

# BYGNINGSFYSISK KONSEPT BYGG A

OSC-20-H002-H-RA-00003

## B12



## **1107304 OCEAN SPACE CENTRE**

Prosjekt	Ocean Space Centre
Kontrakt	K201
Byggherre	Statsbygg
Utgiver	Rambøll Norge
Utskriftsdato	20.12.2021
Sist endret	-
Henvendelser kan rettes til	Statsbygg Postboks 232 Sentrum, 0103 Oslo Telefon: 22 95 40 00 Epost: <a href="mailto:postmottak@statsbygg.no">postmottak@statsbygg.no</a> Internett: <a href="http://www.statsbygg.no">http://www.statsbygg.no</a>

# OCEAN SPACE CENTER

## BYGNINGSFYSISK KONSEPT

Beregnet til  
Byggherren / brukere / prosjekteringsgruppen

Dokumenttype  
Rapport

Prosjektnummer  
1350038423

Revisjon  
00

Revisjon	00			
Dato	20.12.2021			
Utarbeidet av	NILS			
Kontrollert av	FSSTRH			
Godkjent av	FSSTRH			
Beskrivelse	Bygningsfysisk Konsept Bygg A			

### Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder

## INNHALDSFORTEGNELSE

1.	Innledning	4
1.1	Om bygget	4
1.2	Bygg A - kontor og undervisning	5
1.3	Prosjektering totalentreprise	5
2.	Identifisering av bygningsfysiske krav	6
3.	§ 9-2. Helse- og miljøskadelige stoffer	6
4.	§ 13-5. Radon	6
5.	§ 13-9. Generelle krav om fukt	10
5.1	Fasader over grunn	10
5.2	Vinduer, dører og glasstak	11
5.3	Takkonstruksjon	11
5.4	Luftlekkasjetall	11
5.5	Luft- og dampetting	11
6.	§ 13-10. Fukt fra grunnen	13
7.	§ 13-12. Nedbør	15
7.1	Fasadekledning	15
7.2	Tak	15
8.	§ 13-13. Fukt fra inneluft	19
9.	§ 13-14 Byggfukt	19
10.	Varmeisolering og energibruk	22
11.	Generelt om materialer og bestandighet	23
11.1	Tre	23
11.2	Betong	23
11.3	Metaller	24
12.	Spesielle rom	25
12.1	Avfallrom	25
12.2	Våtrom	25
12.3	Datarom / Datalagring	25
12.4	Vegg eksisterende slepetank	25

## 1. INNLEDNING

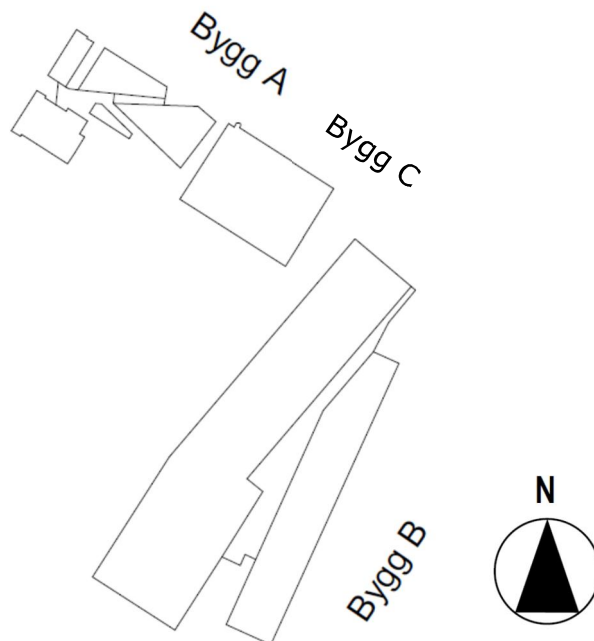
Rambøll Norge AS er engasjert som bygningsfysisk rådgiver for nye Ocean Space Center Bygg A – fase frem til tilbudsgrunn totalentreprise. Det er i denne fasen også utarbeidet en overordnet energistrategi / konsept for å validere mot energiambisjoner i prosjektet.

Bygningsfysisk konsept er utviklet for å ivareta de overordnede bygningsmessige og konstruksjonsløsninger for bygg basert på energikonsept og foreliggende tegninger. Rapport beskriver bygningsfysiske premisser for Bygg A. I tillegg til dette dokumentet refereres det til følgende underlaget utarbeidet av RIBFy:

- OSC-H002-H-RA-0001 ENE04 energiforsyning med lavt klimagassutslipp
- OSC-H002-H-RA-0002 Energikonsept Bygg A
- OSC-H002-H-RA-0003 Bygningsfysisk konsept (denne rapporten)

### 1.1 Om bygget

Ocean Space Center (OSC) er et nybygg kombinert forskningscenter og undervisningsbygg. Prosjektet består av flere bygg, der enkelte bygg er vernet og eksisterende, men blir bygd om til nye funksjoner. Andre bygg blir totalrehabilitert eller nybygg. Herunder er det en oversikt over type bygg og tiltak (ombygg, nybygg):



Figur 1 - oversiktstegning med angivelse av bygg

Tabell 1 – Kategori og type bygninger Ocean Space Center.

Navn	Bygningskategori	Type
Bygg A - eks bygg slepetank	Kontor	Rehab
Bygg A - kontor og undervisning	Universitet / Høyskole	Nybygg
Bygg C - flexlab	Verksted / industri	Rehab og nybygg
Bygg B - Havbasseng	Verksted / industri	Nybygg

Det gjøres oppmerksom på at denne beskrivelse omfatter kun Bygg A og inkluderer ikke rehabilitering av eksisterende bygg. Det er kun noen mindre tilpasninger mot eksisterende bygg etter riving av eksisterende laboratorier.

### 1.2 Bygg A - kontor og undervisning

Høyskolebygget er et nybygg som består av en underetasje under grunn og fire etasjer med kontorer og undervisning. Byggets bæresystem består av betong (plaststøpt / prefab). Fasadene er utformet med en struktur med faset utforming i buet form. Det er utarbeidet en egen beskrivelse for fasadene basert på prosjekteringsanvisninger utarbeidet av Rambøll DK – fasadeteknikk.

Dekke over underetasje er utført som et landskap som binder bygningene til samme samt brukes til lett trafikk. Det er lagt til grunn at dette bygget skal utformes iht. NS 3701 – passivhusstandard for yrkesbygg. Bygningskategori «Høyskolebygg».



Figur 2 - IFC modell av Bygg A

### 1.3 Prosjektering totalentreprise

Isolasjonstykkelser og løsninger skissert i denne rapporten er veiledende for prosjektet. For å oppnå energiambisjonene stilt er det derfor mulig å omfordele varmetapet innenfor minimumskravene stilt. Forslag til energikonsept er vedlagt totalentreprise. Entreprenøren står fritt til å endre teknisk løsning for å kunne oppnå prosjektets ambisjonsnivå. Endringen av foreslåtte løsninger i bygningsfysisk- og energikonsept skal være i tråd med gjeldende regelverk og forskrifter.

## 2. IDENTIFISERING AV BYGNINGSFYSISKE KRAV

Prosjektet OSC skal tilfredsstillere krav iht. TEK 17, med en målsetning om å oppnå passivhus iht. NS 3701 – Norsk passivhusstandard for yrkesbygninger. De bygningsfysiske kravene gitt i TEK 17 er i hovedsak omhandlet i de påfølgende paragrafene:

- § 9-2. Helse- og miljøskadelige stoffer
- § 13-5. Radon
- § 13-9. Generelle krav om fukt
- § 13-10. Fukt fra grunnen
- § 13-12. Nedbør
- § 13-13. Fukt fra inneluft
- § 13-14. Byggfukt
- § 14. Energi

## 3. § 9-2. HELSE- OG MILJØSKADELIGE STOFFER

Krav fra TEK:

*Det skal velges produkter uten eller med lavt innhold av helse- eller miljøskadelige stoffer.*

Både Miljødirektoratet og EU gir oversikt over de stoffene som er prioritert for utfasing av norske miljømyndigheter, i form av hhv. «Den norske Prioritetsliste», OBS liste og «REACH kandidatliste». Spesielt ved bruk av materialer og produkter fra utlandet, stilles det krav at produktene er merket CE merke, og helst har Norsk Teknisk Godkjenning. Godkjenning fra annet internasjonalt anerkjent test institutt kan aksepteres. For dette prosjektet kan det være relevant å unngå for eksempel produkter som polykarbonat plater, PUR skum og tettemasser.

## 4. § 13-5. RADON

Iht. TEK17 § 13-5 (1) skal bygning prosjekteres og utføres med radonforebyggende tiltak slik at innstrømming av radon fra grunn begrenses. Radonkonsentrasjonen i inneluft skal ikke overstige 200 Bq/m<sup>3</sup>.

«TEK17 § 13-5 (2)

- a) Bygning beregnet for varig opphold skal ha radonsperre mot grunnen.
- b) Bygning beregnet for varig opphold skal tilrettelegges for egnet tiltak i byggegrunn som kan aktiveres om radonkonsentrasjon i inneluft overstiger 100 Bq/m<sup>3</sup>.»

For øvrig sier TEK17 § 13-5 (3) at kravene i andre ledd ikke gjelder dersom det kan dokumenteres at kravet på 200 Bq/m<sup>3</sup> i første ledd ikke overskrides.

Rom for varig opphold er iht. TEK17 § 1-3 definert som arbeidsrom og publikumsrom i arbeids- og publikumsbygg. Eksempler på rom som ikke er rom for varig opphold er lagerrom, korridor, gang, garderobe, toalett, dusjrom og lignende.



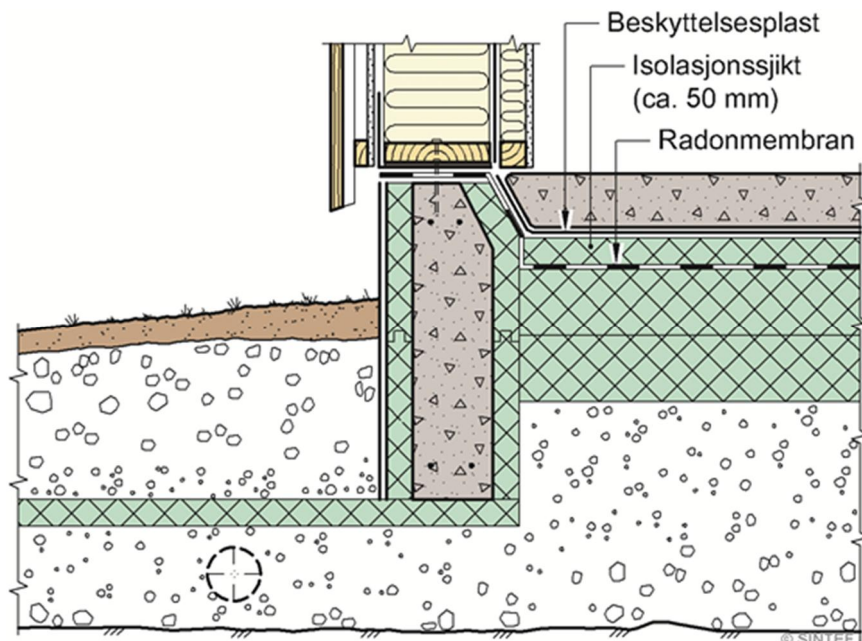
Figur 3 - plan kjeller

Det er må gjøres en nærmere vurdering hvilke rom som faller innenfor den definisjoner, som også er nærmere beskrevet i TEK17 kap. 1-3. Det er mange rom i plan 0 som ikke er definert som rom for varig opphold, det er dog vanskelig å skille disse arealene ut og det er anbefalt å plassere radonsperre under hele arealet evt med unntak av datarom. Tiltak mot radon er begrenset til rom for varig opphold i underetasjen og en del tilstøtende rom slik at disse områdene er avgrenset med lufttette brannvegger mot arealer uten radontiltak. Det anbefales å etablere radonsperre i bruksgruppe B. Fra Sintef Byggforsk sitt datablad 520.706 pkt. 34 har vi at:

#### Bruksgruppe B

«Membran i bruksgruppe B, se Figur 4, legges på et plant underlag av isolasjon. På oversiden beskyttes membranen med 50 mm isolasjon og beskyttelsesplast eller annet beskyttelses- og glidesjikt. Man kan risikere at isolasjonssjiktet mellom membran og overliggende plasstøpt betong blir varig vått på grunn av nedbør, vann fra støpingen og fukt fra betongen.

Når membranen legges mellom øverste isolasjonslag og betong, må beskyttelses- og glidesjiktet over membranen være av 0,8 mm tykk plast eller et materiale med tilsvarende tykkelse og mekanisk styrke. Membranen føres kontinuerlig ut over ringmurskronen for å sikre lufttette tilslutninger mellom ringmur og gulv eller tettes mot betongvegg»



Figur 4. Radonmembran mellom isolasjonslag – bruksgruppe B. BKS 520.706.

Ved dette prosjektet anbefaler vi at radonmembran blir lagt i isolasjonssjiktet, slik at minimum 2/3 av isolasjonstykkelsen legges under radonmembranen. Her skal det også etableres glide-/beskyttelsesjikt mellom isolasjon og betong. Det gjøres oppmerksom på at denne plasseringen av radonsperre kan føre til vannansamling mellom PE folie og radonmembran. Det er mulig å flytte radonmembran opp under dampsperre og betongdekke men dette vil kreve en annen type og flere lag med beskyttelsesfolie. Vi anbefaler at løsningen ses nærmere på sammen med entreprenør i detaljprosjektet.

Nevnte datablad pkt. 41 angir også spesielle hensyn som må vies ekstra oppmerksomhet:

#### «Hensyn ved utførelse

Ved valg og montering av radonmembran bør man ta følgende i betraktning:

- Kompliserte leggemetoder svekker sannsynligheten for god tetthet.
- Velg skjøtesystem, mansjetter og tettemidler som har dokumentasjon for bruk med den aktuelle radonmembranen.
- Radonmembranen må bare legges av personer med god opplæring.
- Betingelsene for bruk i godkjenningen til radonmembranen må oppfylles.
- Snø, regn, vind og kulde kan gjøre monteringsarbeidet vanskeligere.
- Varmekabler må ikke plasseres direkte på membranen. Det må være minst 5 mm ubrennbart materiale mellom varmekablene og radonmembranen.
- Unngå at radonmembranen skades av støt fra skarpe gjenstander, eller av gjenstander som trækkes ned i membranen i anleggsperioden.
- Membranen må legges slik at den ikke er fastlåst og dermed blir revet i stykker ved mindre bevegelser.
- Membranen bør legges med litt slakk. Store temperatursvingninger, for eksempel som følge av solstråling under montering, kan føre til at radonmembranen utvider seg og senere trekker seg sammen.
- Det kan være nødvendig å dekke til og beskytte membranen. Fiberarmering og enkelte armeringsstoler kan skade membranen.
- Radonmembranens tilstand må kontrolleres og skader og hull må utbedres før den dekkes til»

Det må benyttes produkt som er godkjent for den aktuelle bruksgruppe. Gjennomføringer i radonsperren må gjøres iht. den tekniske godkjenningen. Fram til tett bygg må det sikres at man ikke får innebygde fukt mellom radonsperren og påstøpen.



#### Ventilering av byggegrunnen

Ventilering av byggegrunnen kan aktiveres dersom man senere påviser radonkonsentrasjoner over de angitte tiltaksgrenser. Dette utføres med brønner, perforerte rør og oppstikk som dimensjoneres iht. Sintef Byggforsk datablad 520.706 pkt. 6. Det er i denne fasen av prosjektet ikke prosjektert rør for lufting, dette må utføres i detaljprosjekt og planlegges med hensyn til underliggende betongkonstruksjoner mm.

## 5. § 13-9. GENERELLE KRAV OM FUKT

Krav fra TEK:

*Grunnvann, overvann, nedbør, bruksvann og luftfuktighet skal ikke trenge inn og gi fuktskader, soppdannelse eller andre hygieniske problemer.*

Denne generelle paragrafen omfatter de videre kravene som skal sikre at fukt ikke skal gi problemer i byggets levetid. Ved å ivareta de neste paragrafene vil også denne være ivaretatt. Forenklet kan det samles opp i tre punkt som utgjør preaksepterte ytelser i TEK:

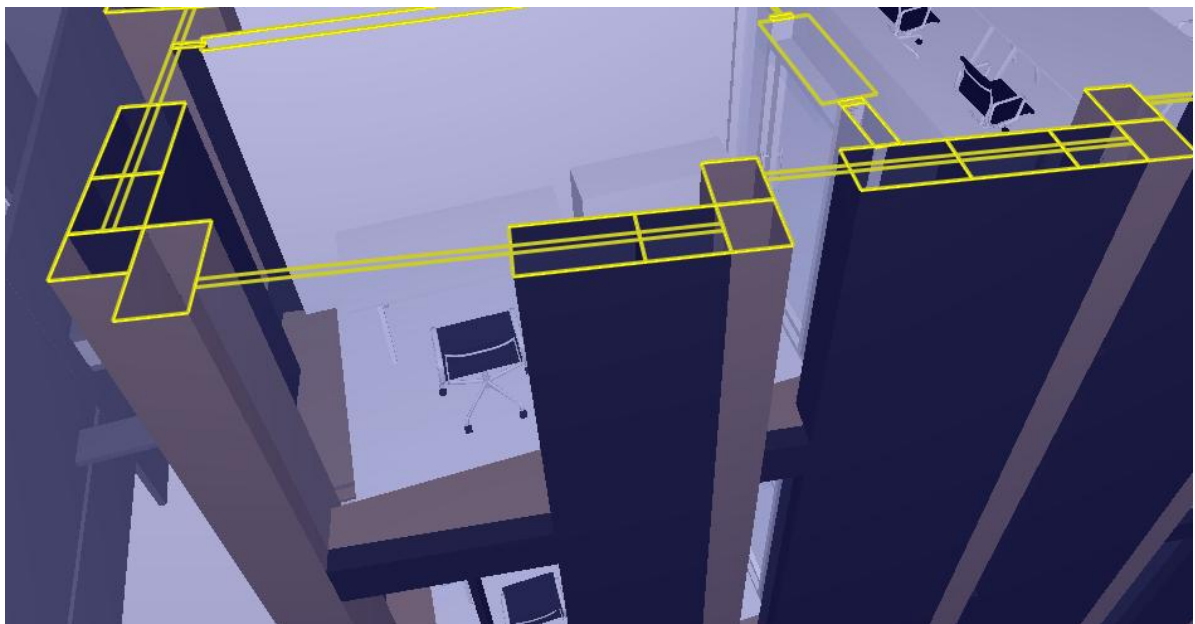
- Sikre at bygningsmaterialer er tørre og rene i alle byggets faser, fra lagring/transport til montering, men også etter at bygget er tatt i bruk.
- Valgte materialer må tåle de forventede fuktpåkjenningene de vil utsettes for, i tillegg til å ha tilfredsstillende materialdokumentasjon.
- Alle konstruksjonsdeler skal både prosjekteres og utføres slik at de er robuste for fuktpåvirkninger i både bygge- og bruksfasen.

For å ivareta faget bygningsfysikk settes det krav til egenskapene til de ulike materialene som velges for at konstruksjonen skal tjene det formålet den er ment for. I tillegg til valg av materiale vil selve utførelsen også være viktig for å kunne oppnå et tilfredsstillende resultat.

### 5.1 Fasader over grunn

Det forutsettes bruk av «unitize facade systemer» i glass og aluminium, alternativ bruk av plassbygde løsninger av tilsvarende løsninger / materialer. Det forutsettes at entreprenør med underleverandør detaljprosjekterer fasadeløsningene i samarbeid med RIBFy. Prefabrikkerte produkter levert på byggeplass må tilfredsstillende alle krav i TEK17 og kravene iht byggevareloven.

Spesifikke krav og utforming av fasadene er også nærmere beskrevet av ARK og Rambøll Fasadeteknikk. Det stilles krav til mock-up og testing av vanntetthet av fasadene hvis produktene ikke har type godkjenning eller CE merking av produktet eller samlet løsning. Testingen skal foretas ved sertifisert testsenter.



Figur 5 – illustrasjon fra IC modell som viser typiske etasjehøye fasadeelementer.

## 5.2 Vinduer, dører og glasstak

Prosjektet har strenge krav til lavt luftlekkasjetall og U-verdier for vinduer og dører (inkl. glasstak). Følgende krav legges til grunn for disse komponenter:

- NS3510 sikkerhetsglass
- NS-EN 1026 testprosedyre for vinduer og dører
- NS-EN 12207 klassifisering tetthet vinduer og dører
  
- Det stilles krav til luftlekkasjetall på maks. 0,3 ( $\text{h}^{-1}$ )
- U-verdi vinduer og dører maks 0,75 ( $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ )
- U-verdi glasstak maks 1,2 ( $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ )
- Tetthetsklasse vinduer og dører iht NS-EN 12207, tetthetsklasse 4 for installert løsning.

Totalentreprenør med underleverandør er ansvarlig for prosjektering og ivaretagelse av sikkerhetskravene i prosjektet iht NS3510.

## 5.3 Takkonstruksjon

Tak bygges med fall, dere hele takflaten føres ned til en side. Generelt takfall skal være på min. 1:40 og ledes direkte til sluk. Se for mer detaljert oppbygging avsnitt 7.2.

## 5.4 Luftlekkasjetall

Prosjektets luftlekkasjetall er definert i energikonsept til å være på maks. 0,3 ( $\text{h}^{-1}$ ). Entreprenøren er ansvarlig for å levere følgende tester:

- Trykktest utføres underveis i byggeprosessen av deler av bygget som inkluderer fasade, totalt 2 tidlig fase tester av områder som defineres i samarbeid med byggherren og byggherrens rådgivere
- Trykktester utføres iht Bygningers termiske egenskaper - Bestemmelse av bygningers luftlekkasje - Differansetrykkmetode (ISO 9972:1996, modifisert)
- Det skal utføres en termografisk undersøkelse under trykktesting iht til i NS-EN 13187
- Alle tester skal dokumenteres og legges frem i rapport for byggherren.
- Luftlekkasjemåling av ferdig bygg skal fremlegges som en del av dokumentasjon for uavhengig kontroll utførelse.

## 5.5 Luft- og dampetting

I dette kapitlet beskrives prinsipper for luft- og dampetting:

- Ytterkonstruksjoner må utføres med luft- og dampette sjikt. Skjøter, overganger og tilslutninger må ha luft- og diffusjonstette skjøter. Dampsperra må ha tilstrekkelig lufttetthet og vanddampmotstand:
  - Vanddampmotstand:  $S_d$ -verdi minimum 50 m ( $250 \times 10^9 \text{ m}^2\text{sPa}/\text{kg}$ )
  - Luftgjennomgangstall maksimum 0,002  $\text{m}^3/\text{m}^2\text{hPa}$
  - Generelt er det anbefalt å benytte PE folie 0.2 mm for alle plassbygde løsninger, eller tilsvarende produkter som galvaniserte stålplater for unitized facade system.
- Vindsperreprodukter bør ha:
  - Vanddampmotstand må ikke overstige  $S_d$ -verdi 0,5 m ( $2,5 \times 10^9 \text{ m}^2\text{sPa}/\text{kg}$ ). Det er fordel med så lav dampmotstand som mulig, og helst under  $S_d$ -verdi 0,1 m.

- Der det brukes fasade elementer med tett kledning i aluminiumssystem, må luftingen ivaretas for å sikre utlufting. Dette må fremkomme av prosjekteringsgrunnlaget til leverandør.
- Ytterkonstruksjoner hvor sperresjikt (f.eks. dampsperre) føres forbi, må ikke kunne bevege seg i forhold til hverandre slik at sperresjiktet rives i stykker, f.eks. veggjørner, overgang vegg/tak etc. Her må konstruksjonene enten være bundet sammen slik at relative bevegelser unngås, eller sperresjikt utføres slik at bevegelser ikke skader sperresjiktet, f.eks. med "slakke".
- Feste av kledning etc. må ikke perforere dampsperra slik at det kan oppstå luftlekkasjer. Ved feil plassering av skrue gjennom dampsperre skal skruen beholdes og ny monteres, dette for å forhindre lekkasjer i dampsperrsjikt.
- Det er særlig viktig med tette skjøter i sperresjikt i eventuelle lette konstruksjoner.
- Eventuell hulltaking i sperresjikt i ytterkonstruksjonene må utføres slik at tilslutningene blir luft- og damptette.
- Rør og el-anlegg må ikke føres gjennom dampsperra hvis det kan unngås, dette krever omfattende tetttiltak.
- Avslutning og klemming av tettesjikt ved vanskelige detaljer må vises på arbeidstegninger.
- Materialsjikt med stor dampmotstand, som f.eks. betongkonstruksjoner, bør ikke plasseres på kald side av varmeisolasjonen. Taktekningen i kompakte tak er unntatt.
- Ytterkonstruksjoner og fuger må følge prinsipp med to trinns tetting med unntak av takkonstruksjon.
- Fuger rundt dør/vindu må isoleres, lufttettes på kald side og damptettes på varm side.

## 6. § 13-10. FUKT FRA GRUNNEN

Krav fra TEK:

*Rundt bygningsdeler under terreng og under gulvkonstruksjoner på bakken skal det treffes nødvendige tiltak for å lede bort sigevann og hindre at fukt trenger inn i konstruksjonene.*

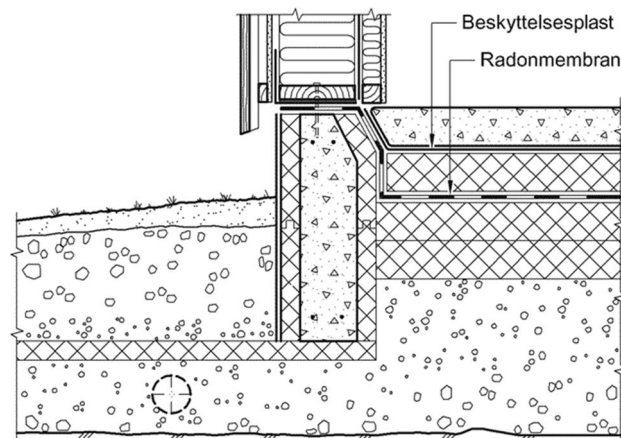
For å hindre at fukt trenger inn i bygget fra grunnen må det etableres fuktsikre løsninger. Ved å benytte preaksepterte, godkjente løsninger angitt i BKS 514.221 «Utvendig fuktsikring av bygninger» vil dette være ivaretatt.

Hovedprinsippene innebærer at tilførselen av vann må avgrensnes, og det som kommer inn mot bygningen må dreneres vekk. I tillegg må bygningsdelene ha utvendig sperresjikt (kapillærbrytende, i form av grunnmursplate eller lignende) og være lufttette for å hindre at fuktig luft trekkes inn. Drenerende masser (min 0,2 m tykt) sikrer at vann ikke blir stående mot vegg. Drenerende masser under isolasjon i gulv bør være min. 100 mm tykt. Terrengoverflater rundt bygningene må ha fall bort fra bygningen på 1:50, minst 3 meter ut. Overvannshåndtering på tomten for øvrig forutsettes ivaretatt av LARK.

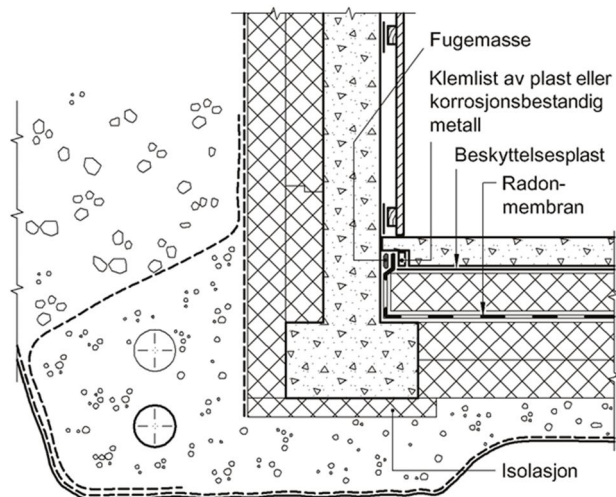
For å sikre bygget mot fukt fra grunnen skal det legges drens rundt hele bygget. Eventuelle utvendige taknedløp skal ikke kobles til drenerør, men føres i eget rørsystem.

Det må legges fuktsperre i gulv på grunn. Støpeskjøten mellom golv og vegg under terreng skal tettes. Entreprenør ønsker at isolering av gulvet utføres i to trinn for å unngå frost i byggeperioden. Det vil si at det først legges 50 mm isolasjon på jord, fyllmasse (pukk) oppå, og 100 mm isolasjon på toppen, som ligger rett under betongdekke. Radonmembran plasseres i midten av det øverste isolasjonssjiktet.

Utvendige vegger mot grunn sikres mot vanntrykk ved å montere utvendig knotteplast med isolering utenfor betongvegg, alt. bruk av drensplate. Figur 7 viser eksempler på tilslutningen gulv på grunn og yttervegg og tilslutningen kjellergulv og vegg mot terreng, og hvordan fuktsikring kan utføres her.

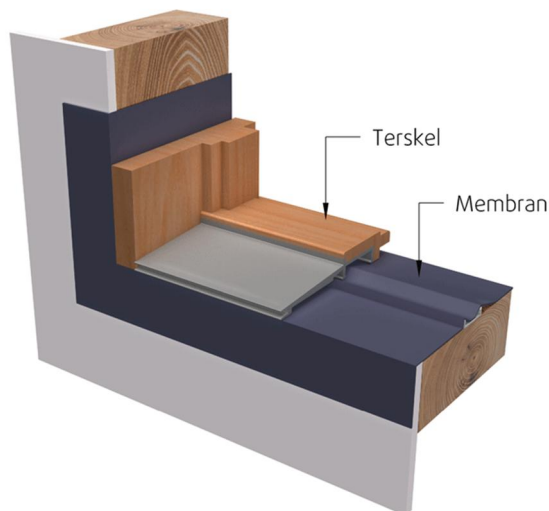


Figur 6 – Fuktsikring ved ringmur og føring av radonmembran [BKS 520.706].



Figur 7 – Radonmembran i golv med vegger av betong [BKS 520.706].

Videre må overgang ved dører og større inngangsparti utføres slik at man oppnår en fuktsikker løsning mtp. vann fra grunn og nedbør. Dette innebærer et vanntett eller vannbeskyttende sjikt med membran som har oppbrett min. 150 mm fra overflate til underkant terskel. Avstanden kan reduseres til 50 mm dersom det er overdekning (f.eks. takutstikk) med vinkelen mellom ytterkanten av overdekningen og nedre del av vegglivet på minst 20 grader. Alternativt kan oppbrett reduseres dersom det brukes rist foran døra.



Figur 8 – Eksempel på membran under terskel [BKS 523.731].

Ifølge IFC-modellen er det flere vinduer som er plassert nede på OK gulvnivå inne. Dette gir føringer for plassering av terreng utvendig, da en løsning med et vindu som er så utsatt for vann og fukt vil være en sårbar løsning. Ideelt sett heves vindu slik at man får en mer tradisjonell overgang med bindingsverksvegg mot ringmuren. Dersom dette ikke er ønskelig legges det føringer til oppbygging utvendig, med bruk av fuktbestandige materialer og senket terreng. Dette gjelder også for betongelementer, for å forhindre oppfukting og skader som mosevekst. Avstand fra terreng til underkant vindu må være min. 150 mm. Det bør brukes grunnmurspapp mellom murkrona og svill

## 7. § 13-12. NEDBØR

Krav fra TEK:

- (1) Fasadekledning, vindu, dør og installasjon som går gjennom vegg, skal utformes slik at nedbør som trenger inn blir drenert bort og fukt kan tørke ut uten at det oppstår skader.
- (2) Tak skal prosjekteres og utføres med tilstrekkelig fall og avløp slik at regn og smeltevann renner av, og slik at snøsmelting ikke fører til skadelig ising.
- (3) I luftede takkonstruksjoner hvor kondens kan oppstå på undersiden av taktekking eller taktekking ikke er tilstrekkelig tett til å forhindre inntrenging av vann, skal underliggende konstruksjon beskyttes ved hjelp av et vanntett undertak.

Siden denne paragrafen omfatter flere ulike aspekter deles de inn for å gi en mer oversiktlig framstilling av anbefalinger/forslag til løsninger.

### 7.1 Fasadekledning

Fasadeløsninger er planlagt utformet ved bruk av unitized facade system med aluminiumsprofiler. Dette er i grunn en ett-trinns tetting som krevet god utførelse og tette sammenføyninger mellom elementene.

Det er generelt foretrukket med to trinns tetting av fasadene, der vind- og vanntetting er separate og dermed også gir muligheter for lufting og drenering. Det er forutsatt at fasadene prosjekteres av underleverandør / produsent i tett samarbeid med ARK og RIBFy / rådgiver fasadeteknikk. Krav til fasadene er også nærmere beskrevet i egen notat B22 – premissnotat fasader.

### 7.2 Tak

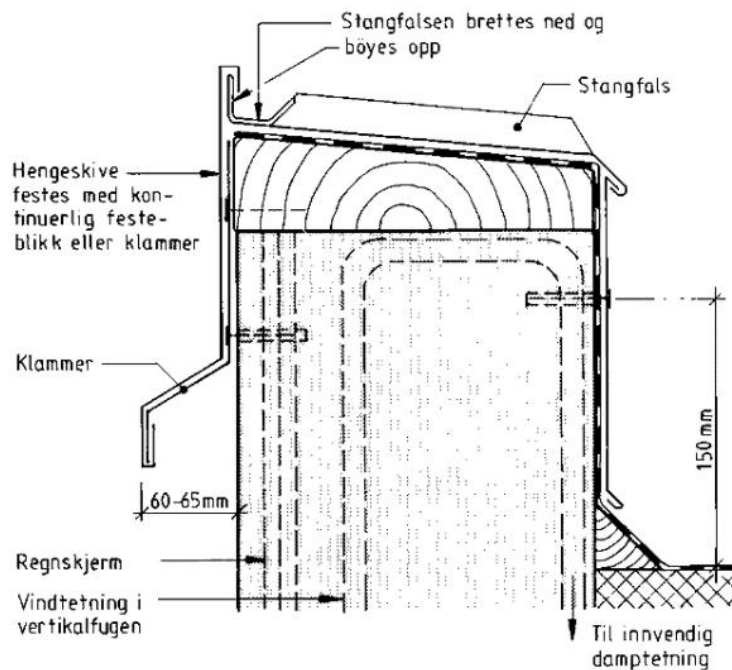
Taket bygges opp som en kompakt konstruksjon med dampspærre, trykkfast isolasjon og taktekking oppå betongdekke. Nedbør ledes til sluk med fall 1:40, som kan reduseres til 1:60 i renner. Det bygges innvendige nedløp, og man kan med fordel redusere isolasjonsmengden rundt sluket for å holde slukene isfri, men isolasjonstykkelsen må være minimum 100 mm. Det etableres nødoverløp for å hindre vann i å bli stående på taket i tilfelle tette sluk. Da taket i sin helhet har fall mot en side, er det viktig at det etableres flere steder på taket, renneløsninger som kan føre vann ned til sluk, og at det ikke samles ned til en side.



Figur 9 – langsnitt

Iht. § 13-12 (2) pkt. 6 i TEK17 må smeltevann ledes fra kaldere til varmere deler av taket, og drenes bort i frostfritt nedløp uten bruk av varmekabler dersom taket er bygd uten lufting. Avrenning fra glasstak vil føre til ising, og det må etableres en renne på nedsiden av sarg for å sikre avrenning til sluk med noe redusert isolasjonstykkelse for å øke varmetapet.

Taktekking føres over parapet, og må generelt aldri perforeres lavere enn 150 mm fra horisontal flate, se Figur 10. Dette gjelder også når den føres opp på motstående konstruksjoner. I slike tilfeller tapes membran til plate den tekkes mot. Beslag skal ha fall 1:5 inn mot taket, og bør skjøtes med dobbel stangfals. Beslag utføres med drypnese med min. 20 mm avstand fra kledning.



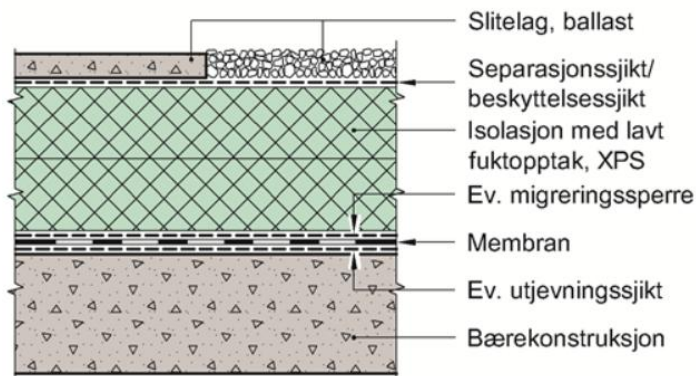
Figur 10 – Eksempel på beslag gesims [BKS 523.621].

Det gjøres oppmerksom på at detaljene rundt tak må utformes slik at det ikke vil være fare for snø- eller isnedfall. Fall må være inn mot takflate, helningen må være tilstrekkelig for at det ikke faller utover bygget. Se også kravene i TEK17 kap. 10-3.

Det er noe mindre arealer med dekke mot det fri. Det anbefales omvendt kompakt takløsning, der membran kan monteres uten fall på betongdekke forutsatt bruk av godkjent bitum membran type (Icopal og Isola) samt et slitelag på toppen av isolasjon med minst 1:100 fall mot sluk. Der det kan etableres fall i betongdekke, er det å foretrekke.

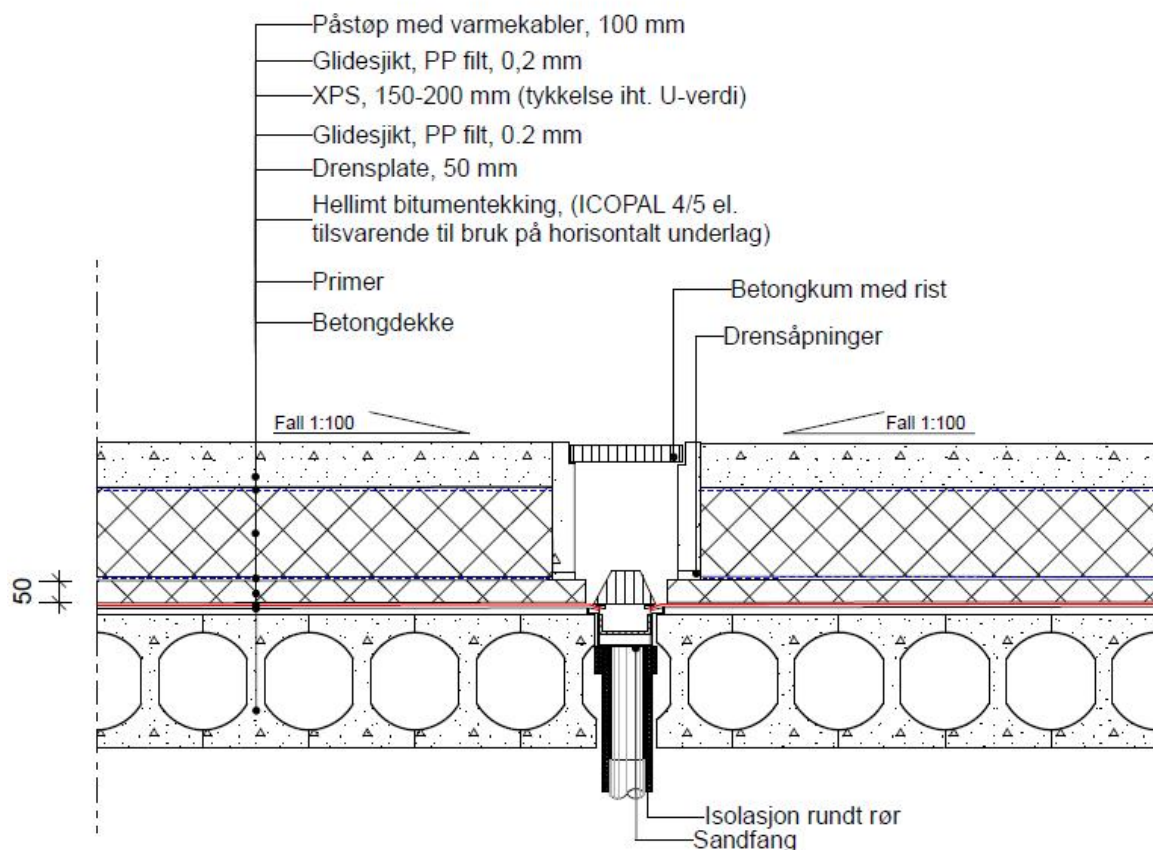
Det er sterkt anbefalt at membran hellimes til underliggende betongdekke. Taktekkingsfolie som legges i områder foran luftinntak må utføres med lys farge, dette for å forhindre passiv oppvarming av luften som deretter kan trekkes inn i anlegget.





Figur 11 – Eksempel på oppbygging av tak for lett trafikk [BKS 525.207].

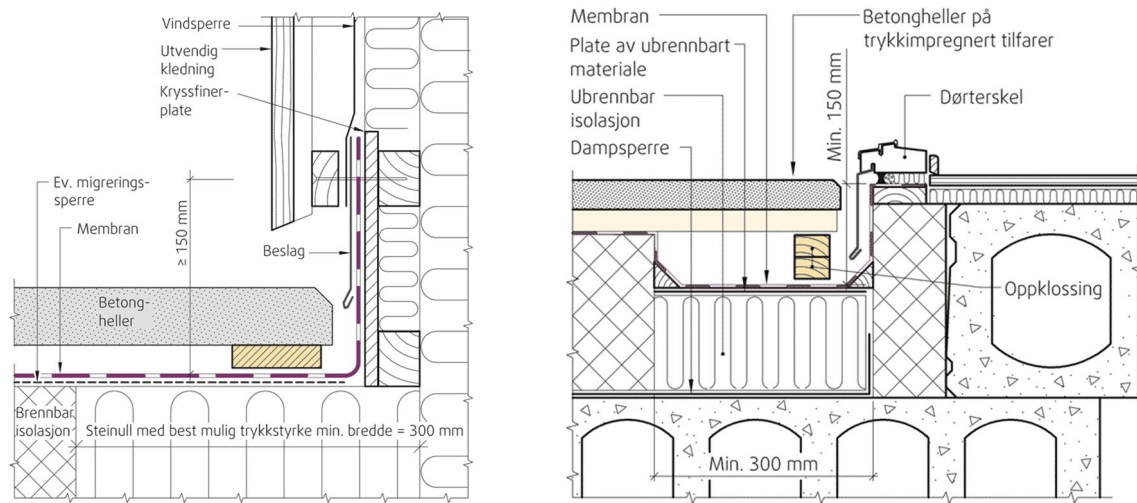
På tak med slitelag i betong og høy trafikkbelastning kan det vurderes noe reduksjon av fall dersom det er behov for det mht. høyder. Gjennomføringer og oppbygg plasseres på høydepunkt. Det forutsettes at alle tak og terrasser utføres med innvendig sluk. Det må utarbeides egne planer som viser plassering av sluk i membran og sluk over i belegget/påstøpet. Dette for å sikre god avrenning. Se Figur 11 for prinsippdetalj av oppbygging av takterrasser og sluk. Det gjøres oppmerksom på at taksluk er lokalisert nederst ved betongdekke, det må etableres kum som kan hindre sand i sluket og gir tilstrekkelig med tilgang for vedlikehold og rengjøring.



Figur 12 – Prinsippdetalj for utforming av takterrasser og sluk [Rambøll]. Isolasjonstykkelse er illustrative.

Inn mot andre konstruksjoner (f.eks. yttervegg, vindu, dørterskel) må membranen føres så høyt at den har en vanntett utførelse minimum 150 mm opp fra overflaten på slitelaget. Den avsluttes

slik at vann ikke kan trenge bak membranen. Oppkant kan reduseres ved takoverbygg. Se prinsipper i Figur 13.



Figur 13 - Prinsippdetaljer på overganger fra takterrasse mot andre bygningsdeler [BKS 525.304].

Spesifikke detaljer for prosjektet relatert til bruk av prefab unitized facade system vil kreve spesial vurdering av bygningsfysikker. Tilslutningsdetaljer må godkjennes og kontrolleres av Bygningsfysikker.

## 8. § 13-13. FUKT FRA INNELUFT

Krav fra TEK:

*Bygningsdeler og konstruksjoner skal prosjekteres og utføres slik at de ikke blir skadelig oppfuktet av kondensert vanndamp fra inneluften.*

Kondens kan oppstå som følge av konveksjon, diffusjon og kuldebroer med lave overflate-temperaturer.

Kondens som følge av konveksjon og diffusjon kan oppstå hvis klimaskallet eller skillekonstruksjoner mellom ulike temperatursoner ikke er luft- og diffusjonstette. Da vil fuktig luft og vanndamp kunne transporteres utover til kald side. Dersom problemet ikke oppdages i tide, vil det felles ut kondens som kan føre til omfattende skader og problemer i isolerte konstruksjoner. For å hindre fuktig luft i å sive ut gjennom konstruksjoner og kondensere når de møter kalde overflater må luft- og damptetting sikres i ytterkonstruksjoner og i skillekonstruksjoner mellom ulike temperatursoner. Normalt gjøres dette ved å montere en dampspærre på varm side av isolasjonen. Det stilles krav til dampspærre på minst  $S_d=10$  m og vindspærre med  $S_d<0,5$ m.

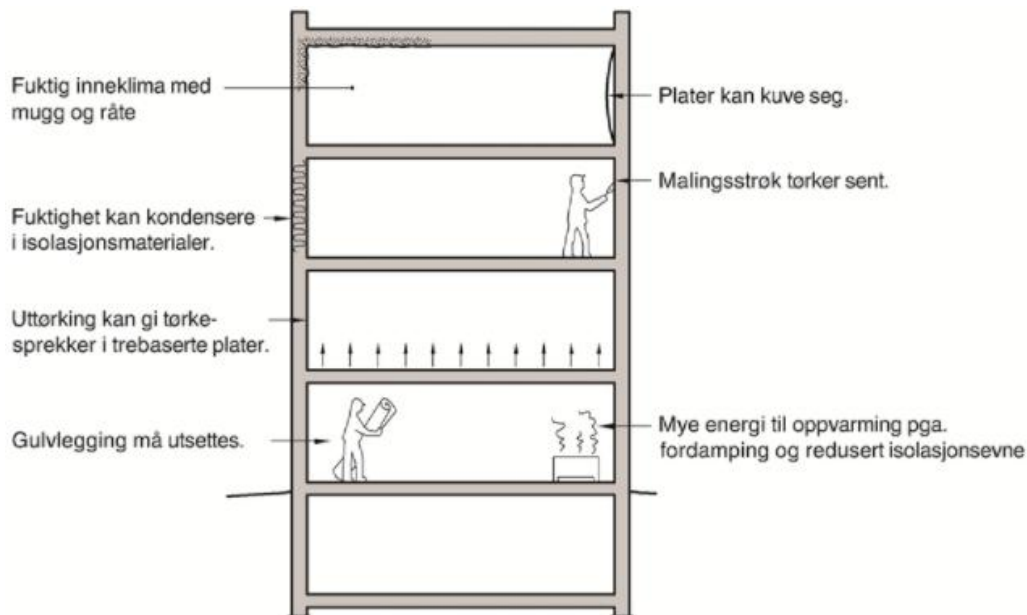
Kondens som følge av kuldebroer oppstår når den fuktige romluften berører flater som har lavere temperatur enn duggpunktstemperaturen. Overflatekondens påfører ekstra fuktpåkjenninger som overflatematerialene ofte ikke er ment å tåle. I overganger mellom ulike temperatursoner vil det være risiko for kondensering dersom det er gjennomgående konstruksjonsdeler med høy varmeledningsevne. For å redusere slike kuldebroer må det utføres tiltak.

## 9. § 13-14 BYGGFUKT

Krav i TEK:

*Produkter og konstruksjoner skal være så tørre ved innbygging eller forsegling at det ikke oppstår problemer med soppdannelse, nedbrytning av organiske materialer eller økt avgassing.*

For å ivareta dette kravet er det viktig at materialer får tilstrekkelig tid til uttørring, slik at fuktinnhold er under kritisk verdi for det materialet før det bygges inn. Fuktinnhold skal måles for at kravet skal være tilfredsstillt, og dette vil kontrolleres ved bygningsfysisk utførelseskontroll. Man må også påse at det ikke bygges inn organisk materiale mellom damptette sjikt. Error! Reference source not found. sammenfatter noen typiske problemer knyttet til byggfukt.



Figur 14 - Eksempel på noen negative konsekvenser av byggfukt [BKS 474.533].

Det er viktig at tidsplanen tillater uttørring av byggfukt. Etter at nystøpt betong er beskyttet mot uttørring, blir det vanligvis behov for å tørke ut byggfukt før byggeprosessen kan fortsettes. Plasstøpte betongkonstruksjoner krever lengst tørketid og derfor anbefales det å starte uttørringen av betong så tidlig som mulig.

Uttørringstiden for betong og tre bestemmes i hovedsak av:

- Hvor fuktige materialene er før uttørringen starter
- Kritisk fukttilstand for den enkelte konstruksjonen
- Materialdimensjoner og tildekking av overflater
- Tørkeforhold
- Forløpet av herdeprosesser som binder vann
- Fuktegenskapene til materialene konstruksjonen består av, som porefordeling og overflate

Byggforskblad 474.533 gir også veiledende nivåer for kritisk RF i betonggulv avhengig av hvilke belegg/produkt som skal legges oppå. Tilsvarende gir de også veiledende nivåer for kritisk fuktinnhold i trevirke før montering/innbygging. Typiske verdier er gjengitt i Tabell 2 og Tabell 3.

Tabell 2 - Veiledende nivåer for kritisk RF i betonggulv for forskjellige beleggtypen. Må kontrolleres mot produsentens anbefalinger.

Gulvbelegg	Kritisk RF
Keramiske fliser med sementbasert lim	100
Helsyntetiske tekstilbelegg uten belagt bakside (dampåpen)	90
Flytende gulv, for eksempel parkett, på plastfolie Akrylbelegg (lagt i flytende form)	90
Epoksy- og polyuretanbelegg (lagt i flytende form) Tekstilbelegg med naturmateriale uten belagt bakside (dampåpen) Tekstilbelegg med belagt bakside Vinylbelegg (mer enn 50 % fyllstoff) Avrettingsmasser	90

Vinylbelegg (mindre enn 50 % fyllstoff) Påstrykningsmembraner Gummibelegg	85
---	----

Tabell 3 - Veiledende nivåer for kritisk fuktinnhold i trevirke ved montering/innbygging.

Materiale/konstruksjon	Beskrivelse	Grenseverdi (vektprosent <sup>1)</sup> )
Konstruksjonsvirke (trelast av bartre for konstruktive formål, for eksempel sviller, stendere, bjelker og losholter)	Konstruksjoner som tørker raskt etter lukkingen, for eksempel vegger over terrengnivå og luftede tretak <sup>2)</sup>	20
	Konstruksjoner som tørker svært langsomt etter lukkingen, for eksempel vegger under terrengnivå.	15
	Underlag for parkett (undergulv, gulvbjelker, tilfarer osv.)	12
Plategulv ved legging av tett belegg uten gulvvarme	Sponplater	12
	Fuktbestandige sponplater	11
	Trefiberplater	9
	Kryssfiner	15
Plategulv ved legging av tett belegg med gulvvarme	Sponplater	8
	Fuktbestandige sponplater	8
	Trefiberplater	8
	Kryssfiner	13
Trebaserte kledninger som skal males	Utvendig trepanel (ved grunnbehandling)	20
	Utvendig trepanel	15
	Innvendig trepanel	15
	Sponplater	12
	Trefiberplater	9

<sup>1)</sup> Vektprosent regnes som vekten av vann som prosent av vekten av tørt materiale.

<sup>2)</sup> Høyisolerte yttervegger og tak har lengre tørketider, og fukt kan omfordes fra varm til kald side. Det bør derfor stilles strengere krav enn 20 %.

Trekonstruksjoner skal ikke bygges inn mellom to damptette sjikt. I tillegg skal det foretas fuktmålinger i trevirket før lukking av konstruksjoner for å unngå for høyt fuktinnhold.

## 10. VARMEISOLERING OG ENERGI BRUK

Dette avsnittet angir overordnede krav og løsning til komponenter og termisk skille basert på foreliggende energikonsept. For enkelte deler der data om dagens løsning er mangelfull, er det gjort en faglig vurdering av hvilken U-verdi konstruksjonen kan ha.

Tabell 4 – Oppbygging konstruksjoner undervisningsdel Bygg A, se også energikonsept.

Bygg A undervisning		
Bygningsdel	U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]	Oppbygging konstruksjon
Yttervegg	0,20	Bruk av «unitized facade system» basert på isolerte aluminiumsprofiler som prefabrikeres til veggssystem som kan monteres på dekkekant. Tette elementer som er etasjehøyde vil kunne oppnå dette kravet ved bruk av 200mm – 220mm isolasjon i mellom aluminiumsprofiler. Løsninger er nok leverandøravhengige og krever leverandørprosjektering
Glassfasade	0,75	Krav til gjennomsnittlig U-verdi for glassfasadene.
Tak	0,12	Alt. 1: - Lett-tak konstruksjon, med takteking (lys grå PVC eller bitumen). - Konstruksjon med tykkelse på ca. 310 – 360mm avhengig av dimensjonering og isolasjonstype  Alt. 2: - TRP plate eller betongdekke med dampsperre, isolasjon (steinull, EPS m grafitt + steinull). - Totalt gjennomsnittlig tykkelse med fall 1: 40 til kasserenne og 1: 60 i kasserenne, ca. 300 mm.
Golv på grunn *	0,14 / 0,10 (kjeller)	EPS 150 mm under betongdekke
Vegger mot grunn	0,12	Betongvegg mot grunn isoleres med 200mm XPS klasse 35 eller bedre langs hele grunnmur. Eventuelle åpninger i grunnen mellom bygg kan i stedet fylles med lett fyllingsmasse av skumglass.
Overlys	1,2	Overlys utføres av isolerte aluminiumskarmer med 3-lags isolerglass med Argon fylling. Overlys skal ha fall på minst 10gr.
Dekke mot det fri /dekke over kjeller	0,12	Følgende oppbygging foreslås (topp – bunn): - Topplag asfalt, beleggingsstein, jord, mm - Slitedekke betong, 100 mm med fall 1:100 - Glidesjikt - Isolasjon, XPS 350 mm klasse 30 - Bitumbasert vanntetting, hellimt - Betongdekke, tykkelse ukjent
Vegg mot tilstøtende oppvarmet rom		Vegg mot eksisterende bygg kan være uisolert forutsatt at tilstøtende areal er oppvarmet.
Andre verdier		
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03**	Minstekrav passivhus. Må dokumenteres.
Lekkasjetall, n <sub>50</sub> [h <sup>-1</sup> ]	0,30	Trykktest gjennomføres i utførelsesfasen iht. NS-EN ISO 9972:2015 for dokumentasjon på oppfyllelse av konseptkrav.

- \*) verdien er beregnet som ekvivalent verdi for hele dekke (altså dybde og størrelse av dekke er ivaretatt i beregningene  
 \*\*) for å kunne oppnå denne kuldebroverdien må minst 50% av isolasjonstykkelse være plassert utenfor dekkeforkanten.

## 11. GENERELT OM MATERIALER OG BESTANDIGHET

- Det må ikke bygges inn materialer med kortere forventet levetid enn materialene utenfor.
- Store arealer av mur, betong etc. må deles opp med nødvendige bevegelsesfuger.
- Utvendig steinkledning, puss og andre porøse materialer må ha dokumenterte egenskaper mht. frostbestandighet.
- Store glassfelter må ha bevegelsesmuligheter for å unngå skader (sprekker).
- Iht. TEK §5.11 stilles krav til byggeproduktene egenskaper, levetid og holdbarhet. Entreprenøren må dokumentere hvordan dette skal ivaretas, f.eks. ved å velge kjente, utprøvde materialer og løsninger, f.eks. med SINTEF Certification (TEK § 3).
- Treverk og andre fuktømfintlige materialer må ikke bygges inn mellom tette sjikt eller være i direkte kontakt med mur, betong etc. Under sviller o.l. må det fuktsikres med f.eks. grunnmurspapp.
- I konstruksjonene må man ikke bygge inn materialer med mye fukt. I luftede konstruksjoner over terreng som tørker relativt raskt bør ikke treverket inneholde mer enn 20 vekt-% fukt. I konstruksjoner som tørker relativt langsomt bør ikke treverket inneholde mer enn 15 vekt-% fukt.
- Tidsplan må tillate uttørring av byggfukt, særlig i betong. Arbeider som medfører stor fuktbelastning må komme så tidlig som mulig.
- Før legging av belegg på betong, må fuktinnholdet i betongen være maksimalt 85 % RF (luftfuktighet i porene). Betonggolv med golvvarme bør ikke ha høyere fuktinnhold enn 75 % RF. Man må ta hensyn til nødvendige tørketider. Det kan være nødvendig å dokumentere dette med fuktmålinger før legging av belegg.
- Transport, lagring og byggetid må planlegges for minst mulig oppfukning av materialer.

Bygningsmaterialer har forskjellige egenskaper i forhold til de påkjenningene de blir utsatt for. En forutsetning er at man alltid velger materialer som tåler de aktuelle påkjenningene de skal utsettes for. I et fiskeslakteri er det først og fremst de spesielle belastningene i form av permanent høyt fuktinnhold i lufta og behov for nedspyling som er verdt å merke seg.

### 11.1 Tre

Tre er et hygroskopisk materiale som opptar vann i dampform og vil alltid innstille seg i fuktlikevekt med romlufta. Sesongbestemte variasjoner i luftas fuktinnhold fører derfor til fuktbevegelser, og gjør følgelig trevirke uegnet til å sikre tette tilslutninger i sperresjikt. Man bør unngå bruk av tre i områder som er svært utsatt for direkte vannsøl. Trevirke bør heller ikke benyttes der luftfuktigheten er forventet å være høyere enn 85 %.

### 11.2 Betong

Betong er et bestandig materiale som tåler store fuktpåkjenninger og har dessuten lang levetid, ved riktig bruk. Betongens svakhet finnes i det som kan brytes ned ved stor fuktbelastning, ofte i en kombinasjon med høy lufttemperatur og klorider (sistnevnte vil ikke være relevant aktuelt denne type bygning). Korrosjon av armeringsjern er et eksempel her, men unngås ved å følge retningslinjene for overdekning og beskyttelse av armering, betongkvalitet og utførelse. Risiko for fukt-, temperatur- og svinnbevegelser unngås ved bruk av dilatasjonsfuger dersom de brukes slik at de ikke svekker andre egenskaper til betongkonstruksjonen.

### 11.3 Metaller

Når det gjelder metaller og fukt, står korrosjonsproblematikken sentralt.

For å forebygge korrosjonsproblemer er det viktig at man tenker gjennom og definerer aggressiviteten til miljøet der de ulike komponentene skal eksponeres, og brukes som utgangspunkt for valg av materialer, overflatebehandling og konstruksjonsutforming.

Det stilles krav til korrosjonsklasse på metaller ut ifra hvilket miljø metallet er plassert i. For atmosfærisk korrosjon deles miljøene opp i klasser fra C1 (meget lav) til C5 (meget høy). Tabell 5 under angir bruksområder for de ulike korrosjonsklassene i henhold til NS-EN ISO 12944-2. Korrosjonsklasse for de ulike sonene i bygget må kartlegges og videreformidles til alle fag.

Tabell 5. Korrosjonsklasser i henhold til NS-EN ISO 12944-2.

Korrosjonsklasse	Miljøets korrosivitet	Utendørs	Innendørs
C1	Meget lav	–	Oppvarmede lokaler med tørr luft og ubetydelig forurensning (kontorer, butikker, skoler, hotell)
C2	Lav	Områder med liten grad av luftforurensning (landlige områder)	Uoppvarmede bygninger med varierende temperatur og fuktighet (sportshaller, lagerlokaler)
C3	Middels	Områder med noe salt eller middels mengde luftforurensning (byområder, lett industri, områder nær kysten)	Produksjonslokaler med noe høy fuktighet og en viss luftforurensning (bryggerier, meierier, vaskerier)
C4	Høy	Områder med middels mengder salt og betydelig mengder luftforurensning (industri og kystområder)	Lokaler med svært høy fuktighet og større mengder forurensninger fra produksjonsprosessen (kjemisk industri, svømmehaller, skipsverft)
C5-I	Meget høy (industrielt)	Industriområder med høy luftfuktighet og aggressiv atmosfære	Lokaler med nesten permanent kondensering og stor mengde luftforurensninger
C5-M	Meget høy (marint)	Kyst- og havområder med store mengder salt	Lokaler med nesten permanent kondensering og stor mengde forurensninger



## 12. SPESIELLE ROM

Vi har i denne fasen av prosjektet identifisert noen områder / spesialrom som trenger noe særskilt vurdering.

### 12.1 Avfallrom

Avfallrom med lagring av mat, skal ha noe lavere temperatur (ca. 10 gr.). Dette vil påvirke omliggende rom men ikke være til hinder for kondensfare. Rom som skal ha lavere innetemperatur (2-4 gr) utføres som «rom – i – rom» løsning med bruk av PIR elementer / kjøleromsløsninger, og isolasjon under betongdekke med kuldebryter for å hindre kondensforming.

### 12.2 Våtrom

Våtrom er definert som rom med sluk. Våtrom utføres iht TEK17 kap. 13-20 og anvisninger for løsninger iht SINTEF våtromsnormen legges til grunn. Dette gjelder bl.a. følgende:

- Krav til fall i gulv iht TEK17
- Membrankrav og utførelse
- Membran på vegg
- Lekkasjesikring tekniske installasjoner

Relevante våtrom er tekniske rom og garderober, rom som har sluk.

### 12.3 Datarom / Datalagring

Datarom er et rom med store interne laster. Det i denne fasen ukjent hvor store disse er og hvordan belastningen vil være etter ferdig utbygging. Rommet vil dog gi store varmeavgivelse mot omliggende konstruksjoner og rom. Det må derfor vurderes følgende:

- Isolering i dekke mellom datarom og overliggende rom i plan 1
- Isolering i vegg mot trapperom / fellesareal for å redusere varmetap og for høye interne belastning i tilstøtende soner.

### 12.4 Vegg eksisterende slepetank

På grunn av riving av eksisterende laboratorier, blir også deler av eksisterende slepetank bygget eksponert. Disse rivesnitt må rehabiliteres i periode frem til arbeid med slepetank kan starte.

Det foreslås at veggen bygges opp av LECA isoblokk, med puss på begge sider, i tillegg til silikatmaling med farge tilsvarende eksisterende bygg.



Figur 15 - flyfoto dagens bygg (kilde: Google Maps), rivesnitt markert med rød strek.