hvenær loftþéttleikamælingar verða framkvæmdar. Það eru KLT einingarnar og dúkurinn utan á þeim sem að gera bygginguna loftþétta. Erfitt að laga eftir að búið er að einangra.		

Gátatriði	Í lagi/ ekki í lagi	Athugasemdir
<b>Móttaka og geymsla byggingarefna</b>		
Skrá hvenær efni kom á staðinn		
Kanna umbúðir byggingarefna varðandi skemmdir		
Kanna byggingarefni sjónrænt varðandi skemmdir og ummerki um raka		
Skrá rakainnihald KLT eininga – bera saman við ásættanleg gildi við móttöku (14% efnisraki) (gera grein fyrir vikmörkum við mælingar)		
Geymsla á byggingarefnum – byggingarefni eiga ekki að blotna við geymslu, ekki heldur efni með hátt rakapól eins og steinull		
Timbur og trjákennd efni sem á að nota inni á að geyma í þurru upphituðu rými		
<b>Rakamælingar</b>		
Gátatriði	Í lagi/ ekki í lagi	Athugasemdir
Mæla rakastig í timbri við móttöku		
Mæla rakastig í timbri eftir að áfanga er lokað		
Bera mælingar saman við krítískt rakastig. (upphafsraki ekki hærri en 20% í útveggjaeininum og 15% í þakeiningum)		
Sjá til þess að raka sé undir áhættumörkum þegar byggingarhlutum er lokað.		
Mæla rakastig í steypu og bera saman við krítísk gildi áður en gólfefni eru lögð		
Þegar áfanga er lokað og byrjað er að kynda er komið fyrir einum síritandi mæli fyrir hvern áfanga (byggingu) fyrir loftraka og hitastig.		
Fylgjast með rakastigi í timbri þar sem að rakastig hefur mælst of hátt		

<b>Reglulegt rakaöryggiseftirlit</b>		
Gátatriði	Í lagi/ ekki í lagi	Athugasemdir
Eftirlit með veðurvörnum, s.s. dúkar á KLT einingum, frágangur samskeyta KLT eininga, bráðabirgðar þakniðurföll, frágangur við gegnumtök		
Athuga hvort að standandi vatn sé þakplötum eða milliplötum. Ef svo er, sópa vatni af.		
Eftirlit með geymslu byggingarefna		
Frágangur - s.s. gluggaþéttingar, millilegg á mili timburs og steypu, frágangur í kringum þakniðurföll, frágangur allra þéttilaga		
Aukið eftirlit með frávikum - fylgjast með útpornun með reglulegum rakamælingum, mat á örveruvexti, tillögur til úrbóta		
Eftirlitsþættir með útpornun. Loftræsing (náttúruleg vs vélræn) eru gluggar opnir, hitagjafi, mælingar á loftraka		