

Beregnet til
Hammar Kommune

Dokument type
Rapport

Dato
Februar, 2024

RIDABU BARNEHAGE

BYGNINGSFYSISK PREMISSRAPPORT

RIDABU BARNEHAGE

BYGNINGSFYSISK PREMISSRAPPORT

Oppdragsnavn **Ridabu Barnehage - Finsalvegen**
Prosjekt nr. **1350057229**
Mottaker **Hammar Kommune**
Dokument type **Rapport**
Versjon **02**
Dato **02.02.2024**
Utført av **Stergiani Charisi**
Kontrollert av **Bjørnar Heiskel**
Godkjent av **Bjørnar Heiskel**
Beskrivelse **Bygningsfysisk premissrapport**

Rambøll
Harbitzalléen 5
Postboks 427 Skøyen
0213 Oslo

T +47 22 51 80 00
<https://no.ramboll.com>

- 00 Ny rapport
- 01 Oppdatert forprosjekt
- 02 Totalentrepriseunderlag

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	2
2.	Om prosjektet	3
3.	Krav	3
3.1	Kapittel 13 Inneklima og helse	3
3.2	Kapittel 14 Energi	4
4.	Anbefalt løsninger – varmeisolering, fuktsikring og tetthet	4
4.1	Isolasjonskvaliteter	4
4.2	Gulv og konstruksjoner mot terreng	5
4.3	Yttervegger over terreng	6
4.4	Vinduer og dører	8
4.5	Tak og terrasse	10
4.5.1	Flatt tak	10
4.5.2	Skrå luftede tretak	12
4.5.3	Kuldebroer	14
4.6	Lufttetthet	15
4.7	Byggfukt	15
4.8	Radon	17
4.9	Våtrom	19

1. Innledning

Rambøll Norge AS er engasjert av Hammar Kommune til å prosjektere bygningsfysikken ved 'Ridabu Barnehage' prosjektet. Prosjektet ligger på Ridabu i Hammar Kommune og omfatter oppbygging av en barnehage i to etasjer.

Denne rapporten er en premissrapport som beskriver generelle krav og anbefalinger, samt prosjektspesifikke anbefalinger mht. bygningsfysikk på grunnlag av de problemstillinger som er kjent i forprosjektet.

Med bygningsfysikk menes klimaets påvirkning på bygningskroppen:

- Varmeisolering
- Fuktsikring av ytterkonstruksjoner
- Tetthet

Vi benytter resultater fra energiberegninger, presentert i egen rapport 'H-rap-001 Energikonsept-Ridabu Barnehage', til å beregne nødvendige isolasjonstykkelser for de aktuelle konstruksjonene.

I rapporten angir vi overordnende krav og anbefalinger for våtrom og radon. Vi gir også anbefalinger på materialvalg, fordi dette har betydning for fremtidig energibruk, fuktsikkerhet og bestandighet.

Ved prosjektering av bygninger kan det dukke opp problemstillinger som vi ikke alltid kan fange opp i den bygningsfysiske prosjekteringen. Dette henger ofte sammen med at ikke alle forhold er avklart i detalj på det stadiet. Denne rapporten inneholder derfor mange generelle råd og gir ikke konkrete svar på alle problemstillinger. Kontroll av detaljtegninger og løsninger foretas etter at disse er ferdig utarbeidet av arkitekten for å ivareta bygningsfysikken i prosjektet.

2. Om prosjektet

Prosjektet Ridabu Barnehage omfatter oppbygging av en barnehage. Bygget utføres i 2 etasjer med gulv på grunn. Takene utføres hovedsakelig som skråtak, med også noen enkelte kompakte tak egnet til ferdsel.

Bygningskroppen skal utføres med bæresystem av tre, mens yttervegger hovedsakelig utføres som en kombinasjon av massivtre og utfyllende bindingsverk av tre.

Bygningskroppen i prosjektet skal tilfredsstille krav for forskrift om tekniske krav til byggverk, TEK17, og oppnår Pluss-hus-nivå iht. FutureBuilt.

3. Krav

Bygget skal tilfredsstille krav i TEK17. De mest relevante kravene fra TEK med tanke på bygningsfysikk finner man under Inneklima og helse i kapittel 13 og Energi i kapittel 14. For dette prosjektet gjelder de følgende.

3.1 Kapittel 13 Inneklima og helse

§ 13-5 Radon

- (1) I bygning med rom for varig opphold skal årsmiddelverdi for radonkonsentrasjon ikke overstige 200 Bq/m³.
- (2) Bygning med rom for varig opphold skal:
 - (a) ha radonsperre mot grunnen, og
 - (b) være tilrettelagt for trykkreduserende tiltak i grunnen under bygningen som kan aktiveres når radonkonsentrasjonen i inneluften overstiger 100 Bq/m³.
- (3) Annet ledd gjelder ikke dersom det kan dokumenteres at tiltakene er unødvendige for å tilfredsstille kravet i første ledd.

§ 13-9 Generelle krav om fukt

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

§ 13-10 Fukt fra grunnen

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.

§ 13-11 Overvann

Terreng rundt byggverk skal ha tilstrekkelig fall fra byggverket dersom ikke andre tiltak er utført for å lede bort overflatevann.

§ 13-12 Nedbør

- (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 takteking eller takteking ikke er tilstrekkelig tett til å forhindre inntrenging av vann, skal underliggende konstruksjon beskyttes ved hjelp av et vanntett undertak.

§ 13-13 Fukt fra inneluft

Bygningsdeler og konstruksjoner skal prosjekteres og utføres slik at det ikke oppstår fuktskader på grunn av kondensert vanndamp fra inneluften.

§ 13-14 Byggfukt

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

§ 13-15 Våtrom og rom med vanninstallasjoner

(1) Våtrom skal prosjekteres og utføres slik at det ikke oppstår skade på konstruksjoner og materialer på grunn av vannsøl, lekkasjevann og kondens.

(2) I våtrom skal følgende minst være oppfylt:

- (a) Rommet skal ha sluk.
- (b) Gulv skal ha tilstrekkelig fall til sluk slik at bruksvann ledes bort.
- (c) Lekkasjevann skal synliggjøres og ledes til sluk.
- (d) Bakenforliggende konstruksjoner som kan påvirkes negativt av fukt, skal være beskyttet av et egnet vanntett sjikt. Gjennomføringer skal ikke svekke tettheten.

(3) I øvrige rom med vanninstallasjoner gjelder:

- (a) Gulv og vegger som kan bli utsatt for vannsøl, lekkasjevann eller kondens, skal utføres med fuktbestandige materialer.
- (b) Rommet skal utformes slik at eventuell lekkasje synliggjøres.
- (c) Bygningsdeler med innebygd sisterner eller lignende skal sikres mot fuktinntrengning fra lekkasje fra installasjoner.

3.2 Kapittel 14 Energi

Gjeldene energikrav i kapittel 14 er presentert i 'H-rap-001 Energikonsept-Ridabu Barnehage'.

4. Anbefalt løsninger – varmeisolering, fuktsikring og tetthet

4.1 Isolasjonskvaliteter

Ved beregning av U-verdier er det tatt utgangspunkt i isolasjonskvaliteter og tykkelser i de ulike bygningsdelene. Endring i isolasjonstype kan medføre at isolasjonstykkelsen må endres for å ivareta nødvendig U-verdi. Oppgitt deklartert varmekonduktivitet, λ_D , er maksimumsverdi som kan velges for å oppnå beskrevet U-verdi.

Tabell 1 U-verdier for fullt oppvarmede arealer

Bygningskomponent	U-verdi [W/m²K]	Referanse
Yttervegg bindingsverk	0,14	350mm mineralull, $\lambda_D=0,034$ W/mK, 48mm stender
Yttervegg massivtre	0,14	300mm mineralull, $\lambda_D=0,034$ W/mK, 48mm stender
Yttervegg betong	0,22	200mm påfôret mineralull, $\lambda_D=0,034$ W/mK, 48mm stender
Skråtak	0,12	350mm mineralull, $\lambda_D=0,034$ W/mK, sperrer av tre

Kompakt tak	0,12	300mm i snitt trykkfast mineralull, $\lambda_D=0,038 \text{ W/mK}$
Gulv på grunn	0,08*	300mm EPS/XPS, $\lambda_D=0,038 \text{ W/mK}$
Vinduer, dør, porter	0,80**	Ivaretas av leverandør

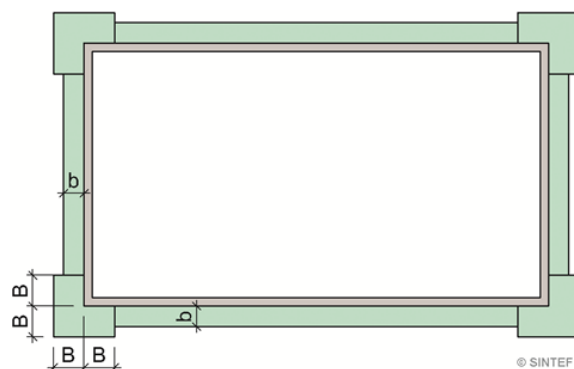
*ekvivalent verdi medberegnet varmemotstand av terreng

**gjennomsnittlig verdi inkludert karm og ramme

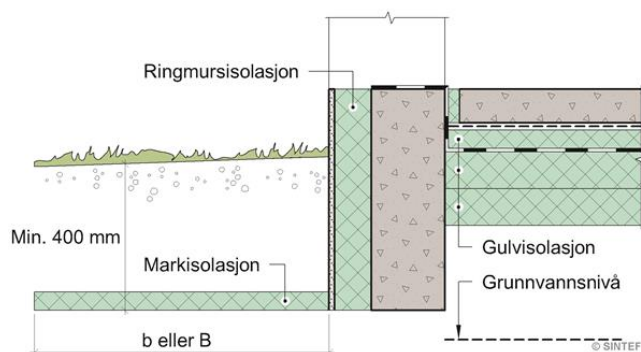
4.2 Gulv og konstruksjoner mot terreng

Bygget utføres med gulv på grunn. Gulv på grunn isoleres med min 300mm EPS/XPS under dekket.

Gulv på grunn over frostfri dybde skal markisoleres iht. dimensjonerende frostmengder i Hamar kommune. Gulv på grunn markisoleres med min 70mm XPS med varmekonduktivitet på $0,038 \text{ W/mK}$ i en bredde på 1m. I hjørner utvides bredden til 1,5m. Dette er representert i Figur 1 og Figur 2 med liten b og stor B henholdsvis. Sokkel isoleres med minimum 150mm trykkfast isolasjon med varmekonduktivitet på $0,038 \text{ W/mK}$ på fremsiden for å bryte kuldebro (Figur 2). EPS kan benyttes der det gjelder fuktbeskyttet bygningsdeler som sikres med membran eller grunnmursplate utenfor isolasjonen.



Figur 1 Markisolasjon langs yttervegger. Ved hjørner brukes den største bredden 'B' (kilde: BKS 521.112, Byggforskserien, mars 2019)



Figur 2 Prinsipp for plassering av markisolasjon og utvendig ringmursisolasjon ved ringmur med sålefundament (kilde: BKS 521.112, Byggforskserien, mars 2019)

Terrenget og oppfyllingen må justeres slik at det blir tilstrekkelig høydeforskjell på min 150mm mellom gulvnivå inne og ferdig terreng ute for å ivareta fuktsikkerhet mot bygget.

- Under terreng må alle konstruksjonene som ikke utføres vanntette sikres med et kapillærbrytende sjikt og drenering.
- Terrenget må som en hovedregel ha fall vekk fra bygningen (min. 1:50) på minst 3 m. Steder hvor det ikke er mulig, kan dette løses ved en fall langs veggen til lavereliggende terreng. Håndtering av overvann er behandlet i BKS 514.114 og 514.221. Dette avklares med LARK og RIV.
- Det bør legges drennsledning rundt bygningen. Ledningen legges med fall minst 1:200. BKS 514.221 beskriver prinsipper for hvordan dette kan utføres. Dette må ivaretas av VA/RIV.
- For de konstruksjonene som ikke støpes vanntett må det monteres grunnmursplate og isolasjon på yttervegger under terreng. Grunnmursplata avsluttes i overkant av terreng.
- Tilbakefyllingsmassene må være drenerende, f.eks. grov grus, pukk eller løs lettklinker. BKS 514.221 beskriver drenering og fuktsikring nærmere.
- Støpeskjøter, fuger og eventuelt andre utettheter i gulv/vegg må tettes for å unngå luftlekkasjer fra grunnen og inn i bygningskroppen (fuktsikring og radon).

4.3 Yttervegger over terreng

Yttervegger i prosjektet utføres i isolert bindingsverk av tre med luftet trekledning og noen enkelte felt med bygningsintegreerte solcelles som kledning.

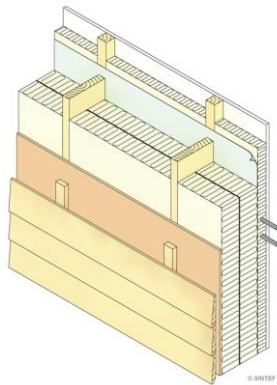
Alle yttervegger bør utføres etter prinsippet med to-trinns tetting. Dette gir best og sikrest beskyttelse for fasaden mot slagregn slik at regnvann som trenger gjennom kledningen kan dreneres ned ut gjennom luftespalten. Det er viktig at sammenføyninger, skjøter og gjennomføringer er lufttette i vindsperresjiktet, damptette i dampsjiktet og regntette i ytterkledningssjiktet. Tettemetode og materialer må tilpasses påkjenningene og være iht. leverandørens anvisninger.

Veggene med trekledning skal bestå av 300mm isolert bindingsverk av tre med 50mm innvendig utlekting med varmekonduktivitet på 0,034W/mK, noe som tilsvarer en U-verdi på 0,14 W/m²K. Figur 3 viser hovedprinsippet for oppbygning av en bindingsverkvegg med trekledning, og med innvendig påføring og inntrukket dampsperre. Massivtrevegger dekkes med vindsperredukt, før det fores ut med bindingsverk og 300 mm mineralullsisolasjon. Generelt sett kan maks ¼ av varmeisolasjonen plasseres på varm side av dampsperren for å unngå kondens.

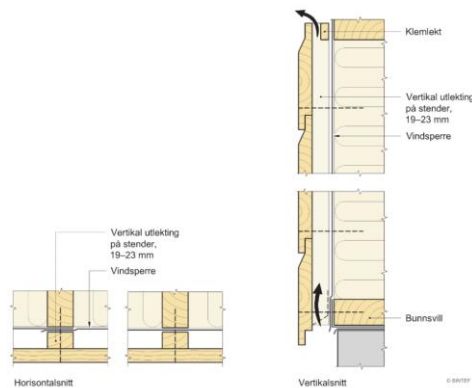
Kledningen må lektes ut 19-23 mm for å skape et luftet og drenert hulrom bak trekledningen (Figur 4). Luftrommet må være sammenhengende, og det må være lufting både i topp og bunn for drenering og gjennomlufting. Vann som driver inn bak kledningen, må kunne renne lett ned foran grunnmuren eller dreneres ut på beslag e.l. Tiltak i utlektingssjiktet for å hindre at mus trenger inn bak kledningen må ikke blokkere hele gjennomluftingen og drenering bak kledningen.

Trekledning bør avsluttes med minst 300mm avstand til bakkenivå for å hindre oppfukting og nedsmussing av kledningen. Hvis det er takutstikk og terrengoverflate som gjøre at det ikke spruter fra jord/vanndammer kan avstander fra trekledning til bakkenivå reduseres til 200 mm.

Byggdetaljene 523.255, 523.254 og 542.101 beskriver viktige prinsipper og momenter ved prosjektering og utførelse av yttervegger i bindingsverk av tre med trekledning.



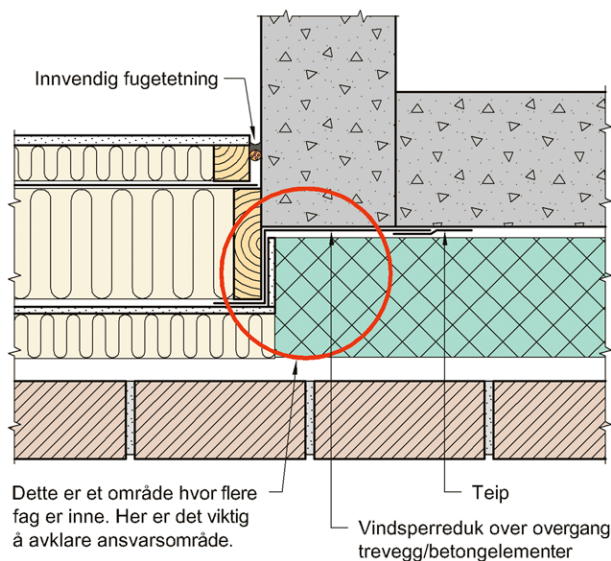
Figur 3 Prinsipiell oppbygning av bindingsverkvegg av tre med inntrukket dampsperre og utvendig trekledning (kilde: Byggetal 523.255, Byggeforskeren, september 2020)



Figur 4 Prinsippdetalj for yttervegg med utekledd kledning (kilde: Byggetal 542.101, Byggeforskeren, februar 2022)

Yttervegger med bygningsintegrerte solceller bygges også med 350mm isolert bindingsverk av tre med inntrukket dampsperre (Figur 3). Solcellene må lektes ut og monteres etter prinsippet for tottrinnsstetting, dvs. at de vil fungere som regnskjerm og vindspærren vil utgjøre luft- og vindtettingen. Det må være åpningen i øvre og nedre del av yttervegg med solceller for å opprettholde ventilering av hulrommet. Bygningsintegrerte solceller monteres etter leverandørs anvisninger. Spesielt må leverandørkrav til luftespaltens tykkelse følges. Det er viktig at fuger mellom platene blir beskyttet mot direkte innblåsing av regnvann og solstråling slik at vindspærren ikke utsettes til slagregn og direkte UV-stråling.

Betongveggene skal isoleres med 200mm påfôret isolasjon på utsiden. Overgang mellom bindingsverkvegg og betongvegger må tettes forsvalig mht. lufttetthet. Remse av vindsperre kan benyttes lokalt ved overganger (Figur 5).



Figur 5 Eksempel på tetting av overgangen mellom bindingsverkvegg og betongvegg vises i rød sirkel (kilde: Byggetal 520.401, Byggeforskeren, desember 2013)

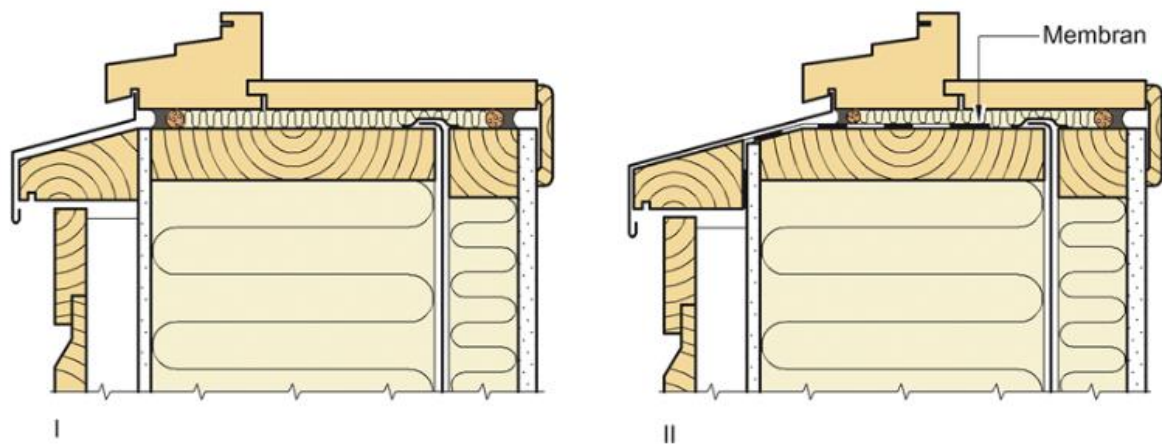
- Dampsperre må være tett i alle overganger.
- Fasadekledning, vinduer, dører og installasjoner som går gjennom vegger, skal utformes slik at skadelig fukt kan tørke ut.
- Eventuelt stendere og spikerslag må være av tre eller slissede stålstendere. Det er lagt til grunn trestendere ved angivelse av U-verdi. Stålstendere vil medføre høyere U-verdi til yttervegg.
- Bunnsvill av tre må ikke legges direkte på mur eller betong. Det må legges inn en svillemembran e.l. slik at det ikke er direkte kontakt mellom betong og organiske materialer.
- Luftet kledning i høye fasader skal deles opp med tanke på vannavrenning og lufting.

4.4 Vinduer og dører

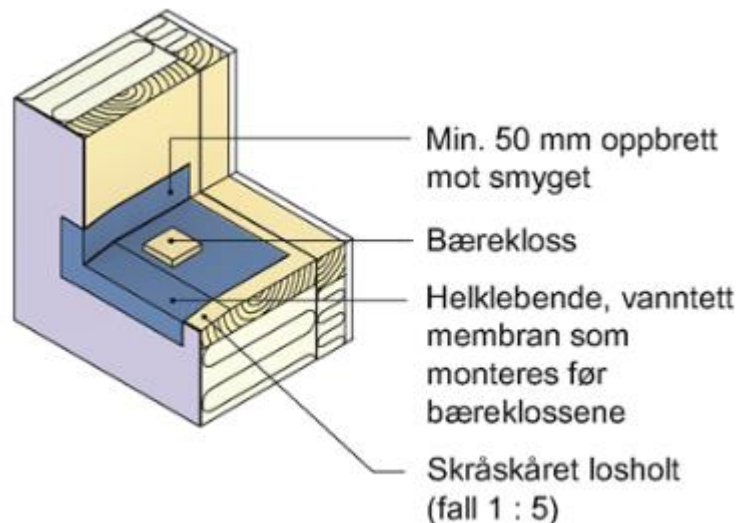
Vinduer og dører i dette prosjektet må ha U-verdi iht. gjeldene energiberegning. U-verdien er gitt som gjennomsnittlig verdi for dører inkludert karm/ramme, og må dokumenteres av leverandøren.

Vindu kan plasseres enten i flukt med GU (Figur 6, alternativ I), eller et stykke inn i vegglivet (Figur 6, alternativ II). Det første alternativet gir en akseptabel kuldebro for innfestingen og er en fuktsikker plassering. Plassering av vindu inn i vegglivet gir lavere kuldebroverdi men løsningen kan være mer sårbar for regnpåkjenninger. Prosjektet bør oppnå lav normalisert kuldebroverdi ifm. evaluering mot passivhus. Derfor anbefales det at vindu plasseres 20mm innenfor vindspærren. For en slik løsning må det monteres en vanntett, helklebende og heldekkende membran i smyget under vinduet og minst 50mm opp langs sidene i smyget, samt overlape vindspærren under vinduet (Figur 7).

Vinduer monteres etter leverandørens anvisning og med to-trinns tetting av fuger, men innsetting og detaljer rundt vinduene bør detaljeres/dokumenteres. Vannbrett over og under vindu dekkes med beslag. Vindusbeslag må ha fall utover, helst min 1:5. Beslagene må ha oppbrett i endene og bakkant, og hjørnene må være vanntette, eller en annen løsning som gir tilfredsstillende sikkerhet mot vanninntrenging.



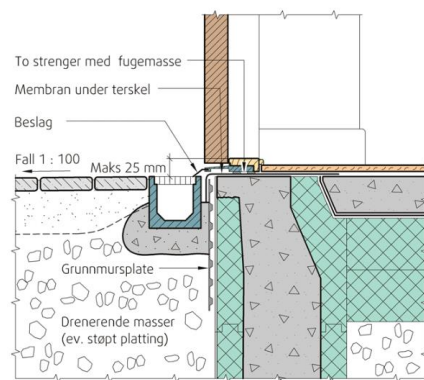
Figur 6 Innsetting av vindu i bindingsverkvegg: alternativ I: i flukt med GU, alternativ II: et stykke inn i isolasjonssjiktet (kilde: Byggdetalj 523.701, Byggforskserien, mars 2018)



Figur 7 Prinsipiell innsetting av vindu et stykke inn i isolasjonssjiktet. Helklebet, vanntett membran monteres i smyget under vinduet (kilde: Byggdetalj 523.701, Byggforskserien, mars 2018)

BKS 523.701 og BKS 523.702 beskriver de viktigste prinsippene for innsetting av vindu i bindingsverkvegger og betongvegger.

Løsninger ved inngangsdør må utføres slik at fuktsikkerheten mot bygget er ivarettatt, mens trinnfrihet beholdes. Foran inngangsdørene må det være en drensrenne eller fotskraperist med drenert grube (Figur 8). Ved dørterskel må man ha en membranoppkant på minst 50mm hvis den er beskyttet av overbygg på minst 1m. For inngangsarealer som ikke har overbygg bør det være en membranoppkant på minst 150mm mot dørterskel. Nødvendig høyde inn mot dørterskel kan løses ved en form for renneløsning. Renne/ristløsning sikrer at vann dreneres vekk og ikke blir stående mot dørterskelen.



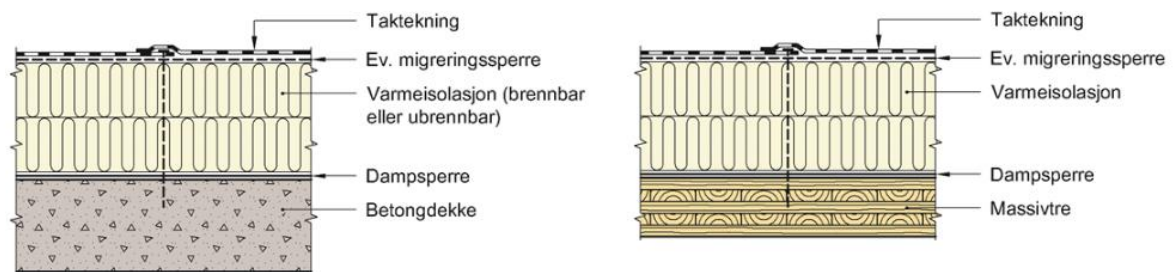
Figur 8 Prinsipiell løsning av inngangsparti ved terreng nivå med nedsenket renne foran døra for å ivareta fuktsikkerhet (kilde: Byggetalj 523.731, Byggforskserien, 523.731)

I samme linje med vinduer, anbefales det at alle dører også plasseres innenfor vindspærren mtp. kuldebro.

4.5 Tak og terrasse

4.5.1 Flatt tak

De fleste flatt tak skal bygges som kompakte rettvendte tak med isolasjon på oversiden av bærekonstruksjon og membran over isolasjonslaget. Tak skal i gjennomsnitt isoleres med 300mm trykkfast isolasjon med varmekonduktivitet på 0,038 W/mK. Ved sluk bør isolasjonstykkelsen ikke være mindre enn 100mm. Figur 9 viser prinsipiell oppbygging av kompakt rettvendt tak.

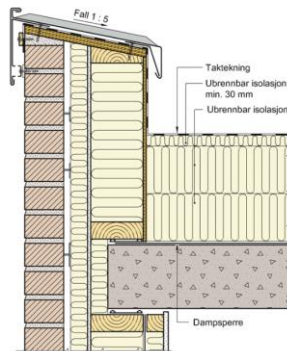


Figur 9 Prinsipiell oppbygging av rettvendt tak med bærekonstruksjon av betong og massivtre (kilde: Byggetalj 525.207, Byggforskserien, april 2018)

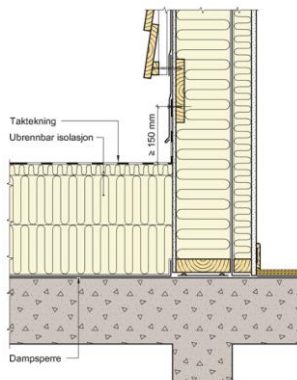
Optimalt sett legges dampspærre på varm side og membranen på kald side av isolasjonen. Det anbefales at massivtreelementenes fukttinnhold overvåkes og kontrolleres slik at fuktnivå ikke overskrider 15% før montering av dampspærren. Dette gjelder spesielt det øverste sjiktet av takelementene som vil ha begrensede uttørkningsmuligheter. Dersom massivtreet er fuktig bør man ikke legge dampspærre. Det må sørges at øverste sjiktet av massivtredekket er tørt nok før legging av dampspærre. Det anbefales at massivtreelementer for tak leveres med ferdig påmontert byggetidstekkin som skjøtes sammen umiddelbart etter at elementene er montert.

Det må utarbeides plantegninger med avmerket fall på takflatene og rennene. Fallet må planlegges slik at ikke noe avskjærer fallet på takflaten og gjør at det blir områder med stående vann. Fall på minst 1:40 på ferdig takflate anbefales. Rennene bør legges med fall minst 1:60. Kompakt tak skal ha innvendig nedløp.

Kompakt tak skal bygges med parapet. Taktekkingen må føres over hele parapeten og dekkes med beslag. Parapet bør være minimum 200-300 mm høy, og bør ha fall på min 1:5 på overflaten inn mot takflaten. Membran/tekking på tak og terrasser må føres så høyt opp på tilstøtende konstruksjoner at den har vanntett utførelse i en høyde på minst 150 mm, og avsluttes bak veggens vindsperre. Figur 10 og Figur 11 viser generelle prinsipper for fuktsikre avslutninger av membraner ved parapet og vegg.

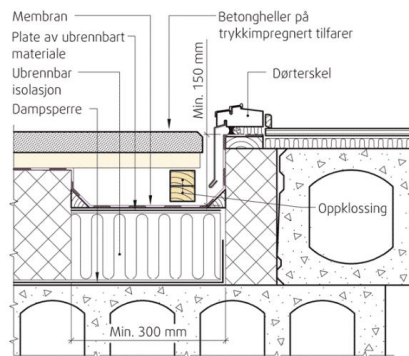


Figur 10 Eksempel på avslutning av takmembran mot parapet (kilde: Bygghetall 525.207, Bygghetallserien, april 2018)



Figur 11 Eksempel på avslutning av takmembran mot parapet (kilde: Bygghetall 525.207, Bygghetallserien, april 2018)

Ved dørterskel må man ha en membranoppkant på min. 50mm hvis terrassen er beskyttet av overbygg på minst 1m. For terrasser som ikke har overbygg bør det være en membranoppkant på min. 1m. Nødvendig høyde inn mot dørterskel kan løses med en form for renneløsning (Figur 12).

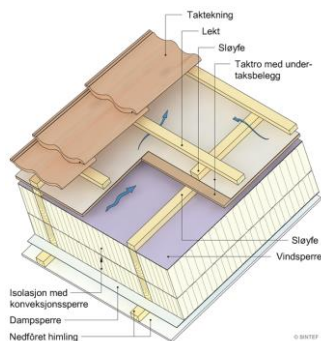


Figur 12 Eksempel av utførelse foran terrassedør med nedsenket renneparti (kilde: Bygghdetalj 525.304, Bygghforskserien, vår 2007)

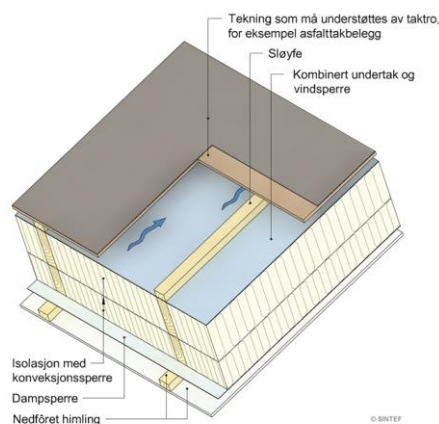
4.5.2 Skrå luftede tretak

Skråtak skal bygges som isolerte luftede tretak med bygningsintegrerte solceller som takteking. Utvendige nedløp skal benyttes i alle skråtak for avrenning av vann.

Skråtak luftede tretak kan bygges etter prinsipp med separat undertak og vindsperre (Figur 13), eller med kombinert undertak og vindsperre (Figur 14). Kombinert undertak må være vanntett og diffusjonsåpen. Dersom bygningsintegrerte solceller benyttes, anbefales det å bygge luftede tretak med kombinert undertak og vindsperre for enklere utførelse.



Figur 13 Prinsipiell oppbygging av skrått tretak med separat undertak og vindsperre (kilde: Bygghdetalj 525.101, Bygghforskserien, august 2021)

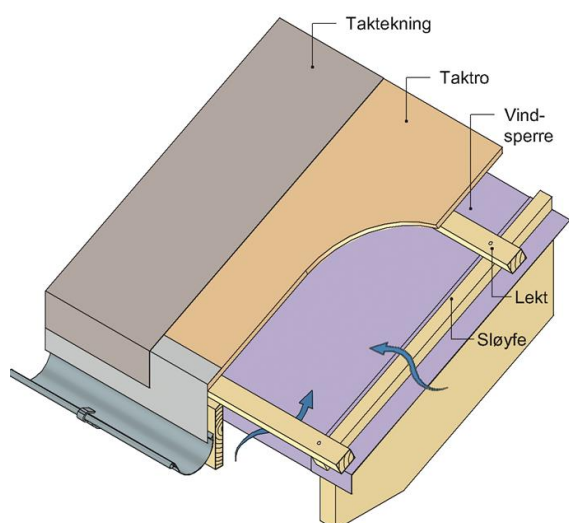


Figur 14 Prinsipiell oppbygging av skrått tretak med kombinert undertak og vindsperre (kilde: Bygghdetalj 525.101, Bygghforskserien, august 2021)

Luftingen av taket skal skje via luftespalter langs hele lengden og bredden av taket. Luftespaltens høyde avhenger av avstand mellom luftespalteåpninger for luftinntak og luftuttak. God lufting mellom vindsperre og taktro må ivaretas i isolert skråtak for unngå snøsmelting og sikre god drenering av kondensvann og inntrengt nedbør. Luftespalteåpningen for luftinntak og luftuttak skal være i raft (Figur 15). Taket må krysslufte for å forsikre tilstrekkelig lufting hele året rundt. Anbefalt sløyfe høyde er på 71 mm, som kan oppnås med 23 mm sløyfe for klemming av undertaksduk, og oppføring med 48 mm sløyfe på dette. For tak med krysslufting kommer nødvendig høyde på lektene i tillegg til nødvendig sløyfehøyde. Dimensjoner på lektene må velges mht. laster fra solceller på taket.

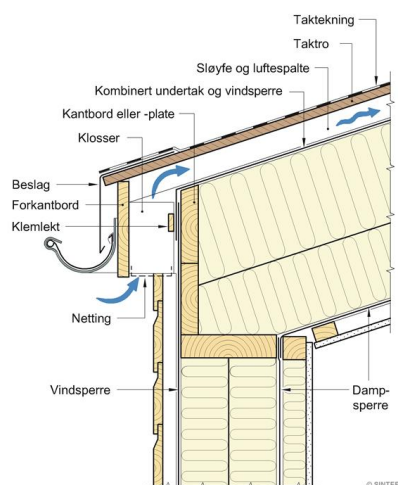


Figur 15 Skrått tretak bygges med lufting. Det er et flatt tak som bygges som kompakt. Det anbefales at tretak luftes på ved raft og møne.



Figur 16 525.002 Prinsipiell oppbygging av krysslufting under taktekking (kilde: Byggdetalj 525.002, Byggforskserien, februar 2018)

Lufteåpninger i raft skal være like store som sløyfehøyde. De må være åpne, men samtidig skjermet mot regn- og snøinndrev (Figur 17). Luftet tretak bygges med utvendig nedløp.



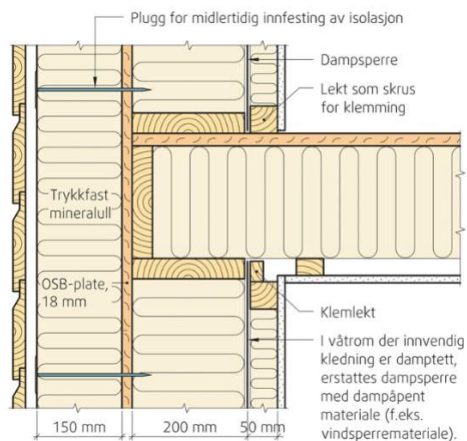
Figur 17 Prinsipiell oppbygging av isolert tretak med kombinert undertak og vindsperre og med lite takustikk. (kilde: Byggdetalj 525.101, Byggforskserien, august 2021)

Konstruksjonsdetaljer til alle typer tak og overganger mellom dem og tilstøtende konstruksjoner må utarbeides i detaljprosjektering.

- Dampsperre i tak skal legges med overlapp, eventuelt klemmes for å sikre tilstrekkelig tetthet.
- Vann fra tak skal ikke kunne trenge inn i bygningen eller føre til andre ulemper.
- Valgt takteking må ha dokumenterte egenskaper og holdbarhet (for eksempel SINTEF teknisk godkjenning). Dersom det benyttes asfaltbelegg eller folie må det utføres med sveisete skjøter.
- Alle skjøter må kontrolleres, spesielt T-skjøter.
- Gjennomføringer i taket er tette, og tekning er brettet opp.
- Fuktmfintlige materialer som treverk og liknende må ikke bygges mellom to tette sjikt i takkonstruksjonen.
- Vann fra flate tak ledes frostfritt bort gjennom innvendige nedløp eller ved bruk av andre tilfredsstillende løsninger. Alt vann bør ledes bort fra bygget, eventuelt til drenerende masser som hindrer fuktpåkjenning på bygningen. Dersom det er fare for at vann skal kunne fryse i renner eller nedløp må det monteres varmekabler. Det bør derimot prosjekteres på en måte slik at dette ikke blir nødvendig.
- Gjennomføringer burde grupperes ved høydepunkter på taket.
- Renner, sluk og liknende må lett kunne rengjøres. Det bør minimum være to sluk slik at vann kan renne til nabosluk dersom et sluk går tett. Eventuelt kan det benyttes overløp.
- Sluk, nedløp og liknende dimensjoneres av RIV.
- Byggdetaljblad 525.101, 525.002, 525.207, 525.324, 525.322 beskriver prinsipper og tilfredsstillende løsninger nærmere.

4.5.3 Kuldebroer

For å unngå store kuldebroer må alle bygningsdeler og overganger mellom bygningsselementer være godt isolert. For å oppnå energiambisjonene som er satt for å klare krav til Plusshus må normalisert kuldebroverdi ha en verdi lavere eller lik $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dette vil innebære kuldebrobrytere på min 100-150mm (Figur 18). Det skal utføres beregninger for å dokumentere at valgte løsninger oppnår en normalisert kuldebroverdi på $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ i detaljprosjektet.



Figur 18 Eksempel for tilslutning mellom yttervegg og etasjeskiller med kuldebrytere tilsvarende passivhus standard (kilde: Byggetalj 472.435, Byggforskserien, mai 2012)

For Ridabu Barnehage er følgende potensielle kuldebroer. Størrelse avhenger av utforming og dimensjoner:

- Bæresystem. Dvs. dekkekanter, bjelker, søyler, osv.
- Gulv på grunn
- Sokkeldetaljer
- Vindus- og dørinnsetting
- Parapetdetaljer

4.6 Lufttetthet

Lekkasjetallet for prosjektet skal ikke overstige $n_{50} = 0,5$ oms/h iht. gjeldene energiberegning.

Det er flere sjekkpunkter som må tas hånd om, men erfaringsmessig er punktene listet under blant de viktigste punktene:

- Generelt bør dampspærren i møte med betong enten føres forbi betongen, eller det legges elastisk fugemasse mellom dampspærre og betong før dampspærren klemmes fast med lekt.
- Kanaler i hulledekker må tettes i endene for å unngå lekkasjer.
- Vindsperre kan utføres med vindsperreplater eller vindsperreduk. Hvis ytterkledning er relativt åpen må det benyttes et vindsperreprodukt som tåler fukt og UV.
- Utførelse av fuger bør gjøres med bunnfyllingslist og tettemasse både innvendig og utvendig.
- Gjennomføringer i sperresjikt bør tettes med mansjetter.
- Tape og mansjetter må ha dokumenterte egenskaper for heft og levetid.
- Trekkerør som går gjennom klimaskjermen må tettes innvendig med fugemasse.

Hvis det er usikkerhet underveis i byggeperioden med hensyn på tetthet bør det gjøres tetthetsmålinger for å kontrollere at løsninger og utførelse gir tilfredsstillende lufttetthet. Lekkasjetallet n_{50} må måles og dokumenteres etter EN ISO 9972 ved ferdigstilling av bygget.

4.7 Byggfukt

Det må være fokus på å holde bygg og materialer tørre i hele byggeperioden. Trekonstruksjoner kan tørke saktere ut og vil ha risiko for skader ved høyt fukttinnhold. NS 3511/3512 og byggetalj 474.533 angir kritiske verdier for fukttinnhold i materialer. NS 3514 «Fuktsikker bygging - Planlegging og gjennomføring» angir hvordan fuktrelaterte hendelser skal håndteres og dokumenteres i løpet av utførelsesfasen.

Kritisk fukttilstand for trevirke som skal bygges inn eller overflatebehandles kommer frem i tabell 3 – Veiledende verdier for kritisk fuktinnhold i trevirke ved montering/innbygging (kilde: Byggdetalj 474.533, Byggforskserien, Mars 2018). Absolutt fuktinnhold i trevirke skal kontrolleres før montering/innbygging/maling iht. krav ved uavhengig kontroll.

Ved oppbygging med bæresystem av massivtre, må man ha spesielt fokus på beskyttelse av massivtre elementer. Massivtre er særlig fuktutsatte og de må værbeskyttes både ved lagring og oppføring slik at de ikke blir fuktige. Det må hensyntas at massivtrekonstruksjoner, f.eks. takelementer, tørker svært langsomt. Man må sørge for gode rutiner på byggeplass for å hindre oppfukting av massivtreelementene og lage plan (fuktkontrollplan) for å unngå fuktskader på massivtre. Byggfuktnivå i massivtre elementer (både vegg og tak) må overvåkes før montering av dampsperrerjikt for å sørge at det er tørt nok og ligger godt under kritisk fuktnivå.

Tabell 2 Veiledende nivåer for kritisk fuktinnhold i trevirke ved montering/innbygging kilde: Byggdetalj 474.533, Byggforskserien, Mars 2018)

	Beskrivelse	Grenseverdi (vektprosent)
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 ²⁾	20
	Konstruksjoner som tørker svært langsomt etter lukkingen, for eksempel vegger under terrengnivå.	15
Massivtre ³⁾	Konstruksjoner som tørker raskt etter lukkingen, for eksempel vegger over terrengnivå	20
	Konstruksjoner som tørker svært langsomt etter lukkingen, for eksempel takelementer med tett tekning	15
Trebaserte kledninger som skal males	Utvendig trepanel (ved grunnbehandling)	20
	Utvendig trepanel	15
	Innvendig trepanel	15
	Sponplater	12
	Trefiberplater	9

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

³⁾ Før montering av tettesjikt direkte på massivtreelementer i yttervegger og tak: Mål underlagets fuktnivå, finn fuktprofil gjennom elementet (motstandsmåling). Leveransefukt bør være tilpasset inneklime. Tilpasset fuktighet er spesielt viktig for elementer som skal monteres med synlige overflater.

Kritisk fukttilstand for betonggulv som skal dekkes av ulike gulvmaterialer er gitt i Tabell 3 - Veiledende nivåer for kritisk RF i betonggulv for forskjellige beleggtypen (kilde: Byggdetalj 474.533, Byggforskserien, Mars 2018).

Tabell 3 Veiledende nivåer for kritisk RF i betonggulv for forskjellige beleggtypen (kilde: Byggdetalj 474.533, Byggforskserien, Mars 2018)

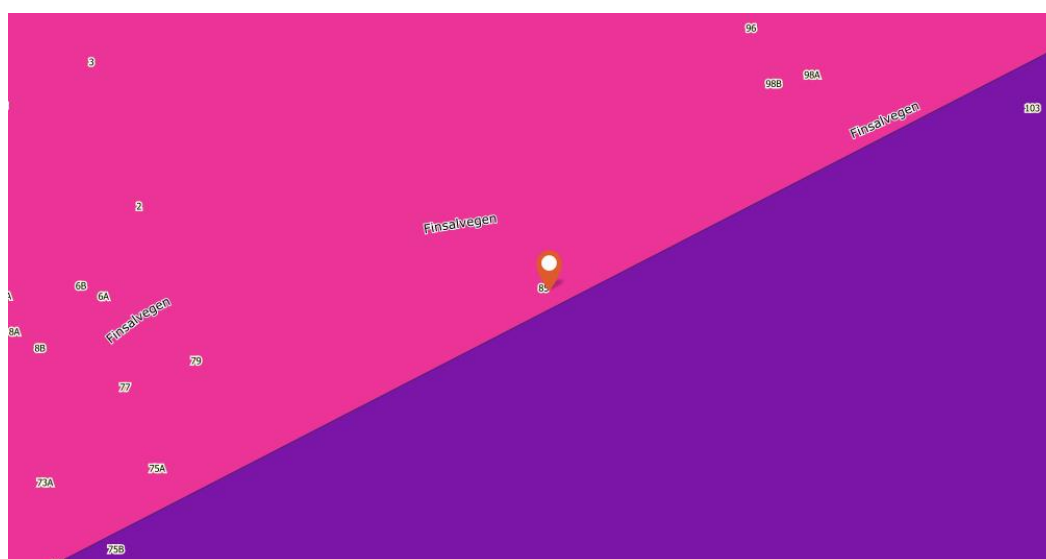
Golvbelegg	Kritisk RF %
Flytende gulv (f.eks parkett) på plastfolie Akrylbelegg (flytende form) Epoksy- og polyuretanbelegg (flytende form) Tekstilbelegg med naturmateriale uten belagt bakside (dampåpen) Tekstilbelegg med belagt bakside Vinylbelegg (mer enn 50 % fyllstoff) Linoleum Korkplater med plastsjikt på baksiden	90 ¹
Vinylbelegg (mindre enn 50 % fyllstoff) Påstrykningsmembraner Gummibelegg Banebelegg (vinyl, linoleum, gummi o.l.) på golv med golvvarme ²	85
Korkplater uten plastsjikt på baksiden Tekstilbelegg med jutebakside	80

¹Veiledning i TEK anbefaler at $RF_{kritisk}$ settes til 85 % ved legging av belegg på betong

² Etter at golvvarmen blir slått på vil det skje en omfordeling av fukt. For å unngå at fuktnivået ved limsjiktet kommer over 85 % etter at golvvarmen er slått på, må golv med golvvarme tørkes ned til 75 % RF.

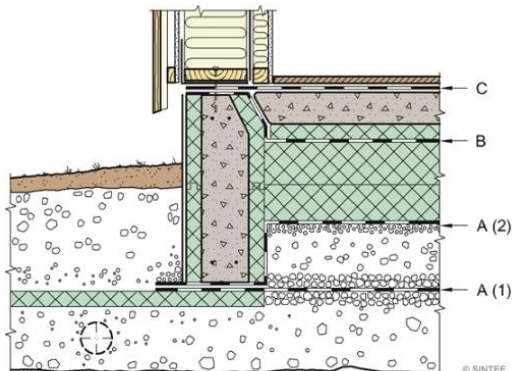
4.8 Radon

Prosjektet Ridabu Barnehage ligger i et område som NGU klassifiserer med høy til særlig høy aktsomhetsgrad mot radon (Figur 19).



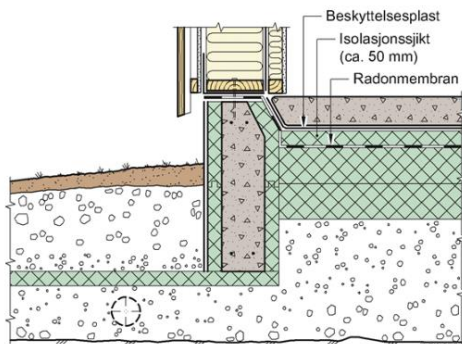
Figur 19 Radon aktsomhetsgrad for området (NGU, 2023)

Bygget skal utføres med gulv på grunn. Det må legges radonmembran under hele bygningen. Figur 20 viser alternativer til plassering av radonmembran i gulvkonstruksjonen.



Figur 20 Alternative til plassering av radonmembran (kilde: Byggedetalj 520.706, Byggforskserien, desember 2018)

Det anbefales å montere radonmembran i bruksgruppe B som illustrert i Figur 21. Radonmembran beskyttes på oversiden med et lag isolasjon på ca. 50mm, alternativt med dobbelt fiberduk. Det er viktig at det øverste isolasjonssjiktet blir forsvarlig beskyttet i bygningssfasen slik at det ikke blir fuktig.



Figur 21 Radonmembran i bruksgruppe B legges under et stykke isolasjon. Det øverste isolasjonssjiktet må beskyttes mot overliggende betong med plast. (kilde: Byggedetalj 520.706, Byggforskserien, desember 2018)

I tillegg til radonsperre må bygget tilrettelegges med mulighet for trykkreduserende tiltak under bygningen dersom radonkonsentrasjonen i inneluften overstiger 100 Bq/m³. Radonbrønner eller perforerte rør er vanligvis benyttet da de kan tilrettelegge ventilering av grunnen ved behov. Radonbrønner eller perforerte rør må plasseres og tilrettelegges med oppstikk som senere kan føres til friluft. Det er mulig at flere radonbrønner samles i et felles oppstikk. Oppstikk kan føres ut av bygningen via ringmur uten å perforere tettesjikt av bygget. Oppstikk må merkes med en godt synlig beskrivelse og det må planlegges for en eventuell framtidig vifte- og avkastplassering. Radonbrønner plasseres i et pukklag på minimum 200 mm under bygningen. Antall brønner må dimensjoneres ut fra bygningens grunnflate og produktets egenskaper iht. Byggedetalj 520.706. Dette ivaretas av leverandør. Brønner bør monteres minst 0,5 m fra yttervegg.

Antall gjennomføringer gjennom radonsperren bør være færrest mulig og hvis mulig bør rør og kabler samles. Tilslutninger, støpeskjøter og gjennomføringer må tettes forsvarlig iht. Byggedetalj 520.706. Tetting kan gjennomføres ved bruk av mansjetter eller flytende elastisk masse som har god heft til aktuelle materialer. Dette må ivaretas av RIB.

Tilkjøpte masser skal ha tilstrekkelig lav radonavgivelse iht. Statens strålevern – Maks 150 Bq/kg.

Nærmere detaljer rundt plassering og montering av radonsperre og dimensjonering av radonbrønner beskrives nærmere i byggdetalj «520.706 – Sikring mot radon ved nybygging» og «701.706 – Tiltak mot radon i eksisterende bygninger».

4.9 Våtrom

Våtrom skal ha vanntett golv med fall til sluk. Fall i golv må tilfredsstillende minst ett av følgende kriterier:

- 1:100 fall til sluk i hele golvet, eller
- Minst 25 mm oppkant over ferdig golv i hele golvet, unntatt ved dør hvor oppkanten må være 15 mm.

I tillegg må ett av følgende kriterier oppfylles for dusjonen:

- 1:50 fall til sluk minst 0,8 m ut fra sluket og i dusjens nedslagsfelt, eller
- 1:100 fall til sluk i dusjens nedslagsfelt og nedslagsfeltet nedsenket minst 10 mm, eller
- 1:100 fall til sluk i hele golvet.

Dersom våtromsnormen gjelder så er kravet 1:50 0,8 m ut fra sluk, 1:100 i resten av golvet og minst 25 mm høydeforskjell.

Våtrom må utføres av godkjente fagfolk og det anbefales å stille krav til kontrakt for utførelse iht. Våtromsnormen. Løsninger bør baseres på detaljer og prinsipper fra Sintef Byggforsk og Våtromsnormens systemer. Våtromsnormen krever at utførende entreprenør/håndverker har godkjenning av Fagrådet for våtrom. For å unngå skader er det viktig at man oppnår kontinuerlige vanntette sjikt og at fuktighet blir ledet ut av rommet. Enten ved hjelp av fall på overflater og sluk, eller tilstrekkelig ventilasjon.

Øvrige punkter:

- Det må være samhengighet mellom membran, sluk og slukmansjett.
- Vegger i vannpåkjennte soner skal ha membran med tette overganger til golvmembran. Overgangen mellom golv og vegg må være stabil slik at membran ikke sprekker.
- Gipsplater bør unngås i arealer med vannsøl. Det er tillatt med fliser på gipsplater iht. preakseptert løsninger, men denne løsningen har vært utsatt for en del skader. Vegger bør bygges opp av mur, betong eller våtromsplater.
- Det må ikke være rørgjennomføringer i vannpåkjennte soner, unntatt tilførsel av vann til dusj.
- Vannrør bør utføres som rør-i-rør system med tilbakeledning av lekkasjevann til rom med vanntett golv og sluk.
- Betonggolv og påstøper må svinarmes slik at membran og fliser ikke sprekker.
- Smøremembran er ømfintlig for alkalisk fukt. Ved bruk av smøremembran anbefales lavalkalisement i betong/påstøp. Det er spesielt viktig at smøremembran legges med tilstrekkelig tykkelse iht. produsentens anvisning.
- Innebygde installasjoner skal utføres slik at konstruksjonen rundt sikres mot fuktinntrengning ved eventuelle lekkasjer.
- Golv i tekniske rom og kjølerom bør ha vanntett golv og fall til sluk.