

NOTAT 01

OPPDRAAG	Nytt museumsbygg i Brekkeparken	DOKUMENTKODE	814985-RIBfy-NOT 01
EMNE	Premissnotat Bygningsfysikk	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Børve & Borchsenius Arkitekter AS	OPPDRAAGSLEDER	Finn Lysnæs-Larsen
KONTAKTPERSON	Dag Haraldsen	SAKSBEH	Cecilie Schmidt Overøye
KOPI	PG	ANSVARLIG ENHET	1065 Oslo Energibruk og bygningsfysikk

SAMMENDRAG

Dette notatet oppsummerer krav, anbefalinger og prinsipper som skal legges til grunn i den videre prosjekteringsfasen og utførelsen for nytt museumsbygg i Brekkeparken for å oppnå god bygningsfysisk funksjon og for å tilfredsstille krav i Byggteknisk forskrift rev. 2010 (TEK 10), revidert 01.01.2016.

Det er store variasjoner i innvendig luftfuktighet (RF) i dagens bygg, fra ca. 10 % i vinterhalvåret til ca. 60 % i sommerhalvåret. Denne store variasjonen av RF er det ikke alle kunstverk og gjenstander som tåler. For museumsbygg er det dermed vanlig å tilføre fuktighet i lufta gjennom ventilasjonsanlegget for å holde en stabil RF året rundt, rundt 45-50 %. Vi anbefaler sterkt at det blir gjort en ny vurdering om det skal stilles krav til relativ luftfuktighet lik 45-50 % i hele eller deler av utstillingsarealet. Dette bl.a. for å forhindre at fremtidige utstillinger blir ekskludert fordi utstillingsarealene ikke tilfredsstiller krav til innneklima som er forventet i dagens museumsbygg. Dette utløser krav til ventilasjonsanlegget og ev. rominndelingen.

Ytterdører og glassfasader ned til terrengnivå må prosjekteres med renne for å få til en fuktsikker løsning.

Det må legges til grunn at dekket mot uteområdet i utstillingsarealet i plan U må isoleres tilstrekkelig, det antas mellom 250-300 mm isolasjon er nødvendig. Det er viktig at denne isolasjonstykkelsen implementeres i videre prosjektering for å ikke senere komme i konflikt med øvrige terrengnivå og kvote-høyder. Multiconsult anbefaler å legge en grytetecking i bunn av dekket, deretter isolasjonssjikt med en ny membran imellom. Denne løsningen anbefales fordi det er uaktuelt med lekkasjer i utstillingsarealene, og det er kostbart å utbedre ev. lekkasjer. Med denne løsningen kan tilstrekkelig fall, som vil si min. 1:40 mot sluk, bygges opp i isolasjonssjiktet under membranen, samtidig som membranen blir beskyttet av et overliggende isolasjonslag. Isolasjonen over membranen må ha lukkede celler og lavt fuktopptak (XPS eller skumglass).

Det må planlegges og prosjekteres at gulv mot fri isoleres tilstrekkelig for å unngå kalde gulv og diskomfort, samt redusere varmetapet. Med vanlig tradisjonell isolasjon må det legges til grunn en isolasjonstykkelse rundt 300 mm.

00	16.11.17	Premissnotat	Cecilie S. Overøye	Grete Kjeldsen	Cecilie S. Overøye
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Innholdsfortegnelse

1. Generelt	3
2. Om Nytt museumsbygg i Brekkeparken	3
2.1 Inneklima	3
2.2 Uteklima.....	4
3. Lover, forskrifter og prosjektkrav	4
4. Bygningsmessige energiytelser – forutsetninger	5
4.1 Isolering, U-verdier	5
4.2 Kulebrobrytning	5
4.3 Lufttetthet	6
5. Yttervegger	6
5.1 Isolerte bindingsverksvegger	6
5.2 Isolerte veggelementer av betong.....	7
6. Vinduer og dører.....	8
7. Tak.....	8
7.1 Takterrasse	9
8. Golv mot fri	10
9. Konstruksjoner mot terreng	11
9.1 Yttervegger mot terreng.....	11
9.2 Golv mot grunn.....	11
9.3 Tak/dekke mot uteområde.....	11
10. Radon.....	13
11. Våtrom	13

1. Generelt

Multiconsult er engasjert av Børve Borchsenius Arkitekter AS som bygningsfysisk rådgiver i forprosjektet for nytt museumsbygg i Brekkeparken i Skien.

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 Byggteknisk forskrift av 2010 (TEK 10), hvor energikravene er revidert 01.06.2016. Evaluering av energikrav etter TEK 10 vil bli oppsummert i et eget notat *814985-RIEn-NOT 01 Premissnotat energi – Nytt museumsbygg Brekkeparken*.

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 Nytt museumsbygg i Brekkeparken

Det skal bygges et nytt museumsbygg i Brekkeparken i Skien kommune. Se Figur 1. Bygget strekker seg over tre etasjer, hvorav den ene etasjen er under terreng. Bygget skal romme utstillingsarealer, kontor- og administrasjonsfasiliteter, auditorium og kafeteria m.m. Det er planlagt å benytte dekker av massivtre og betong. Yttervegger planlegges til tradisjonelle bindingsverksvegger og isolerte veggelementer i betong. Det er også planlagt å bruke massivtre for innerveggene.



Figur 1 Illustrasjon Nytt museumsbygg i Brekkeparken. Hentet fra oppgaveforståelsen

2.1 Inneklima

I utstillingsarealer hvor det stilles ut kunst i form av gjenstander og malerier, er det vanlig å sette krav til inneklimaet for å bevare kunsten best mulig. Noen utstillingsobjekter, spesielt av organiske materialer, som eksempelvis gjenstander av tre og malerier, krever at innvendig relativ luftfuktighet (RF) er rundt 45-50 %, for å ikke sprekke opp og forfalle.

Luftskiftet inne i nybygg er langt større enn i eldre bygg. I tillegg stilles det omtrent samme krav til innetemperatur gjennom hele året. Disse faktorene fører til at det blir langt større variasjon i relativ fuktighet inne i byggene enn hva det var tidligere i eldre bygninger. På vinteren kan innvendig RF komme ned i hele 10 %, og på sommeren opp til 60 %. Denne store variasjonen av RF er det ikke alle materialer og utstillingsobjekter som tåler. For museumsbygg er det dermed vanlig å tilføre fuktighet i lufta gjennom ventilasjonsanlegget for å holde en stabil RF, rundt 45-50 %.

Byggherre ønsker seg stor fleksibilitet og skiftende utstillinger. Det er ønskelig å stille ut både gjenstander, foto og maleri. Per dags dato er det ikke planlagt befuktning av utstillingsarealene for å kunne holde en stabil RF rundt 45-50 %.

Byggherre har informert om at dersom museet skal stille ut gjenstander med spesielle klimakrav, er det ønskelig at dette blir ivare tatt ved f.eks. bruk av glassmonter som også ivaretar forhold knyttet til sikkerhet. Multiconsult ønsker å presisere at utstilling av malerier også kan utløse spesielle inneklimatekrav. Om det blir aktuelt å låne kunstverk og gjenstander fra andre, er det ofte et krav til å dokumentere at blant annet utstillingsarealet har et tilfredsstillende inneklimate.

Vi anbefaler sterkt at det blir gjort en ny vurdering om det skal stilles krav til relativ luftfuktighet lik 45-50 % i hele eller deler av utstillingsarealet. Dette bl.a. for å forhindre at fremtidige utstillinger blir ekskludert fordi utstillingsarealene ikke tilfredsstiller krav til inneklimate som er forventet i dagens museumsbygg. Dette utløser krav til ventilasjonsanlegget og ev. til rominndelingen.

Det er ikke planlagt lagring for kunst i det nye museumsbygget. Lagring av kunst stiller også strenge krav til inneklimate; temperatur, luftfuktighet etc.

De store variasjonene i innvendig luftfuktighet som illustrert i avsnittene over, påvirker også selve bygningskroppen. Her er det planlagt å benytte mye treverk; dekker og innervegger av massivtre, og tresøyler. Det må tas hensyn til blant annet svinn og svelling av organiske materialer som tre og trebaserte materialer, men også av hygroskopiske, porøse, uorganiske materialer. Spesielt må det tas hensyn til dimensjonsendringer, bl.a. ved at det legges inn spalter eller elastiske fuger som deler opp større sammenhengende treflater. Dette må vurderes nærmere i detaljprosjekt sammen med leverandør.

2.2 Uteklimate

Bygningens beliggenhet er ikke spesielt værhard i norsk målestokk. Likevel må det også her regnes med et til tider tøft klimate 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 regnskjermen er to separate sjikt, atskilt med et drenert hulrom, f.eks. i en utlektet kledning og en beskyttet fuge.

3. Lover, forskrifter og prosjektkrav

Plan- og bygningsloven stiller krav til de typiske bygningsfysiske ytelsene som omhandler fukt, varmeisolering, tetthet, energibruk, etc. Disse er gitt i byggeteknisk forskrift (TEK). Ny byggeteknisk forskrift trådte i kraft 1. juli 2017, TEK 17. For byggesøknader som er kommet inn til kommunen etter 1. juli 2017 og før 1. januar 2019, er det valgfritt å prosjektere og bygge etter enten TEK 10 eller TEK 17.

Nytt museumsbygg i Brekkeparken skal benytte TEK 10. Krav vedørende bygningsfysikk er i TEK 10 gitt i kapittel 13 *Miljø og helse* og kapittel 14 *Energi*.

Funksjons- og ytelseskravene gitt i TEK 10 vil normalt kunne oppfylles ved bruk av anerkjente og preaksepterte løsninger, f.eks. som vist i anvisninger i Byggforskserien 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 10 kap. 3 og forskrift om produktdokumentasjon (DOK).

4. Bygningsmessige energiytelser – forutsetninger

I TEK 10 (rev. 01.01.16), kapittel 14 stilles krav til energieffektivitet, som skal dokumenteres ved beregning av netto energibehov (energiramme). I forskriften stilles det dessuten krav til minstenivå til bl.a. bygningsdelenes U-verdier. Energikravene er presentert i notatet *814985-RIEn-NOT 01 Premissnotat energi – Nytt museumsbygg Brekkeparken*, og ikke gjengitt i dette notatet.

I Tabell 1 er det angitt foreløpige veiledende U-verdier og isolasjonstykkelser, samt forutsetning for normalisert kuldebroverdi og lekkasjetall.

Tabell 1 Forutsetninger og veiledende verdier for bygningsmessige energiytelser i forprosjekt.

Bygningsdel	Forutsetninger	Tiltak
U-verdi yttervegg, isolert bindingsverksvegg	0,19 W/m ² K	Isolasjonstykkelse $\geq$ 250 mm.
U-verdi yttervegg, betongelementer	0,18 W/m ² K	Isolasjonstykkelse 200-300 mm.
U-verdi yttervegg, mot terreng	0,13 W/m ² K	Isolasjonstykkelse 200-250 mm.
U-verdi tak og takterrasse	0,11 W/m ² K	Isolasjonstykkelse $\geq$ 350 mm i <u>gjennomsnitt</u> .
U-verdi tak utvendig dekke	0,16 W/m ² K	Isolasjonstykkelse 250-300 mm.
U-verdi gulv på grunn	0,13 W/m ² K	Isolasjonstykkelse 200-250 mm.
U-verdi gulv mot fri	0,15 W/m ² K	Isolasjonstykkelse ca. 300 mm.
U-verdi vindu og dører inkl. ramme og karm	1,0 W/m ² K	<u>Gjennomsnittlig verdi.</u>
U-verdi glassfasader plan 1	0,80 W/m ² K	<u>Gjennomsnittlig verdi.</u>
Normalisert kuldebroverdi	0,09 W/m ² K	Min. 100 mm kuldebrobryter. Kuldebrobryter i utkrageringer.
Lekkasjetall ved 50 Pa, n ₅₀	0,60 oms/h	Fokus på prosjektering og utførelse av tettetdetaljer.

For U-verdier i kursiv er det oppgitt ekvivalent verdi, dvs. inkl. varmebidrag fra grunn.

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 Kulebrobrytning

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.

I forprosjektet er det lagt til grunn en tabulert normalisert kuldebroverdi lik 0,09 W/m²K iht. NS 3031, tabell A.4. Det må da legges til grunn minst 100 mm kuldebrobryter i fasadene.

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.

I energiberegningene er det lagt til grunn et lekkasjetall (n_{50}) lik 0,6 luftvekslinger per time, som også ligger til grunn i energirammekravet i TEK 10.

De siste årene har det vært et høyt fokus på lufttetthet, og et lekkasjetall på $0,6 \text{ h}^{-1}$ 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.

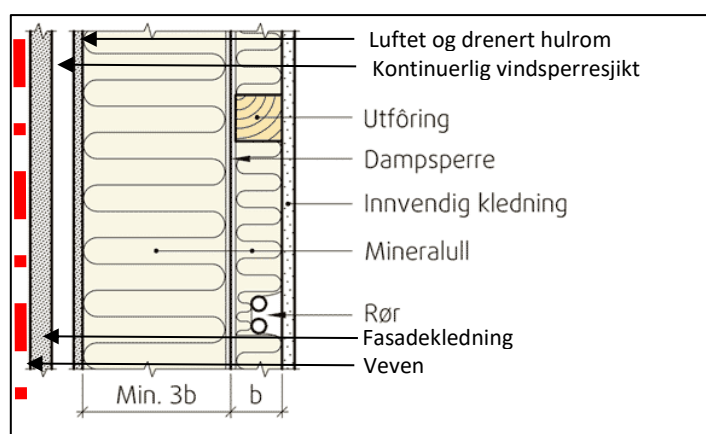
Minstekravet i TEK 10 til lekkasjetall ved 50 Pa er $\leq 1,5$ luftvekslinger per time.

5. Yttervegger

Det er foreløpig tiltenkt to typer ytterveggskonstruksjoner over terreng. Det er isolert bindingsverksvegg og isolerte veggelementer av betong.

5.1 Isolerte bindingsverksvegger

Det er planlagt å bruke isolert bindingsverksvegg i plan 2 og for noen områder i plan 1. Veggene må bygges etter prinsippet om to-trinns tetting, dvs. med en adskilt regntetning og vindtetning og med et ventilert og drenert hulrom mellom. For det nye museumsbygget i Brekkeparken skal det bygges en slags «vev» av treverk for å oppnå et spesielt fasadeuttrykk som vist i Figur 1. Denne veven vil ikke fungere som utvendig kledning og oppfylle kriteria til regntetning. Det må benyttes en egen fasadeplate som er fuktbestandig og som oppfylle kriteria for å benyttes som utvendig kledning. Bak denne fasadeplaten etableres det et luftet og drenert hulrom, og deretter et kontinuerlig vindspærresjikt. Se Figur 2 for prinsipiell oppbygging.



Figur 2 Prinsipp for isolert bindingsverksvegg med inntrukket dampspærre. Det er lagt til tekst og illustrasjon av veven, som markert med rødt, på figur hentet fra SINTEF Byggforsk.

Det er foreløpig lagt til grunn 250 mm isolasjon i ytterveggene. U-verdien avhenger av isolasjonstykkelse, treandelen i bindingsverksveggen og isolasjonskvaliteten som benyttes. I energiberegningene i forprosjekt er det lagt til grunn en U-verdi lik $0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$. For denne U-verdien er det forutsatt en isolasjonskvalitet lik $0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$, og at det benyttes 36 mm tykke stendere.

Det er nødvendig med dampspærre med tilstrekkelig diffusjonstetthet på innvendig side av isolasjonen. Det anbefales inntrukket dampspærre, ref. Figur 2. Vi anbefaler å benytte 0,2 mm tykk

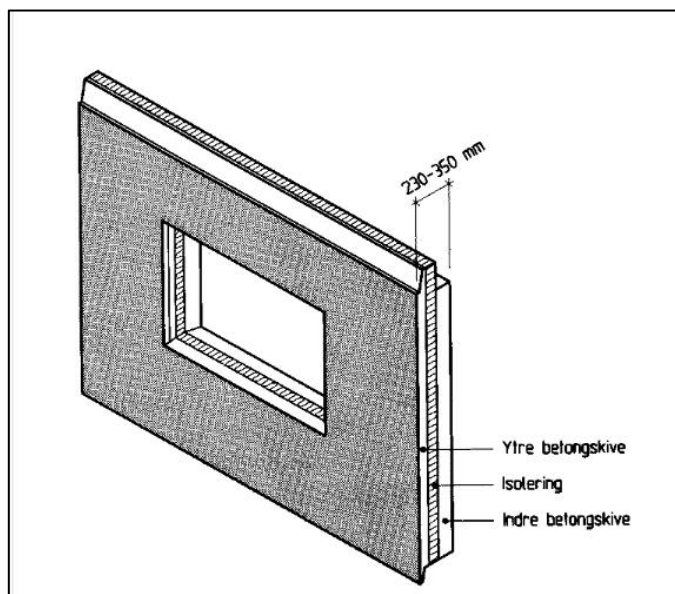
plastfolie som har god mekanisk styrke. Skjøter i dampsperran skal tapes og klemmes med egne klemlister eller innvendig platekledning. Det anbefales å tape skjøter i dampsperran mot et plant og fast underlag, som stendere, og ikke mot isolasjon. Dette anbefales selv om det benyttes innvendig kryssfôring. Ved å teipe langs et fast og plant underlag, reduserer en risikoen for utetthet skjøter i dampsperre (mht. folder og små glipper).

5.2 Isolerte veggelementer av betong

I plan 1 er det tenkt å benytte isolerte veggelementer av betong (sandwich). Disse sandwichelementene består av to betongskiver med isolasjon i mellom, enten mineralull eller plastisolasjon, se Figur 3.

Veggelementene kan utformes med en mengde varianter i form og overflate. Elementene kan brukes både i bærende og ikke-bærende fasader.

I energiberegningene er det lagt til grunn at disse elementene skal tilfredsstillende en U-verdi lik $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$. U-verdien til disse elementene avhenger av mange faktorer, eksempelvis størrelsen på elementet, antall utsparinger, bindere, isolasjonskvalitet osv. Leverandører av slike elementer er behjelpelig med å skreddersy elementer til ønsket U-verdi. Det kan antas at det må legges til grunn en isolasjonstykkelse rundt 200-300 mm.



Figur 3 Sandwichelement av betongskiver med mellomliggende varmeisolering. Figur hentet fra SINTEF Byggforsk.

Iht. Byggdetaljblad 523.611 *Betongelementer i fasader* fra SINTEF Byggforsk, bør man være spesielt oppmerksom på følgende forhold ved prosjektering og utførelse av isolerte veggelementer av betong:

- armeringens betongoverdekning, inkludert monteringsarmeringen
- fuger mellom elementer, rundt vinduer/dører og mot tilstøtende bygningsdeler
- beslag
- kuldebroer

Dette må ses nærmere på i detaljprosjekt sammen med leverandør av betongelementene.

6. Vinduer og dører

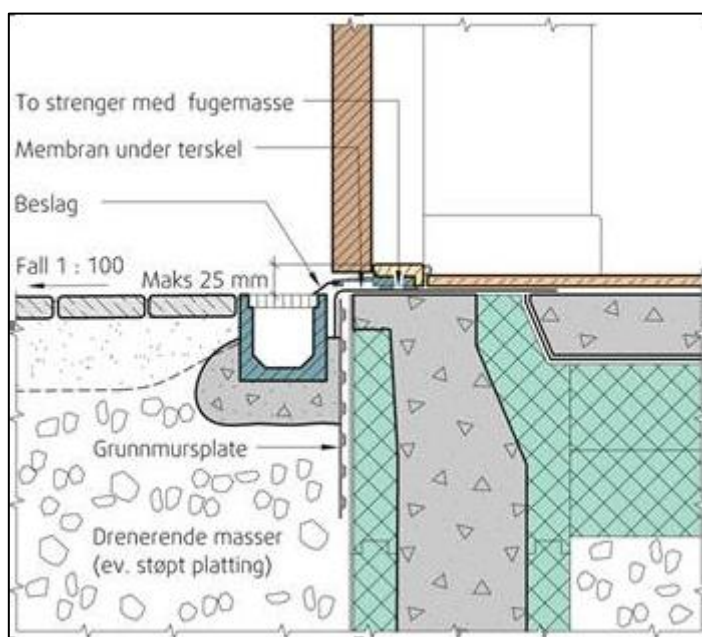
I energiberegningene er det lagt til grunn en gjennomsnittlig U-verdi på $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ for vinduer/glassfasader/dører. For glassfasaden i plan 1 er det lagt til grunn en gjennomsnittlig U-verdi lik $0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Store glassfelt/glassfasade må vurderes mht. kaldras og kaldrassikring. Risikoen for utvendig kondens og eventuelle motvirkende tiltak bør også vurderes.

Det er ikke lenger krav til total solfaktor på solbelastet fasaden i de nye energikravene, men krav til termisk komfort i § 13-4 i TEK 10 gjelder fremdeles, og må tilfredsstilles. Det må vurderes hvor mye veven som er tiltenkt på fasaden bidrar til solskjerming, kontra tradisjonell utvendig solskjerming som f.eks. persiener.

Prinsippet om to-trinns tetning med atskilt regnskjerm og lufttetning, med et luftet og drenert hulrom imellom, må benyttes også for vindusinnsetting. Dette må vises tydelig i detaljtegningene fra ARK.

Ifm. 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 og glassfasader ned til terrengnivå må prosjekteres med renne for å få til en fuktsikker løsning, se Figur 4.**



Figur 4 Prinsipp ytterdører og glassfasader ned til terrengnivå må prosjekteres med drensrenne for å få en fuktsikker løsning. Figur hentet fra SINTEF Byggforsk.

7. Tak

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

I energiberegningene ligger takene inne med en U-verdi på $0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$, tilsvarende ca. 350 mm isolasjonstykkelse. 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.

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, dvs. innvendig taknedløp. Det må tas hensyn til

nedbøyninger slik at det alltid er tilstrekkelig fall til sluk over alt, også ved full snølast. Det betyr at sluket plasseres midt i spennet, og ikke ved bærekonstruksjonenes opplegg, så fremt det ikke brukes nedsenkede renner.

Takene bygges med parapet, som bør ha høyde 200-300 mm over ferdig takoverflate. For øvrig skal taktekning alltid ha minst 150 mm oppkant på tilstøtende konstruksjoner.

Alle takmembraner/tekninger bør tetthetsprøves.

Vi anbefaler også at takene har en solid byggetidstekning i bunn (asfaltbasert taktekning), som også er dampsperre i ferdig tak.

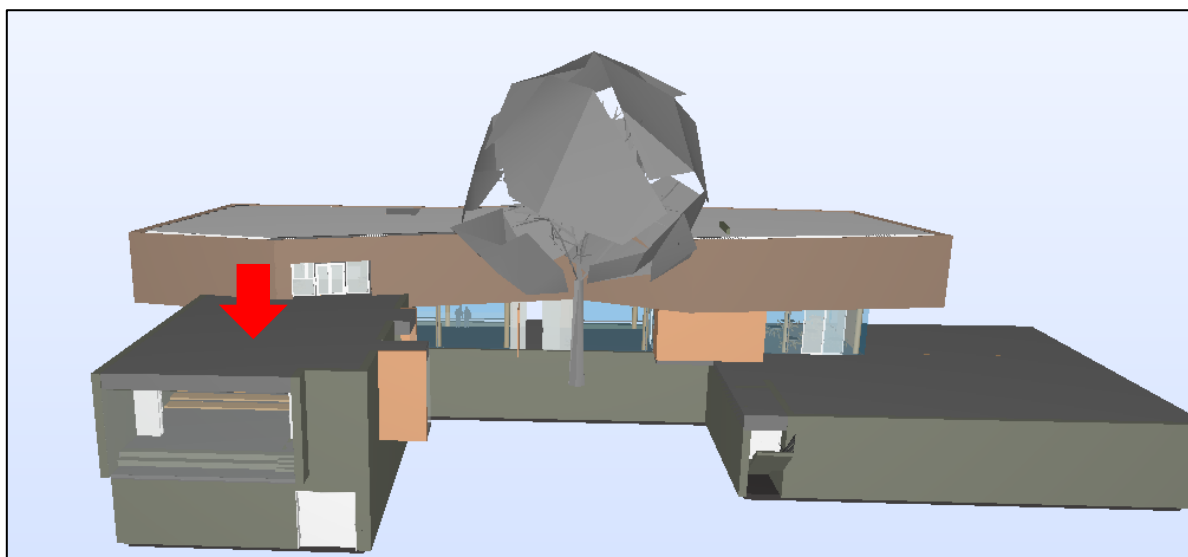
Videre bør følgende prinsipper for prosjektering/utførelse av kompakte tak følges:

- Horisontale beslag, for eksempel på parapet/gesims bør ha fall minst 1:5 innover. Beslagskjøter må falses.
- Gjennomføringer i tekningen (for eksempel piper, rør, kanaler, rekkverksinnfesting) må tekkes inn tilstrekkelig, gjerne ved bruk av mansjetter.
- Nødoverløp må plasseres slik at det raskt blir iverksatt tiltak dersom sluk går tett.
- Slukrenner skal alltid ha redusert isolasjonstykkelse, gjerne ned mot 100 mm i lavbrekk.
- Sluktype og klemring må tilpasses type taktekking.

Et «høyderegnskap» for bygget må utarbeides for å ivareta alle disse forholdene. Dette er et viktig styringsverktøy for videre prosjektering.

7.1 Takterrasse

Terrassen, som markert med rød pil i Figur 5, bør isoleres tilsvarende som hovedtaket, gjennomsnittlig isolasjonstykkelse på minimum 350 mm for å oppnå en U-verdi lik 0,11 W/m²K. Det anbefales en rettvendt konstruksjon, som for hovedtak, så fremt at terrassen er beregnet for lett trafikk. Membranen er da lett tilgjengelig for renhold, tilsyn og vedlikehold. Fall på membranen ved rettvendt konstruksjon må minimum være 1:100.

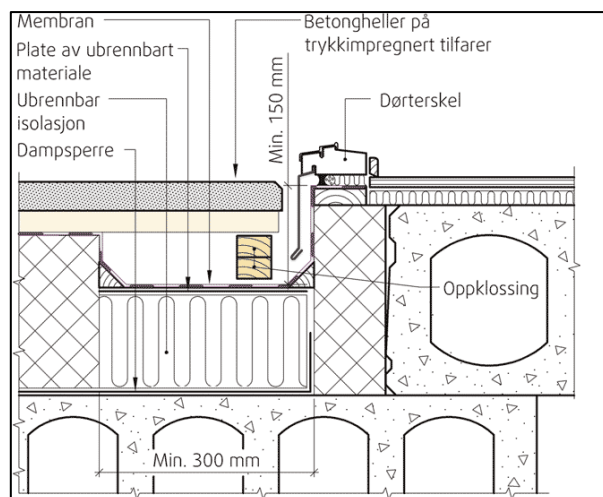


Figur 5 Takterrassen markert med rød pil. Utsnitt fra IFC-fil Brekkeparken 2017_11_10.

For rettvendte konstruksjoner kan det benyttes slitelag av tretremmer eller 50 mm tykke betongheller lagt på klosser. Det er ikke behov for fall på tremmene eller betongklossene, så fremt det er et åpent overflatesjikt med tilfredsstillende avrenning til membran. Membranen bør beskyttes med et beskyttelsessjikt, eksempelvis filterduk, eller andre beskyttelsestiltak som ekstra

membran under ev. labankene. Om det benyttes tretremmer må labankene monteres i fallretningen, ev. være oppdelt for å ikke hindre avrenning fra membranen.

Det anbefales å ha fall mot tilstøtende yttervegg, hvor det etableres en slukrenne. Det er langs yttervegg snøen vil smelte først, og ved bruk av slukrenne vil det være enklere å etablere tilstrekkelig membranoppkant foran dør. Anbefalt oppkant er 150 mm. Se Figur 6 for utførelse foran terrassedør. Isolasjonen i slukrennen kan være av skumglass.

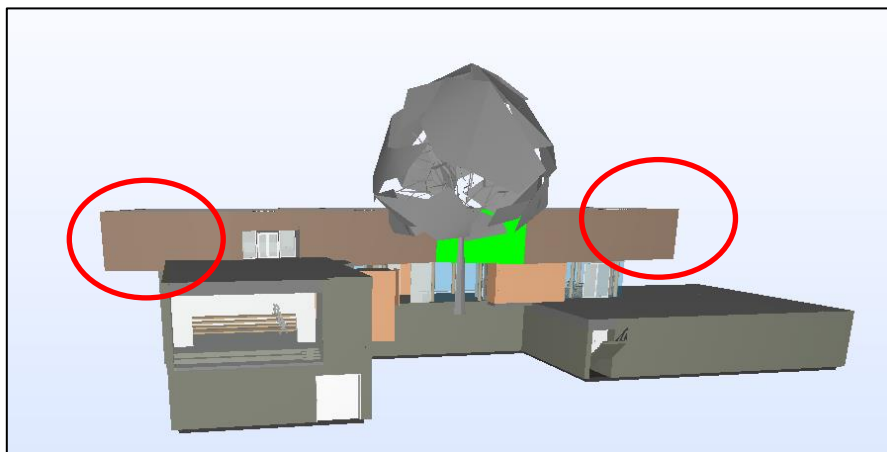


Figur 6 Utførelse foran terrassedør. (Kilde: Byggdetaljblad 525.304)

Viser videre til premisser stilt i kap. 7 for tak, som også er relevant for terrasser som er bygd opp med membran over isolasjonen, som eksempelvis innvendige nedløp, protekking på dekket osv.

8. Golv mot fri

Det er noe golv mot fri for bygget, se markering i Figur 7 som viser noen relevante områder. Det må sørges for god varmeisolering og god kuldebrobrytning for å unngå kalde golv og termisk diskomfort. Vi anbefaler at gulvene tilfredsstiller en U-verdi om lag $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, som samsvarer med det som er forutsett i energiberegningene på dette stadiet. Dette tilsvarer en isolasjonstykkelse på rundt 300 mm. Erfaringsvis er det lite høyde for å isolere golv mot fri, særlig når det er et mindre utstikkende areal med golv mot fri, slik som det er i dette bygget. Hvordan isolering av gulvet kan løses mht. krav til termisk komfort må vurderes nærmere i detaljprosjekt. Det kan være aktuelt å benytte andre isolasjonsmaterialer enn mineralull som har bedre varmekonduktivitet. Dette må vurderes opp mot krav til overflate, innfesting og brannkrav.



Figur 7 Takterrassen golv mot fri med røde sirkler. Utsnitt fra IFC-fil Brekkeparken 2017_11_10.

9. Konstruksjoner mot terreng

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 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. Byggdetalblad 573.344.
- For ev. konstruksjoner under grunnvannsnivå, må det utføres spesielle fuktsikringstiltak (f.eks. vanntett betong, spesielle kvaliteter av isolasjonsprodukt etc.).

9.1 Yttervegger mot terreng

Vegger mot terreng isoleres på utvendig side med antatt ca. 200-250 mm isolasjon. Det er lagt til grunn en ekvivalent U-verdi i energiberegningene lik $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$. En ekvivalent U-verdi vil si det er tatt hensyn til varmemotstanden i byggegrunnen. Beregninger skal gjennomføres. Over grunnvannsstand kan det benyttes både EPS og XPS, under grunnvannsstand bør det benyttes skumglass. Dersom veggene går opp over grunn bør isolasjonstykkelsen økes på øverste del av veggen. Dette detaljeres nærmere i detaljprosjekt.

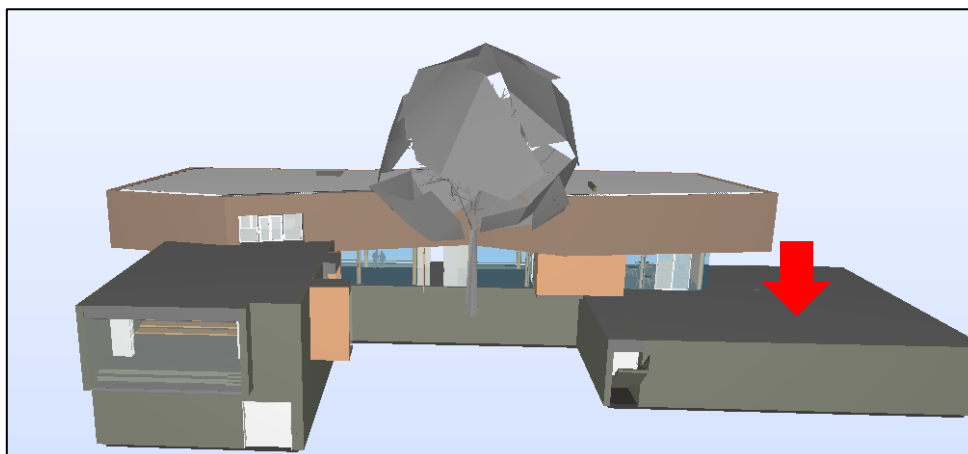
9.2 Golv mot grunn

Nødvendig isolasjonstykkelse i golv mot grunn avhenger bl.a. av gulvenes dybde under terreng.

Erfaringsmessig antas det at gulvet må isoleres med ca. 200-250 mm tykk isolasjon. I energiberegningene er det lagt til grunn en ekvivalent U-verdi lik $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$. 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).

9.3 Tak/dekke mot uteområde

Dekket mot uteområdet i utstillingsarealet i plan U må isoleres tilstrekkelig. Se Figur 8. **Det antas mellom 250-300 mm isolasjon er nødvendig. Det er viktig at denne isolasjonstykkelsen implementeres i videre prosjektering for å ikke senere komme i konflikt med øvrige terrengnivå og kvote-høyder.**



Figur 8 Dekke mot uteområde markert med rød pil. Utsnitt fra IFC-fil Brekkeparken 2017_11_10.

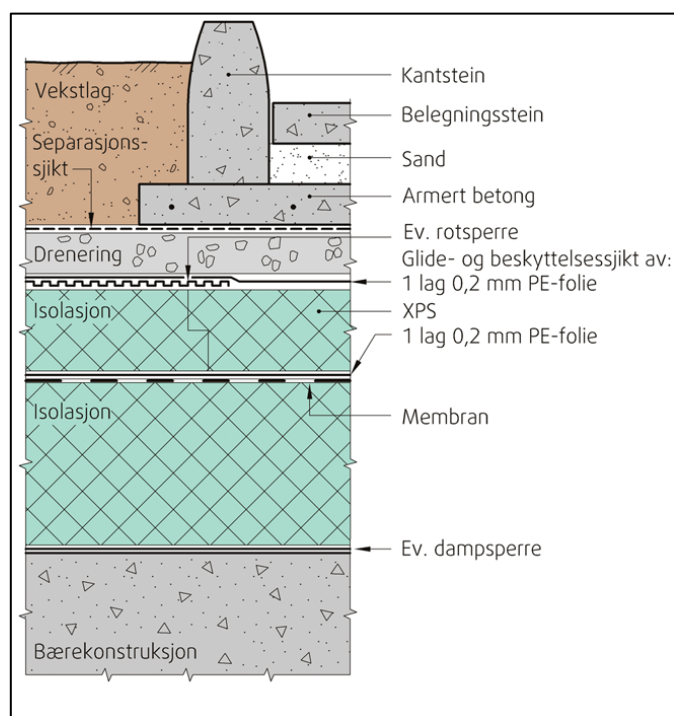
Det må avklares tidlig hvilke type belastning og beplantning dekket skal prosjekteres for i anleggsfasen og i driftsfasen. Eksempelvis er det slik at dersom dekket skal beregnes for regelmessig kjøreatkomst og snøbrøyting, samt omfattende beplantning, er det ofte behov for en påstøp. Dette må koordineres med RIB og LARK.

Avrenning og fuksikring av dekket må løses på en tilfredsstillende måte; det er ikke akseptabelt at det blir lekkasjer i underliggende utstillingsarealer.

Multiconsult anbefaler å benytte en duoløsning, hvor det er isolasjon på begge sider av membranen, ref. Figur 9. Med denne løsningen kan tilstrekkelig fall, som vil si min. 1:40 mot sluk, bygges opp i isolasjonssjiktet under membranen, samtidig som membranen blir beskyttet av et overliggende isolasjonslag. Isolasjonen over membranen må ha lukkede celler og lavt luftopptak, eksempelvis XPS eller skumglass. I tillegg til membranen mellom isolasjonslagene, bør det legges en membran, i form av grytetekking, over selve dekket (det som er markert med *Ev. dampsperre* i Figur 9), som vil fungere som en pro-tekking i byggeperioden, og som dampsperre og ekstra membran i driftsfasen.

Alternativt til en duoløsning kan det benyttes skumglassisolasjon i hele isolasjonssjiktet, med to lags asfaltteking over isolasjonen. Tilstrekkelig fall bygges da opp i isolasjonssjiktet. Ut i fra vår vurdering kan dette være en enklere løsning, men det må gjøres nærmere vurderinger av dette i senere faser hvor det også vurderes ev. beskyttelse av overliggende membran. Materialkostnaden til skumglass er gjerne litt høyere enn tradisjonell plastisolasjon. Det er viktig å ta hensyn til robusthet/løpsperspektivet, og vurdere kost-nytte verdi av de ulike løsningene opp mot dette.

Om det velges en annen løsning enn vår anbefaling som presentert over, f.eks. en løsning hvor det kun benyttes en membran på dekket med overliggende isolasjon, må denne ivareta tilstrekkelig avrenning og fall på membran for å redusere risikoen for lekkasjer. Preakseptert ytelse er fall på membranen min. 1:40. Ofte vil dette i praktisk si at fallet må etableres i selve bærekonstruksjonen.



Figur 9 Eksempel på utvendig dekke. Multiconsult anbefaler i tillegg å legge grytetekking på dekket, i det sjiktet som er markert i figuren med «Ev. dampsperre.» Figur hentet fra SINTEF Byggforsk.

10. Radon

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

Iht. TEK 10 § 13-5, første ledd, skal radonnivået holdes så lavt som mulig, og ikke overstige 200 Bq/m³ 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 egnet tiltak i byggegrunn som kan aktiveres når radonkonsentrasjon i inneluft overstiger 100 Bq/m³.

Tredje ledd: Annet ledd gjelder ikke dersom det kan dokumenteres at dette er unødvendig for å tilfredsstille 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 sannsynliggjøre at den er varig lufttett. Dette, sammen med at man legger til rette for senere tiltak, kan være en tilfredsstillende radonsikring.

Foreløpig legges 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) bør som et minimum legges til grunn for ordinære våtrom, som bad og kjøkken.

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