

Prosjekt:

# Campus Ås, Samlokaliseringsprosjektet

Tittel:

## EKSTERNT NOTAT

### Fellesbygget Premissnotat Bygningsfysikk

Dokumentnummer:

PGCAas-RIByfy-ENOT-107

Til: Statsbygg

Bakgrunn for notatet:

Notatet er vedlegg til kravspesifikasjonen for K260 Fellesbygget.

Hvilken prosess har foregått:

Bygningsfysiske premisser er angitt i sin helhet i dette notatet.

Tekniske konsekvenser:

Notatet angir premisser til fukt, varmeisolering, lufttetthet og radonsikring. Premisser angitt i dette notatet skal implementeres i videre detaljprosjektering og i utførelsesfasen.

Kostnads- og tidskonsekvenser:

Krav som angis i dette notatet må prises inn i anbudet. Eksempelvis kostnader knyttet til tiltak for å unngå at massivtrelementene utsettes for nedbør i byggetiden, dokumentasjon av fuktinnholdet i treverk før lukking, og tetthetsprøving av takmembraner/tekninger før innbygging.

Hvilke avklaringer må gjøres, av hvem og innen hvilken tidsfrist:

Notatet angir premisser til flere fagdisipliner. Mange av premissene skal hovedsakelig implementeres av ARK. Videre nevnes det følgende grensesnitt mot andre fagdisipliner:

**RIB:** Isolasjon og fuktsikring av konstruksjoner mot terreng, samt radonsikring. Se hovedsakelig kap. 4.2, 8, 9.1 og 10.

**RIEN:** Bygningsmessige energiytelser, kap. 4 tabell 1. Samt kap. 6 vinduer, glassfasader, overlys og dører.

**RIV:** Bygningsmessige energiytelser kap. 4 tabell 1. Kaldras, termisk komfort, frostfri avrenning vindfang kap. 6. Grønne tak – avvanning og dimensjonering av avløpsrør kap. 7. Radonsikring kap. 10. Gulvsluk våtrom kap. 11.

**LARK:** Grønne tak kap. 7, samt fuktsikring ved dører og glassfasader ned til terreng med drensrenne og elvestein kap. 6.

**RIBr:** Tekking av tak kap. 7.

Rev.	Beskrivelse	Rev.dato	Utarbeidet	Kontroll	Godkjent
01		16.03.18	CSO	TSU	GEJU
00		25.01.18	CSO	TSU	GEJU

## Innhold

<b>1</b>	<b>Generelt .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Om Fellesbygget .....</b>	<b>3</b>
	2.1 Inneklima .....	3
	2.2 Uteklima .....	3
<b>3</b>	<b>Lover, forskrifter og prosjektkrav .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Bygningsmessige energiytelser – forutsetninger .....</b>	<b>4</b>
	4.1 Isolering, U-verdier .....	5
	4.2 Kuldebrobrytning .....	5
	4.3 Lufttetthet .....	6
<b>5</b>	<b>Yttervegger.....</b>	<b>6</b>
	5.1 Massivtre med utenpåliggende isolasjon .....	6
	5.2 Betongvegg med isolert påføring .....	8
<b>6</b>	<b>Vinduer, glassfasader, overlys og dører .....</b>	<b>8</b>
	6.1 Vindfang .....	9
<b>7</b>	<b>Tak.....</b>	<b>10</b>
	7.1 Oppbygging av takkonstruksjonen .....	10
	7.2 Sluk og avvanning .....	11
	7.3 Byggfuktnivå .....	11
<b>8</b>	<b>Konstruksjoner mot grunn .....</b>	<b>12</b>
	8.1 Yttervegger mot terreng i oppvarmede arealer .....	13
	8.2 Gulv mot grunn i oppvarmede arealer .....	13
	8.3 Gulv mot kryprom .....	14
<b>9</b>	<b>Innvendige klimaskiller .....</b>	<b>14</b>
	9.1 Etasjeskillere mellom uoppvarmede og oppvarmede rom .....	14
	9.2 Vegger mellom uoppvarmede og oppvarmede rom .....	14
	9.3 Sjakter.....	15
	9.4 Fryse-/kjølerom .....	15
<b>10</b>	<b>Radon.....</b>	<b>15</b>
<b>11</b>	<b>Våtrom.....</b>	<b>16</b>

## 1 Generelt

Dette notatet oppsummerer krav, anbefalinger og prinsipper som skal legges til grunn i den videre prosjekteringen og i utførelsesfasen for å oppnå god bygningsfysisk funksjon og for å tilfredsstille krav i Byggeteknisk forskrift av 2017 (TEK 17). Evaluering av energikrav mot TEK 17 og passivhus iht. NS 3701 *NS 3701:2012 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Yrkesbygninger* (NS 3701) er oppsummert i *PGCAas-RIEn-ENOT 113*.

Bygningsfysikk er de prosesser som påvirker bygningen som følg av ytre og indre klimapåkjenninger, og kan sammenfattes med følgende: varme-, luft- og fukttransport, samt materialbruk. I notatet vektlegges de forhold som er viktige for å oppnå god sikkerhet mot fuktskader, god lufttetthet og god varmeisolering.

## 2 Om Fellesbygget

Fellesbygget skal huse blant annet undervisningsrom, auditorium, bibliotek og kantine. Bygget strekker seg over tre etasjer. I nord er det to etasjer over terreng og en under terreng, imens i sør er det en etasje over terreng og to etasjer under terreng. Oppvarmet BRA er ca. 2 100 m<sup>2</sup>.

### 2.1 Inneklima

Bygningen vil for en stor del ha rom med balansert ventilasjon, et relativt høyt luftskifte og et lite fukttilskudd. Inneklimaet vil derfor være som normalt i slike rom/bygninger. Dette betyr at luftfuktighet vil variere betydelig i løpet av året, med ned mot 10-20 % om vinteren og opp i 60-70 % om sommeren.

Dette må det tas hensyn til, blant annet i forhold til svinn og svelling av organiske materialer som tre og trebaserte materialer, men også av hygroscopiske porøse uorganiske materialer. Mer om dette i kap. 5.1.

Det må tas hensyn til dimensjonsendringer i elementene ved at det legges inn spalter eller elastiske fuger som deler opp flatene.

Spesialrom med avvikende inneklima eller fuktbelastning må ha en materialbruk og oppbygning av ytterkonstruksjoner og skillekonstruksjoner mot normalklimatiserte rom som er tilpasset påkjenningene. Slike rom kan bl.a. være sjakter som fører kald luft (uteluft eller behandlet avtrekksluft), kjøle-/fryserom, våtrom og tekniske rom. For slike rom skal isolasjonstykkelser og fuktsikring vurderes spesielt.

### 2.2 Uteklima

Bygningens beliggenhet er ikke en spesielt værhard beliggenhet i norsk målestokk. Likevel må det også her regnes med et til tider tøft klima med samtidig vind og regn (slagregn), snødrev og overganger mellom frysing og tining. I et livsløpsperspektiv antas det at slike værforhold kan forekomme hyppigere enn før.

Bygningen prosjekteres og bygges for å motstå slike påkjenninger, bl.a. ved bruk av to-trinns tetting. Prinsippet er at vindtettingen og regnskjermeren er to separate sjikt, atskilt med et drenert hulrom, f.eks. i en utlektet kledning og en beskyttet fuge.

### 3 Lover, forskrifter og prosjektkrav

Gjeldende byggeteknisk forskrift, TEK 17, stiller i kapittel 13 Inneklima og helse og kapittel 14 Energi, krav til de typiske bygningsfysiske ytelsene som omhandler fukt, varmeisolering, tetthet, energibruk etc.

Funksjons- og ytelseskravene som er gitt i TEK 17 vil normalt kunne oppfylles ved bruk av anerkjente og preaksepterte løsninger, f. eks. som vist i Byggdetaljblad fra SINTEF Byggforsk. For andre løsninger som velges skal det utarbeides nødvendige beregninger og analyser for å dokumentere funksjonene og ytelsene for de foreslåtte løsningene i forhold til fukt, energi, tetthet og bestandighet.

Bygningsfysikk er underlagt obligatorisk uavhengig kontroll, nedfelt i Forskrift om byggesak, SAK 10.

Alle produkter som benyttes i byggverk skal ha dokumenterte egenskaper jf. TEK 17 kap. 3 og forskrift om produktdokumentasjon (DOK).

Prosjektet har høye miljøambisjoner, bl.a. i forhold til energibruk, materialbruk og klimagassutslipp. Dette innebærer bl.a. at Fellesbygget skal tilfredsstille passivhusnivå iht. NS 3701. Dette påvirker de bygningsfysiske ytelsene bl.a. ved at det må velges materialer og løsninger som gir god varmeisolering, kuldebrobrytning og lufttetthet.

Det er dessuten et mål at det i stor grad skal benyttes tre. Bygningenes bæresystem er i stor grad tenkt utført ved bruk av limtresøyler i yttervegg og limtretragere i tak. Konstruksjoner mot grunn bygges av plasstøpt betong.

### 4 Bygningsmessige energiytelser – forutsetninger

I Tabell 1 er det angitt U-verdier, normalisert kuldebroverdi og lekkasjetall som er lagt til grunn i energiberegningene som er oppsummert i notat *PGCAas-RIEn-ENOT 113*. I tillegg er det angitt veiledende isolasjonstykkelser for de ulike U-verdiene.

**Tabell 1 Forutsetninger og veiledende tiltak for bygningsmessige energiytelser i forprosjekt. U-verdier oppgitt i kursiv er ekvivalente U-verdier, dvs. inkl. varmebidrag fra grunn eller inkl. varmetapsfaktor for det vender mot oppvarmet areal.**

Bygningsdel	Forutsetninger	Tiltak
U-verdi yttervegg, massivtre utvendig isolert	0,11 W/m <sup>2</sup> K	Isolasjonstykkelse maks. 350 mm.
U-verdi yttervegg, betongvegg mot terreng	0,10 W/m <sup>2</sup> K	Isolasjonstykkelse ca. 250 mm.
U-verdi yttervegg, betongvegg over terreng	0,14 W/m <sup>2</sup> K	Isolasjonstykkelse min. 250 mm.
U-verdi innvendig skillevegg mellom oppvarmet og uoppvarmet areal	0,13 W/m <sup>2</sup> K	Betongvegg, 250 mm kontinuerlig isolasjon.
U-verdi tak	0,08 W/m <sup>2</sup> K	Isolasjonstykkelse ca. 450 mm i <u>gjennomsnitt</u> .
U-verdi gulv på grunn plan 02	0,10 W/m <sup>2</sup> K	Isolasjonstykkelse 300 mm.
U-verdi gulv på grunn plan 01	0,10 W/m <sup>2</sup> K	Isolasjonstykkelse 250 mm.
U-verdi gulv på grunn plan U1	0,09 W/m <sup>2</sup> K	Isolasjonstykkelse 250 mm.
U-verdi gulv mot uoppvarmet kulvert og kryprom	0,14 W/m <sup>2</sup> K	Isolasjonstykkelse 300 mm.
U-verdi dører inkl. ramme og karm	1,2 W/m <sup>2</sup> K	<u>Gjennomsnittlig</u> verdi. Må dokumenteres av leverandør.
U-verdi glassfasader inkl. ramme og karm	0,45 W/m <sup>2</sup> K	<u>Gjennomsnittlig</u> verdi. Må dokumenteres av leverandør.
U-verdi overlys	1,5 W/m <sup>2</sup> K	U-verdi i skråposisjon.
Normalisert kuldebroverdi	0,03 W/m <sup>2</sup> K	Min. 150 mm kuldebrobryter.
Lekkasjetall ved 50 Pa, n <sub>50</sub>	0,40 oms/h	Fokus på prosjektering og utførelse av tettetdetaljer.

#### 4.1 Isolering, U-verdier

Det skal dokumenteres med beregninger at de ulike bygningsdelene har de U-verdiene som legges inn i energiberegningene. Foreløpige veiledende U-verdier og isolasjonstykkelser er presentert i Tabell 1. Se kapitlene om de enkelte bygningsdelene for en nærmere beskrivelse av oppbygning og forutsetninger for U-verdiene og isolasjonstykkelsene som ligger til grunn i forprosjektet.

U-verdiene skal gjenspeile virkelig oppbygning og utførelse av bygningsdelene, bl.a. med hensyn til treandel, varmekonduktivitet, gjennomsnittlige isolasjonstykkelser etc. Det skal derfor gjennomføres nøyaktige beregninger når oppbygning og materialbruk er bestemt.

#### 4.2 Kuldebrobrytning

En kuldebro er en del av klimaskallet der den ensartede varmemotstanden endres signifikant. Dette kan være at materialer med dårligere varmemotstand går helt eller delvis gjennom klimaskallet, endring i klimaskallets tykkelse eller en forskjell mellom innvendig og utvendig areal. Normalisert kuldebroverdi er definert som summen av alle kuldebroene dividert på byggets oppvarmede bruksareal.

Minstekravet til normalisert kuldebroverdi er  $\leq 0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$  iht. NS 3701. Dette er lagt til grunn i energiberegningene for Fellesbygget. Vi har erfaring med at det kan være vanskelig å oppnå en så lav normalisert kuldebroverdi. Det skal dermed legges til grunn minst 150 mm kuldebroytning. Ofte utgjør kuldebroverdien mellom gulv og sokkel et stort bidrag i den normalisert kuldebroverdien, og det er viktig å fokusere tidlig på hvordan denne kuldebroen skal reduseres mest mulig. For Fellesbygget er søylene plassert innenfor klimaskjermen, og bidrar dermed ikke til kuldebroer som eksempelvis integrerte søyler i yttervegg.

### 4.3 Lufttetthet

En bygnings lufttetthet kan ha vesentlig betydning for både bygningens energibehov, brukernes komfort og konstruksjonenes bestandighet. Utsiktede utettheter gjør energibehovet til oppvarming unødvendig høyt. Trekk fra luftlekkasjer er en av de vanligste grunnene til klage på termisk komfort, og luftlekkasjer kan også medføre fuktskader.

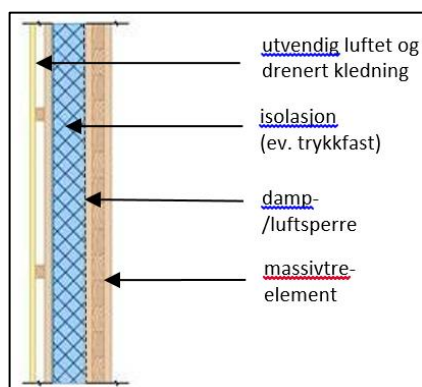
Prosjektkravet til Fellesbygget er et lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell ( $n_{50}$ ) lik 0,4 luftvekslinger per time ( $\text{h}^{-1}$ ). Dette er en bedre lufttetthet enn minstekravet i NS 3701 som er  $0,6 \text{ h}^{-1}$ . De siste årene har det vært et høyt fokus på lufttetthet, og et lekkasjetall på  $0,4 \text{ h}^{-1}$  anses i dag som fullt oppnåelig. Det skal derfor prosjekteres løsninger som er robuste og byggbare, og som sikrer at man oppnår et så lavt lekkasjetall. Dette forutsetter at det holdes et høyt fokus på lufttetthet i den videre prosjekteringsfasen og i utførelsesfasen. Lekkasjetallet skal måles og dokumenteres ved ferdigstillelse av bygningen. Det anbefales å måle og dokumentere lekkasjetallet etter *NS-EN ISO 9972:2015 Bygningers termiske egenskaper - Bestemmelse av bygningers luftlekkasje – Viftetrykkmetode*.

## 5 Yttervegger

Det er tiltenkt to ytterveggstyper over terreng for Fellesbygget, massivtre med isolasjon og betongvegg med isolasjon.

### 5.1 Massivtre med utenpåliggende isolasjon

Det prosjekteres med yttervegger av massivtre og utenpåliggende isolasjon, se prinsipp i Figur 1. Massivtreelementene skal bygges mellom søylene, og isolasjonen legges i et kontinuerlig og jevntykt lag utenpå.



Figur 1 Yttervegg massivtre – prinsipp

Når man bygger med tre, også massivtreelementer, må man ta hensyn til fuktbevegelser og dimensjonsendring på grunn av endringer i omgivelsenes temperatur og luftfuktighet. Variasjoner i trefuktighet og den krymping og svelling det medfører, må man derfor ta hensyn til ved prosjektering, transport, montasje og ferdigstilling bl.a. ved å:

- produsere elementer med trefuktighet tilpasset klimaet elementene skal brukes i
- prosjektere konstruksjonen mht. sannsynlige fuktbevegelser
- beskytte elementer ved transport og montering
- ha kontroll med relativ luftfuktighet og direkte oppfuking i byggetiden frem til ferdigstilling

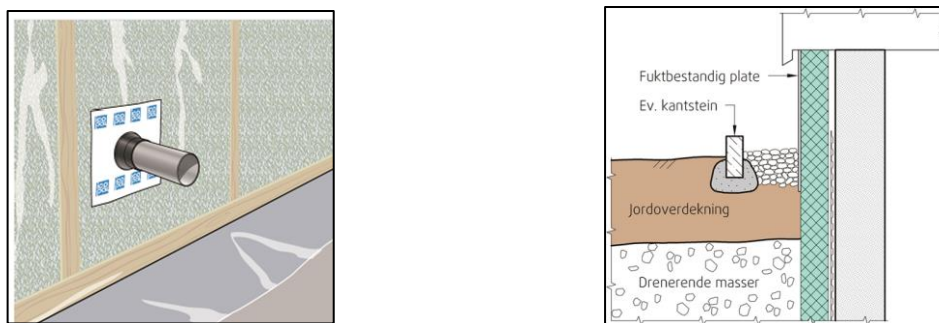
**Det prosjekteres lufttett fuktsperre i yttervegger.** Fuktsperren skal, foruten å gi en tilstrekkelig dampmotstand, også gi en lufttett konstruksjon. Det er strenge krav til lufttetthet i prosjektet og fuktsperren er et viktig bidrag til konstruksjonens tetthet, spesielt mht. varig tetthet i elementskjøtene. Fuktsperren skal også hindre fukt og kondensasjon ute i isolasjonssjiktet ved å hindre transport av inneluft gjennom utettheter. Skjøtene i fuktsperren skal teipes med teip som har dokumentert varig bestandighet. Fuktsperren kan være en dampsperre eller dampbrems.

I energiberegningene er det benyttet en U-verdi lik  $0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$  for denne ytterveggen. Denne U-verdien kan oppnås med 350 mm isolasjon. Totalentreprenøren skal dokumentere en U-verdi lik  $0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$  for denne veggen ved ev. mindre isolasjonstykkelse enn 350 mm.

For utvendig kledning skal det benyttes trebord av brent malmfuru (kjerneved) montert med 5 mm avstand, opphengt som elementer iht. ARK. Det skal også benyttes spilevegg foran deler av glassfasadene og i front ved hovedinngangen. Spileveggen ved hovedinngangen er ikke en del av selve klimaveggen, det er et estetisk element og vender mot en hulrom før resterende klimavegg med utvendig kledning av trebord. Vi anbefaler en avstand fra terreng til utvendig kledning på 300 mm. Denne avstanden kan reduseres dersom f.eks. kledningen er fukt- og frostbestandig og/eller at slagregnpåkjeningen er relativt beskjeden, som er tilfellet for Fellesbygget. Derimot vil risikoen for sprut og tilsmussing bli større desto mindre avstanden er. Endeveden av trekledningen må fuktbeskyttes i topp og bunn.

Noen homogene isolasjonslag-systemer kan utføres uten vindsperre. Dette krever en relativ tett kledning, som ikke er tilfelle for Fellesbygget, hvor det er åpninger mellom trebordene. Med en slik åpen kledning som kan slippe inn mye nedbør til bakveggen, samt strenge krav til lufttetthet, skal det benyttes en vanntett vindsperre som også er UV-bestendig. I tillegg til luftfuktpåkjønning, påvirker vindsperreren også U-verdien positivt pga. fravær av anblåsningstillegg i U-verdien. Senere i prosjektet må det gjøres nærmere vurderinger rundt vindsperreren. Om det benyttes vindsperreduk, kan det være behov for en plate bak vindsperreduken for å unngå blafring/utbuling av vindsperreduken.

Gjennomføringer må tettes i vind- og dampsperrsjiktet ved bruk av klemming, teip, mansjett el.l. Figur 2 a. Det må utarbeides varme- og fuktteknisk gode løsninger i overganger mellom vegger over og under terreng. Det må etterstrebes å opprettholde full isolasjonstykkelse i overgangen, jf. Figur 2 b.



Figur 2 a, b Tetting av gjennomføringer og eksempel på sokkel (t.h.) (SINTEF Byggforsk)

## 5.2 Betongvegg med isolert påføring

Det er også noen yttervegger av betong over terreng.

I energiberegningene er det benyttet en U-verdi lik  $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Denne U-verdien oppnås med et homogent isolasjonssjikt på minimum 250 mm.

## 6 Vinduer, glassfasader, overlys og dører

Bygget prosjekteres med glassfasade med mange lag glass. Disse fasadene kan oppnå en bedre U-verdi enn tradisjonelle glassfasader. Oppnåelig U-verdi ligger mellom  $0,30\text{-}0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ . U-verdien avhenger blant annet av antall lag glass og andel karm/glass for fasaden.

PG har gjennomført termiske vurderinger for 6-lags fasadesystem, som er implementert i beskrivelsen.

Det er store glassfasader i prosjektet som strekker seg over to etasjer for deler av kantinen og servicetorget. Det må sørges for termisk komfort er tilfredsstilt i disse sonene, det må vurderes om det er behov for kaldrassikring.

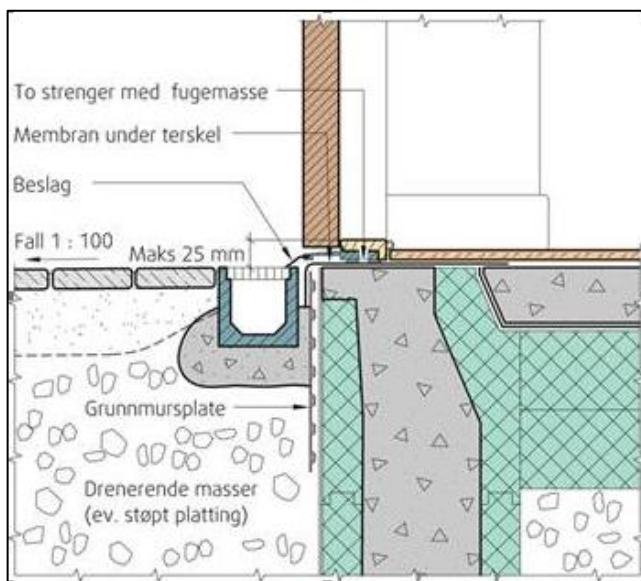
Prosjektkravet til U-verdi for glassfasaden er  $\leq 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Prosjektkravet til ytterdører er  $\leq 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Totalentreprenør skal dokumentere U-verdiene med beregning.



For overlys anbefaler vi en høyere (dårligere) U-verdi enn for resterende vinduer. Dette for å sørge for at snøen som legger seg på overlyset smelter slik det blir innslipp av dagslys og mht. lastene overlyset skal bære. Dette er også lagt til grunn i energiberegningene.

For bedre innslipp av dagslys, er det tiltenkt at den innvendige karmen/sargen til overlyset skal skrå inn mot taket, som vist i detaljtegningen fra ARK som ligger ved i anbudsbeskrivelsen. Om det blir aktuelt å bygge inn treverk mellom to dampette sjikt i forbindelse med denne oppkanten til overlyset; dampsperre på innvendig side og takmembran på utvendig side, må det iverksettes tiltak mht. fuktsikring. Dette ved å sørge for at treverket har en lavt fuktinnhold ved innbygging, maks 12 vekt%. Dette skal måles og dokumenteres. Ev. kan det benyttes en dampbrems eller smart dampsperre. Disse produktene tillater en viss uttørking innover.

I fm. universell utforming (UU) stilles det krav om trinnfri adkomst. Ytterdørene må vies spesiell oppmerksomhet for å løse trinnfri adkomst på en fuktsikker måte. I prosjektet er det også mye glassfasader som går helt ned til terrengnivå. Ytterdører må prosjekteres med renne for å få til en fuktsikker løsning, se Figur 3. Glassfasader ned til terrengnivå må enten benytte renner eller elvestein. Det må være en avstand på min. 150 mm fra toppen av elvesteinen til der hvor ytterveggen starter (overkant gulv).



Figur 3 Ytterdører må prosjekteres med drensrenne for å få en fuktsikker løsning. Figur hentet fra SINTEF Byggforsk.

## 6.1 Vindfang

Ved hovedinngangen ved servicetorget (langs akse O), er det prosjektert et vindfang med glassfasader og glasstak, ca. 13 m<sup>2</sup> gulvareal. Taket må ha fall og frostfri avrenning av eventuelt smeltevann.

Videre detaljering av dette vindfanget må gjennomføres i detaljprosjekt.

## 7 Tak

For Fellesbygget er det prosjektert at det skal benyttes grønne tak.

### 7.1 Oppbygging av takkonstruksjonen

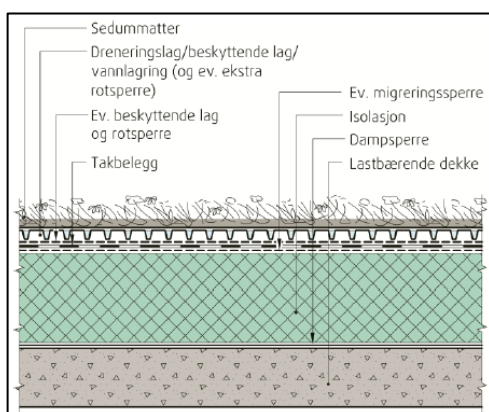
Taket prosjekteres som et flatt, kompakt tak med massivtre og isolasjon på et bæresystem av tre. Kompakte tak bygges uten lufting og uten bruk av organiske materialer.

I energiberegningene er det benyttet en U-verdi på taket lik 0,08 W/m<sup>2</sup>K, tilsvarende ca. 450 mm tykkelse. Ved beregning av gjennomsnittlig isolasjonstykkelse skal det tas hensyn til takfall, skråskåren isolasjon og redusert isolasjonstykkelse f. eks. i form av nedsenkede renner. Det vil si at isolasjonstykkelsen stedvis vil være vesentlig større enn gjennomsnittstykkelsen.

Vi anbefaler at takene har en solid byggetidstekning i bunn (asfaltbasert taktekning), som også er dampsperre i ferdig tak. Se kap. 7.3 for byggetidstekking og byggfuktnivå.

Grønne tak prosjekteres prinsipielt som øvrige tak, men med større fokus på drenering og beskyttelse av membran.

Rettvendte konstruksjoner, hvor all isolasjon ligger under membranen, kan benyttes på såkalte ekstensive grønne tak, typisk «sedum-tak», hvor vekstenes rotsystem er av en type som ikke skader membranen. Fordi også uønsket vegetasjon kan slå rot, anbefales likevel en beskyttelse av membranen (rotsperre), f.eks. drensplater av plast. Se oppbygging i Figur 4.



Figur 4 Eksempel på ekstensivt grønt tak (SINTEF Byggforsk).

**Lekkasjer gjennom taket gir store praktiske og kostnadmessige konsekvenser. Membran inkl. alle tilslutninger og gjennomføringer skal derfor detaljprosjekteres, og takmembraner/tekninger skal tetthetsprøves før innbygging. Dette må prises inn i anbudskonkurransen.**

Takene bygges med parapet. Tak som belastes med løst lag singel eller annen ballast som i dette tilfellet, bør ha en høyde minst 300 mm over ferdig takflate. For øvrig skal taktekning alltid ha minst 150 mm oppkant på tilstøtende konstruksjoner.

## 7.2 Sluk og avvanning

Alle takflatene skal ha fall minst 1:40 til renner eller sluk. Renner skal ha fall minst 1:60. Alle kompakte tak skal ha frostfri avrenning.

Sluk må utformes og monteres slik at både overflatevann og vann på membran dreneres til sluket. For øvrig må sluk ha dokumentert vanntett forbindelse til aktuell membran. For å redusere risikoen for at sluk tettes av f.eks. løv eller is, må sluk ha inspeksjonskum for å gi lett adkomst for tilsyn og vedlikehold (Figur 5). For å hindre utvasking av finstoff fra vekstmediet som kan avleires i sluk eller nedløp, bør det være filtermasser rundt inspeksjonskummen. For å redusere risiko for oppstuvning av vann i tilfelle tette sluk, bør alle flate tak ha nødoverløp som hindrer overbelastning. Nødoverløp skal plasseres slik at det "varsler" når slukene ikke fungerer.

**Grønne tak vil kunne redusere og forsinke mengden vann til avløpet. Dimensjon på avløpsrør fra taket bør imidlertid opprettholdes fordi ekstremnedbør som kommer på et allerede vannmettet grønt tak vil kunne gi tilnærmet samme avrenningstopp som fra et vanlig tak.**



Figur 5 a-c sluk med inspeksjonskum (SINTEF Byggforsk)

## 7.3 Byggfuktnivå

**Når det bygges med dekker av massivtreelement, er det spesielt viktig at det ikke bygges inn byggfukt i takkonstruksjonen for å unngå fuktskader i taket. Dette vil si at massivtrekonstruksjonen ikke skal utsettes for nedbør i forbindelse med bygging.**

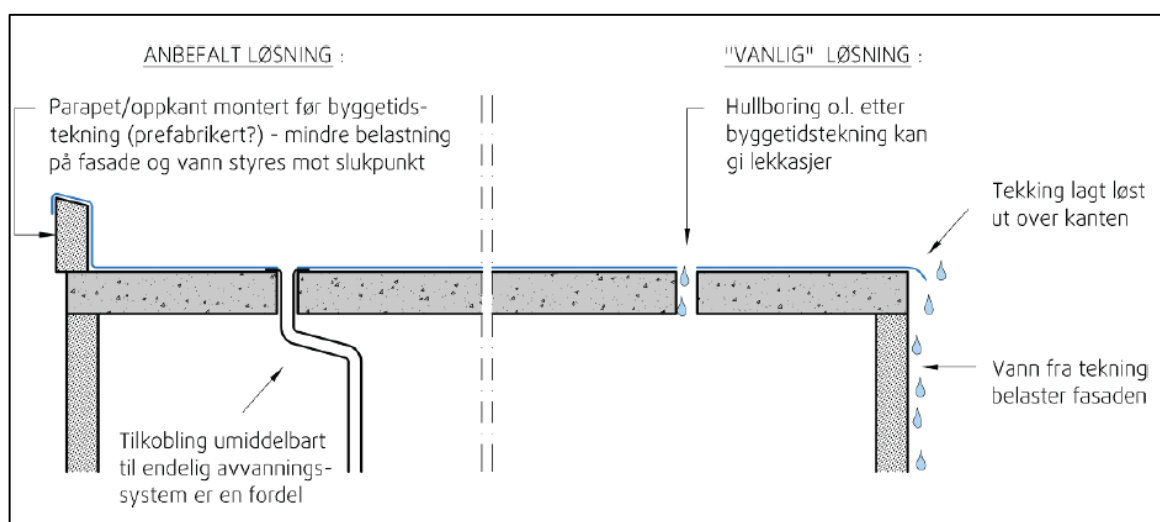
I praksis betyr dette at montasjen av massivtreelementene må gjennomføres når det ikke er nedbør ev. må det benyttes planlagt byggetidsbeskyttelse. Det skal legges en solid helklebende byggetidstekking over massivtredekket som er vanntett og diffusjonstett. Tekkingen skal ha sveiste vanntette skjøter. RIBfy anbefaler å tekke massivtreelementene med asfalt takbelegg eller tilsvarende som oppfyller kriteriene gitt over, som helklebes til elementene på fabrikk. Da er det kun behov for komplementering av skjøtene mellom elementene på byggeplassen. Løsningen/utførelsen må avklares med brann. Alternativt må byggetidstekkingen legges rett etter dekkelementene er montert på byggeplass. Denne byggetidstekkingen vil fungere som dampspærre i ferdig tak. Om det velges å montere elementene når det ikke er nedbør, må framdriftsplanen til entreprenøren ha rom for fleksibilitet for montasjen av dekkelementene og legging av byggetidstekkingen avhengig av været om det velges dette alternativet for å unngå at elementene utsettes for nedbør ved montasje.

Det andre alternativet er å benytte planlagt byggetidsbeskyttelse som telt eller lignende i forbindelse med oppføring av massivtrekonstruksjoner. Telt kan være utfordrende mht. logistikk ved oppføring av elementene. Entreprenør må gjennomføre en kost-nytte vurdering av det beste alternativet for å kunne garantere at massivtreelementene er tørre ved lukking av konstruksjonen. Fukttinnholdet i massivtreelementene skal maks være 12 vektprosent. Dette skal måles og dokumenteres.

**Tiltak for å unngå at massivtreelementet utsettes for nedbør i byggetiden, og dokumentasjon av fuktinnholdet, må prises inn i anbudskonkurransen.**

Når det benyttes byggetidstekking, må følgene også ivartas (jf. Figur 6):

- Planlegg avrenning – vi anbefaler en tilkobling til endelig avvenningssystem umiddelbart.
- Parapet/oppkant montert før byggetidstekking.



Figur 6 Byggetidstekking. Forskjellig risiko forbundet med byggetidstekning, avhengig av planlegging av avvanning inklusive oppkanter. (Noreng og Geving (2008), referert til i SINTEF Byggforsk (2008), Prosjektrapport 30 Tak basert på massivtreelementer.)

## 8 Konstruksjoner mot grunn

Utvendig fuktsikring utføres iht. anerkjente metoder og relevante anvisninger fra bl.a.

Byggforsk:

- Konstruksjoner under terrengnivå sikres med dreneringssystem.
- Det fylles tilbake med gode drenerende masser.
- Veggene, som tilbakefylles med terreng, beskyttes med grunnmursplate av plast som et vannavvisende og kapillærbrytende sjikt.
- Terreng må planeres med fall fra yttervegg for at tilførselen av overvann til bygningens dreneringssystem begrense mest mulig.
- Korrigering for fuktopptak i isolasjonsmaterialet skal hensynstas i videre prosjektering og utførelse iht. Byggdetaljblad 573.344.
- For ev. konstruksjoner under grunnvannsnivå, må det utføres spesielle fuktsikringstiltak (f.eks vanntett betong, spesielle kvaliteter av isolasjonsprodukt etc.).

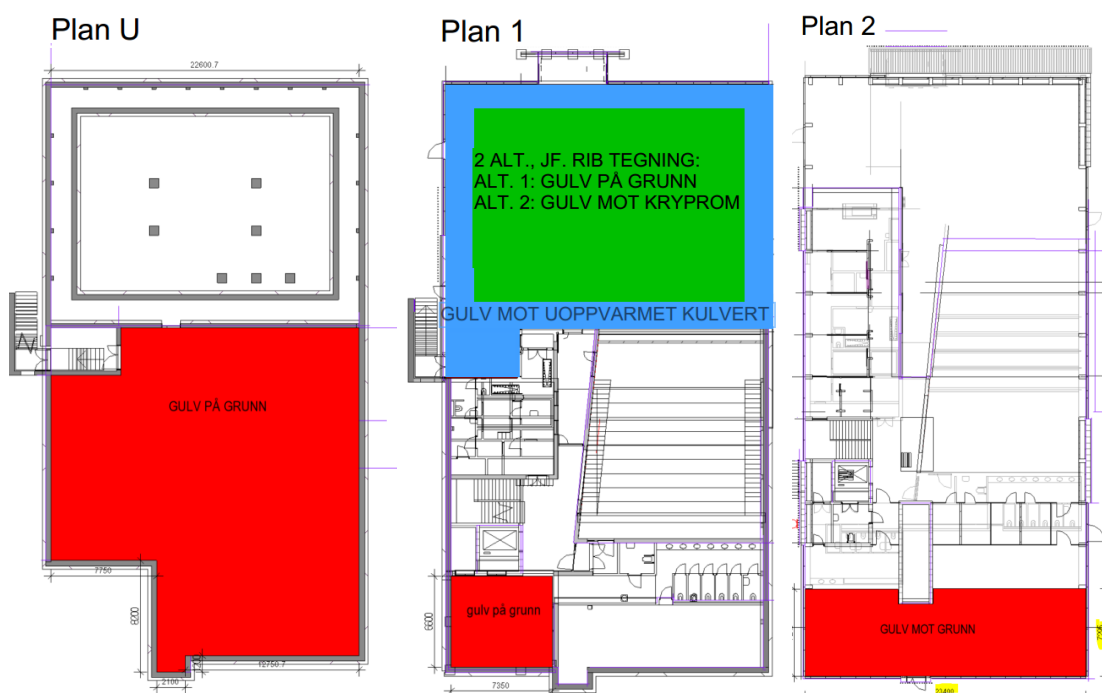
## 8.1 Yttervegger mot terreng i oppvarmede arealer

Vegger mot terreng isoleres på utvendig side med 250 mm tykk isolasjon. Beregninger skal gjennomføres. Over grunnvannsstand kan det benyttes både EPS og XPS, under grunnvannsstand bør det benyttes skumglass. I energiberegningene er det benyttet en U-verdi for kjellerveggene lik  $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

## 8.2 Gulv mot grunn i oppvarmede arealer

Nødvendig isolasjonstykkelse for gulv mot grunn avhenger bl.a. av gulvenes dybde under terreng. For Fellesbygget er det gulv mot grunn for alle plana. Figur 7 viser en oversikt over de ulike gulvtypene for Fellesbygget. Rød markering er gulv på grunn, blå markering er gulv mot uoppvarmet kulvert (ref. kap. 9.1), og for grønn markering er det foreslått to løsninger av PG ref. RIB tegningene. Alternativ 1 er gulv på grunn, og alternativ 2 er gulv mot kryprom. Siden alternativ 2 gir en dårligere U-verdi enn gulv på grunn, er det i energiberegningene benyttet U-verdi for alt. 2 – gulv mot kryprom. Kryprom er videre behandlet i kap. 8.3.

Tabell 2 viser hvilken ekvivalente U-verdier som er benyttet for gulv på grunn i energiberegningene for Fellesbygget, og minimum isolasjonstykkelse for å oppnå disse U-verdiene. Ekvivalent U-verdi i dette tilfelle vil si inklusiv varmebidrag fra grunnen. Gulvene bygges av betong, og ellers iht. vanlige og anerkjente prinsipper med drenerende masser, isolasjon og fuktsperre (som kan erstattes med radonsperre, se kap. 10).



Figur 7 Oversikt over de ulike gulvtypene. Rød-markering er gulv på grunn, blå markering er gulv mot uoppvarmet kulvert, og for grønn markering er det skissert to alternativer av PG. Den ene alternativet er gulv på grunn, det andre er gulv mot kryprom.

**Tabell 2 Oversikt over U-verdier gulv på grunn (rød markering i figuren over) og min. isolasjonstykkelser.**

Hvor	Ekvivalent U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]	Isolasjonstykkelse
Plan U	0,09	Min. 250 mm isolasjon
Plan 1	0,10	Min. 250 mm isolasjon
Plan 2	0,10	Min. 300 mm isolasjon

### 8.3 Gulv mot kryprom

Det er lagt opp til at gulv som er markert med grønt i Figur 7 kan være gulv mot kryprom mht. jordskjelvsikring, viser til alternativ 2. Kryprom er dermed omtalt i dette notatet. Om det blir aktuelt å benytte kryprom, kontra gulv på grunn, er det viktig at det blir en sikker løsning mht. radon og fukt.

For å unngå høy radonkonsentrasjon i kryperommet skal det legges radonmembran. Kryperommet skal også sikres mot skadelig høy fuktighet, f.eks. med dreneringssystemet.

Det skal være inspeksjonsmulighet for kryprom.

## 9 Innvendige klimaskiller

Mellom uoppvarmede rom og oppvarmede rom må det varmeisolerers. Mot rom, som er definert som uoppvarmet og ikke medtatt i energiberegninger, gjelder krav i TEK 17 og beregningsregler iht. NS 3031. Dette betyr at det settes samme minstekrav til U-verdi til slike skillekonstruksjoner som ytterkonstruksjoner mot det fri. Konstruksjonene må derfor i prinsippet bygges tilnærmet som ytterkonstruksjoner mot det fri, men naturlig nok uten krav til beskyttelse mot nedbør.

### 9.1 Etasjeskillere mellom uoppvarmede og oppvarmede rom

Deler av gulvet i plan 1 vender mot uoppvarmet kulvert og må isoleres. Det skal isoleres med 300 mm isolasjon i himling i underliggende uoppvarmet kulvert. Dette gir en ekvivalent U-verdi lik 0,15 W/m<sup>2</sup>K. En ekvivalent U-verdi vil si at det er medtatt en varmetapsfaktor, som reduserer U-verdien til selve konstruksjonen, siden dekket vender mot et uoppvarmet rom istedenfor mot friluft.

U-verdien for slike etasjeskillere medregnes i gjennomsnittlig U-verdi for gulv, og vil kunne føre til en svakere gjennomsnittverdi om konstruksjonen er dårlig isolert.

I praksis vil temperaturen i slike uoppvarmede rom naturlig bli vesentlig høyere enn temperaturen i grunnen (for sammenligning med et gulv på grunn), og sånn sett kan det argumenteres for at isolasjonstykkelsen i etasjeskilleren ikke behøver å være så stor. Rent teoretisk/beregningsmessig, og sett i forhold til forskrifts- og prosjektkrav, er imidlertid dette noe mer komplisert.

### 9.2 Vegger mellom uoppvarmede og oppvarmede rom

Samme forutsetninger og vurderinger gjelder for vegger som for etasjeskillere. Det skal være 250 mm trykkfast kontinuerlig isolasjon på kald side av betongveggen. Dette gir en ekvivalent U-verdi lik 0,13 W/m<sup>2</sup>K som er benyttet i energiberegningene.

### 9.3 Sjakter

Luftsjakter som fører friskluft eller avtrekksluft etter varmegjenvinning må bygges lufttette, og må varmeisolerers. Temperaturen i slike sjakter kan bli den samme som utetemperaturen.

For øvrig må luftinntak og -avkast utformes for å redusere inndrev av snø og regn, og skal ha membran og avløp i bunnen.

### 9.4 Fryse-/kjølerom

Fryse- og kjølerom bygges som rom i rommet, med lufting rundt det hele (gulv, vegger og tak), og fortrinnsvis ved bruk av prefabrikkerte elementer.

Prefabrikkerte fryseromselementer leveres ofte med 150 mm isolasjon, men i mindre fryserom kan man akseptere 100 mm isolasjon. For å unngå kondens må man sikre god lufting rundt hele fryserommet. Det vil si at man i tillegg til isolasjon, har behov for min. 50 mm luftspalte.

Det kan være behov for varmekabler og/eller tilførsel av oppvarmet luft under fryserom. Dette skal vurderes nærmere i detaljprosjekt.

## 10 Radon

Rom for varig opphold mot grunn skal sikres mot inntrenging av radongass.

Iht. TEK 17 § 13-5, første ledd, skal radonnivået holdes så lavt som mulig, og ikke overstige 200 Bq/m<sup>3</sup> i innelufta.

Videre skal følgende minst være oppfylt (annet ledd):

- Bygning beregnet for varig opphold skal ha radonsperre mot grunnen.
- Bygning beregnet for varig opphold skal tilrettelegges for trykkreduserende tiltak i grunnen under bygningen som kan aktiveres når radonkonsentrasjon i inneluft overstiger 100 Bq/m<sup>3</sup>.

Tredje ledd: Annet ledd gjelder ikke dersom det kan dokumenteres at dette er unødvendig for å tilfredsstillere kravet i første ledd.

Av første og annet ledd må det forstås slik at bygninger/rom for varig opphold skal ha radonsperre og det skal tilrettelegges for tiltak. En radonsperre er ikke nødvendigvis en radonmembran, selv om en radonmembran med dokumenterte egenskaper er en preakseptert løsning. En radonsperre kan også være en vanntett bunnplate av betong, dersom man kan dokumentere at den er varig lufttett. Dette, sammen med at man legger til rette for senere tiltak, kan være en tilfredsstillende radonsikring.

Foreløpig legges imidlertid til grunn at radonsikring utføres med radonmembran og at det tilrettelegges for fremtidige tiltak i grunnen (radonbrønner).

## 11 Våtrom

Rom som i bruksfasen blir utsatt for vannsøl fra bruk eller rengjøring skal prosjekteres og utføres som våtrom. Anvisninger i Byggebransjens Våtromsnorm (BVN) skal som et minimum legges til grunn for ordinære våtrom, som bad, kjøkken og oppvaskrom. I oppvaskrommet, hvor det er mye vannpåkjenning, skal det benyttes vanntette sjikt i gulvet og på vegg ved spylesonen. Det er tiltenkt fliser på vegg for kjøkkenet og oppvaskrommet. Om det legges opp til at veggene i oppvaskrommet skal spyles i forbindelse med rengjøring, må det benyttes membran under flisene for hele veggen, ikke kun for vegg ved spylesonen. Det skal også legges inn gulvsluk, og fall på gulvet mot sluk.

I detaljprosjekt skal det utarbeides detaljtegninger som viser vegg- og gulvoppbygging, plassering av sluk og fall til sluk.