

Premissrapport Bygningsfysikk

Os Skole



Revisjonshistorikk

Rev:	Dato:	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av
00	2024-03-04	Opprettelse av rapport	NOELOI	NORITA

Prosjekt: Os Skole
Prosjektnummer: 10235760
Kunde: Os Kommune
Dato: 18.03.2024
Opprettet av: None
Dokumentreferanse \\notrdfs001\oppdrag\31666\10235760_os_skole_e_-_prosjekteringsgrunlag\000_os_skole_-_prosjekteringsgrunlag\06 dokumenter\08 ribyfy\03 rapporter\01 premissrapport\premissrapport bygningsfysikk os skole_a.docx

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	4
1.1	Prosjektbeskrivelse.....	4
1.2	Bygningsfysisk prosjektering	4
1.3	Grensesnitt	4
2.	Klima.....	6
2.1	Lokale klimaforhold.....	6
3.	Generelle føringer.....	7
3.1	Energikrav	7
3.2	Normalisert kuldebroverdi	7
3.3	Lufttetthet.....	7
3.4	Materialvalg og tilslutninger mellom materialer	8
4.	Radon	9
4.1	Forskriftskrav	9
4.2	Prosjektspesifikke løsninger	9
4.2.1	Radonsperre.....	10
4.2.2	Radonbrønn.....	11
5.	Klimaskall	12
5.1	Gulv	12
5.1.1	Gulv på grunn med ringmur.....	12
5.1.2	Gulv under terreng, kjellergulv	13
5.2	Yttervegger under terreng	15
5.2.1	Kjellervegg i plasstøpt betong	15
5.3	Yttervegger over terreng	16
5.3.1	Bindingsverk av tre.....	16
5.4	Vinduer og dører.....	18
5.4.1	Innsetting av vindu i bindingsverk	18
5.5	Tak.....	19
5.5.1	Kompakte tak med betong	19
5.5.2	Parapet	20
5.5.3	Sluk og fallforhold på flate tak	21
5.5.4	Gjennomføringer	22
6.	Spesielle rom.....	24
6.1	Våtrom	24
6.2	Tekniske rom og rom med vanninstallasjoner	25
7.	Utvendig fuktsikring	26
7.1.1	Generelt om drenering av overflatevann	26
8.	Spesielle forhold i byggefasen	27
8.1	Fuktsikker byggeprosess	27
8.2	Uavhengig kontroll bygningsfysikk (UK UTF).....	27

1. Innledning

Sweco er engasjert for å utføre bygningsfysisk rådgiving for Os Skole. Dette er en bygningsfysisk premissrapport som oppsummerer forslag til løsninger, anbefalinger og prinsipper for videre prosjektering og utforming av detaljer. Den inneholder også premisser for å gi fuktsikre og energieffektive løsninger, i tillegg til løsninger som ivaretar krav til radonsikring..

1.1 Prosjektbeskrivelse

Sweco har fått i oppdrag av Os kommune å utføre bygningsfysisk rådgiving for Os Skole. Prosjektet omfatter tre byggetrinn, hvorav BT1 innebærer div. innvendig renovering, nytt tilbygg med ny sidescene (Apollon) og underliggende kjeller, samt tilbygg med klasserom. BT2 og BT3 er opsjoner. BT2 rører bare innvendige arealer og ikke klimaskillet, med unntak av utbygging av noen vinduer. BT3 innebærer utvidelse av kjelleren som ble bygd i BT1, samt et nytt bibliotek over denne kjelleren.

1.2 Bygningsfysisk prosjektering

Bygningsfysikk omhandler det ytre og indre klimaets påvirkning på konstruksjonen. Hovedområdene oppsummeres gjerne som varme-, luft- og fukttransport og materialbruk. Faget har grensesnitt mot flere fagfelt, men først og fremst arkitektur, klimateknikk og byggeteknikk. Dette forutsetter et nært samarbeid med arkitekter og øvrige rådgivere/ prosjekterende og premissgivere (RIFs Ytelsesveileder).

Bygningsfysisk prosjektering vil innfri krav til ansvarsrett iht. byggesaksforskriften. Prosjektering omhandler fuktsikkerhet, energieffektivitet og stråling. Bygningsfysikk er underlagt uavhengig kontroll, nedfelt i Forskrift om byggesak (SAK 10).

1.3 Grensesnitt

Bygningsfysikk har et kravgrunnlag gitt i Teknisk Forskrift (TEK 17). Krav med tanke på fukt- og energiprosjektering finnes i relevante deler av TEK 17 kapittel 13 og kapittel 14.

Bruk av preaksepterte løsninger fra SINTEF Byggforsk tilfredsstillende generelt løsninger mot TEK 17. Variasjoner og andre løsninger skal dokumenteres gjennom relevante analyser og vurderinger.

Prosjektet skal tilfredsstillende følgende krav som er relevante for bygningsfysisk prosjektering:

- TEK17

Tabell 1: Bygningsfysisk grensesnitt i prosjektet. H=hovedansvar, D= delansvar og RIByfy bistår med inndata til ansvarlig prosjekterende, O=ansvar som kan utløses som opsjon.

§ 13-4 Termisk inneklime	D/O	Termisk inneklime i bygninger påvirkes blant annet av soltilskudd, som igjen henger sammen med fasadens utforming. Solskjerming og glassareal påvirker inneklime og energibehov. Normalt RIV som har hovedansvar.
§ 13-5 Radon	H	RIByfy er ansvarlig for å gi premisser om nødvendige sperresjikt for bygningsdelene. Radonsikring blir en naturlig del å vurdere sammen med oppbygging av gulv. RIB er ansvarlig for å tegne radonsikring. RIV er ansvarlig for å dimensjonere og tegne tilrettelagte tiltak i byggegrunnen, som for eksempel radonbrønner.
§ 13-7 Lys	D/O	Dagslys i bygninger påvirkes blant annet av glassareal. Dette berører grensesnitt mot energibehov og termisk komfort. Normalt er dette underlagt arkitekturprosjektering, men RIByfy kan bistå med rådgivning, beregninger og dokumentasjon av dagslysforhold.
§ 13-9 Generelle krav om fukt	H	RIByfy er ansvarlige for å gi premisser for løsninger til øvrige prosjekterende. ARK og RIB tegner og RIByfy gjennomgår detaljtegninger for å kontrollere at premissene er ivaretatt.
§ 13-10 Fukt fra grunnen	H	RIByfy er ansvarlig for å gi premisser for løsninger til øvrige prosjekterende. Øvrige prosjekterende tegner inn løsninger. RIByfy kontrollerer at premissene er ivaretatt i løsningene.
§ 13-11 Overflatevann	H	RIByfy er ansvarlig for å gi premisser for løsninger til øvrige prosjekterende. LARK, ARK eller andre aktuelle prosjekterende tegner løsninger. RIByfy kontrollerer at premissene er ivaretatt i løsningene.
§ 13-12 Nedbør	H	RIByfy er ansvarlig for å gi premisser for løsninger til ARK. ARK tegner sikring mot nedbør og RIByfy gjennomgår detaljtegninger for å kontrollere at premissene er ivaretatt.
§ 13-13 Fukt fra inneluft	H	RIByfy er ansvarlig for å gi premisser for løsninger til ARK. ARK tegner løsninger og RIByfy gjennomgår detaljtegninger for å kontrollere at premissene er ivaretatt.
§ 13-14 Byggfukt	H	RIByfy er ansvarlige for å gi premisser for løsninger i prosjekteringsfasen. Entreprenør vil være ansvarlig for å sikre lavt nivå av byggfukt før innbygging.
§ 13-15 Våtrom og rom med vanninstallasjoner	H	RIByfy er ansvarlig for å gi premisser for løsninger til ARK. ARK tegner løsninger og RIByfy gjennomgår detaljtegninger for å kontrollere at premissene er ivaretatt.
§ 14-1 Generelle krav energi	H	RIByfy er ansvarlig for å gjøre nødvendige vurderinger, gi premisser til øvrige prosjekterende og kontrollere at premissene blir ivaretatt i prosjekteringen.
§ 14-2 Krav til Energieffektivitet	H	RIByfy er ansvarlig for å gjøre nødvendige vurderinger, gi premisser til øvrige prosjekterende og kontrollere at premissene blir ivaretatt i prosjekteringen for første til og med femte ledd. Sjette ledd vil RIV være ansvarlig for å oppfylle.
§ 14-3 Minimumskrav til energieffektivitet	H	RIByfy er ansvarlig for å gjøre nødvendige vurderinger, gi premisser til øvrige prosjekterende og kontrollere at premissene blir ivaretatt i prosjekteringen for første ledd. Andre ledd vil RIV være ansvarlig for å oppfylle.
§ 14-4 Krav til løsning for energiforsyning	D	Energiforsyningskravet baseres på energiberegningene. RIV er ansvarlig for å velge energikilde som oppfyller kravet. RIV og ARK er ansvarlige for å planlegge en felles varmesentral.
§ 14-5 Unntak og krav til særskilte tiltak	H	RIByfy er ansvarlig for å gjøre nødvendige vurderinger, gi premisser til øvrige prosjekterende og kontrollere at premissene blir ivaretatt i prosjekteringen.

2. Klima

2.1 Lokale klimaforhold

Klimaendringer i årene fremover kan gjøre at påkjenningene øker og at risikoen for fuktskader blir større. Bygningen må derfor prosjekteres og bygges også for å kunne motstå fremtidens klimapåkjenninger.

Frostmengde brukes ved dimensjonering av frostsikring for ledninger, fundamenter og veier. Den gir også en indikasjon på frostforhold for nedløp, renner og flate tak. For bygninger benyttes en frostmengde som antas å kunne forekomme minst en gang i løpet av 50 eller 100 år. Valg av klasse avhenger av bygningens evne til å tåle bevegelser, og hvor følsom den er for telehiv.

Noen av de mest sentrale klimadataene for Rørø er vist i Tabell 2.

Tabell 2: Dimensjonerende verdier for lokalt klima (BKS 451.021), (BKS 451.031)

Årsmiddeltemperatur θ_m [°C]	1,0
Frostmengde F50 [h°C]	48 000
Frostdybde H_o [m]	2,5
Normalregn summert på horisontal flate [mm/år]	537

Ved en eventuell kontroll av kondens i bygningskonstruksjoner, benyttes kaldeste tre-døgns middeltemperatur, basert iht. måletemperatur fra Meteorologisk institutt, gjengitt i BKS 451.021 og 451.031, og innvendig temperatur samt relativ fuktighet jfr. TEK17 § 13 og NS-EN:13788.

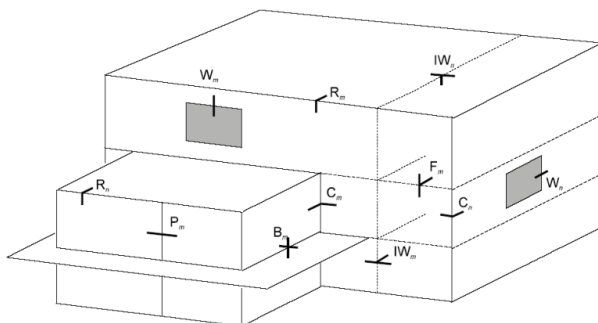
3. Generelle føringer

3.1 Energikrav

Energikrav dokumenteres i egen energirapport.

3.2 Normalisert kuldebroverdi

For dette prosjektet er det satt et krav til normalisert kuldebroverdi på 0,09 W/m²K, dette tilsvarer 100 mm kuldebrobryter. For å oppnå et energieffektivt bygg er det viktig at kuldebroer reduseres i størst mulig grad. Særlig kritiske områder for kuldebroer er typisk rundt vinduer og i overgang mellom dekker og balkong, og mellom dekker og svalgang. Typiske områder hvor kuldebroer opptrer er vist i Figur 1.



Figur 1: Plassering av typiske kuldebroer for en bygning (NS-EN ISO 14683). Vindusfuger (W), hjørner (C), gesims (R), etasjeskille mot ytterfasade (F), sokkel (GF), bæresøyle-bjelker i vegg (P) og IW søyler/bjelker i klimaskillet

3.3 Lufttetthet

Kravet til lufttetthet i dette prosjektet er satt i gjeldende energirapport. Verdien for N_{50} er satt til 0.6 luftutskiftninger per time. For å oppnå denne verdien må man fokusere på tetthet i både prosjektering og utførelse. Elementene under vil kunne være med på å ivareta et lavt lekkasjetall:

- Reduser lengdemeter med skjøter i damp- og vindsperresjiktet.
- I tillegg til god klemming av skjøter i damp- og vindsperresjiktet bør det benyttes tape over skjøtene for å sikre kontinuitet. Der det er mindre aktuelt med tape kan fugemasse benyttes i overlappene eller mot andre materialer.
- Det benyttes vind- og dampsperssjikt med SINTEF Teknisk Godkjenning.
- Overgang mellom detaljer fra fasadeleverandør og arkitekt må detaljeres for å sikre luft- og damptette overganger.
- Der tape benyttes til tetting stilles følgende krav:

- Produktet må ha dokumenterte egenskaper når det gjelder langtidbestandighet, heft til det aktuelle underlaget, og eventuelle krav til elastisitet og montasjeklima (utetemperatur og fukt i underlaget).
- For tetting av skjøter i vind- og dampsperrsjikt benyttes tapeprodukt tilpasset sperrsjikt.
- Ha spesielt fokus på tetting rundt vinduer og dører. Mange entreprenører har erfaringer og preferanser for tettemetoder rundt vinduer, så ARK bør konferere med entreprenør før detaljer tegnes ut. Rundt vinduer fuges det mot bunnfyllingslist på både innvendig og utvendig side. Fugingen kan eventuelt også kombineres med vindsperrereduk eller tape.
- Redusere antall gjennomføringer til et minimum. Gjennomføringer i sperrsjikt utføres med mansjetter. Der det benyttes trekkerør må disse fuges innvendig.
- Gjennomføringer i damp- og vindsperrsjiktet må planlegges, både med hensyn på bruk av prefabrikkerte tettelsninger som mansjetter og liknende, men spesielt dersom det brukes plassbygde tettelsninger. Mange produkter som f.eks. vindsperrer leveres med et produkt på tettesiden (tape, mansjetter og så videre), og det er naturlig å kreve at man bruker disse tilpassede løsningene.
- Dokumentasjon av byggets lekkasjetall skal skje i henhold til NS-EN 13829 ved ferdigstilling, og legges frem i en egen rapport. Det anbefales at det også gjøres en termografering samtidig med trykktestingen for å avdekke eventuelle lekkasjepunkter med større varmetap. For å sikre seg at valgte løsninger og utførelser blir tilfredsstillende, anbefales det at det blir gjennomført lufttethetsmålinger også under byggearbeidene.
- Det monteres svillemembran eller lignende mellom bunnsvill og etasjeskiller i betong og mellom toppsvill og himling.

3.4 Materialvalg og tilslutninger mellom materialer

Trevirke og andre fuktømfintlige materialer skal ikke plasseres direkte på betong eller lignende, uten å sikres mot fuktoppsuging ved bruk av svillemembran eller lignende.

Fugemasser skal være dokumentert for bruksområdet, med tilstrekkelig grad av elastisitet og bestandighet. Det henvises til tottrinnetting for å bevare bestandigheten.

Metaller skal kontrolleres mot galvanisk korrosjonsfare. Galvanisk korrosjon oppstår når et edelt metall er i kontakt med et mindre edelt metall, og en anode-katode-situasjon oppstår. Dette kan være aktuelt ved festing av beslag, stålplater o.l.

Valgte materialer må inneha dokumenterte egenskaper, f.eks. ved Teknisk Godkjenning fra Sintef. Det er viktig at materialer vurderes mot sitt formål, med bestandighet, levetid, og egenskaper.

4. Radon

4.1 Forskriftskrav

§ 13-5 (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 nødvendige for å tilfredsstillere kravet i første ledd.

Kravene angitt i punkt (2) kan fravikes gjennom preaksepterte ytelser angitt i veiledningen til punkt (3), som er gjengitt i Figur 2.

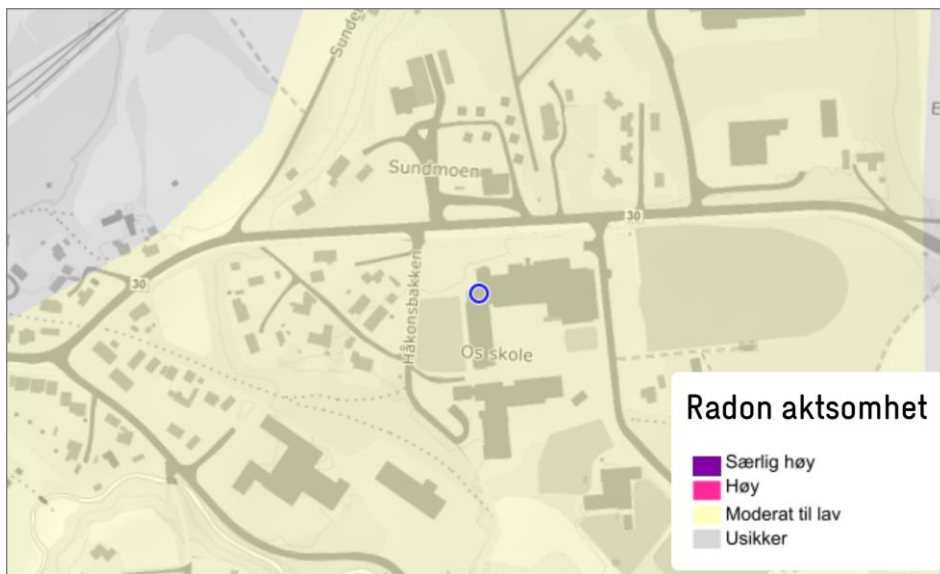
Preaksepterte ytelser

1. Det er ikke påkrevet med tiltak etter annet ledd i bygning
 - a. som står på pilarer eller stripefundamenter som gir gjennomlufting under bygningen
 - b. som står i vann
 - c. som har godt ventilerte kryperom der ventilene har tilstrekkelig areal og plassering slik at god gjennomlufting sikres uavhengig av klimatiske forhold, for eksempel med snø opp mot grunnmuren
 - d. med et ventilert grunnplan som ikke har rom for varig opphold, der grunnplanet er avgrenset mot øvrige plan med betong eller annet skille med tilsvarende lufttetthet, inkludert tetthet ved gjennomføringer, sjakter, trapperom og dører.

Figur 2: Preaksepterte ytelser for fravik av radonsperre og aktiviseringstiltak etter TEK17 §13-5 (3)

4.2 Prosjektspesifikke løsninger

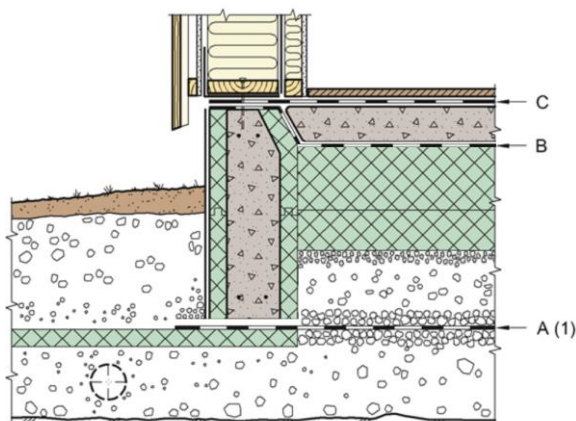
Figur 3 viser aktsomhetsgraden for radon i området hvor prosjektet bygges. Aktsomheten er klassifisert som **moderat til lav**, men prosjektet må uansett prosjekteres mot radon da kartet er noe usikkert og man ikke vet hva tilkjørte masser kan inneholde av radon.



Figur 3: Aktsomhetskart Radon

4.2.1 Radonsperre

Det er i teorien tre bruksgrupper og plasseringer av radonmembran i konstruksjonen, se figur under.



Figur 4: Prinsipløsning for plassering av radonsperre ved ringmur (BKS 520.706), figur modifisert for å reflektere endret anbefaling av plassering (bruksgruppe B) til rett under betonggulvet

Vi anbefaler å benytte bruksgruppe B. Membrankanten føres inn i konstruksjonen, f.eks. under bunnsvill for å sikre lufttett veggtilslutning.

For utførelse:

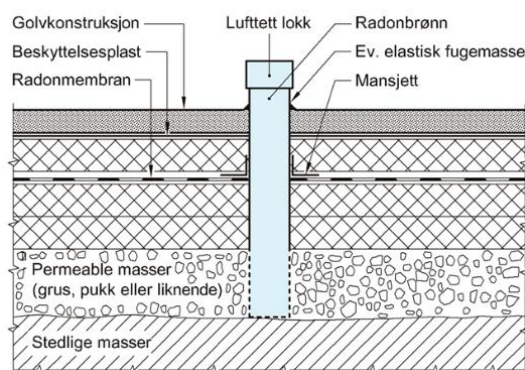
- Utstøping av betonggulv og nedbør i perioden før utstøping av betonggulvet kan gi vannansamling på radonmembran/fuktsperre. Fukt på radonmembran/fuktsperre nede i varmeisolasjonen og ugunstige uttørkingsforhold kan gi biologisk vekst og luktproblemer innendørs. For beskyttelse av radonmembran i bruksgruppe B plassert direkte under

betonggulvet må krav til beskyttelse være i henhold til radonmembranens produkt dokumentasjon.

- Benytte armeringsskinne eller armeringsstol hvilende på hardt underlag, som f.eks. trykkfast isolasjon, når dekket over radonsperren skal støpes for å forhindre skader eller perforeringer fra armeringen.

4.2.2 Radonbrønn

Det må også legges inn tiltak for å ivareta kravet til §13-5 2b i TEK 17. Dette håndteres ved å legge inn radonbrønner under bygget som kan aktiveres dersom det vises å være høyere radoninnhold i innelufta enn forskriften krever. Brønnene bør plasseres så sentralt som mulig. Antall radonbrønner og oppstikk avhenger av hva slags type system som velges, hvor membranen legges og fasongen og størrelsen på bygget.



Figur 5: Eksempel på plassering av radonbrønn (BKS 520.706)

Bruk av radonbrønner krever tilgang til brønnoppsticket ved behov. Brønnoppstikk plasseres gjerne på vaskerom, bod eller tilsvarende. Den kan også plasseres i en lettvegg med tilgang via en luke, eller avsluttes ved gulvnivå med tilgang via luke.

Om de må aktiveres, må det være mulighet for å montere vifte og kanal som føres til friluft gjennom ytterveggen i for eksempel en kjellerbod, over tak eller ut gjennom en gavlvegg via loftet. Dimensjonering av radonsikring kan utføres av RIV/utførende VVS. Bygningsfysiker kan bistå med kontroll av prosjektering. Som alternativ til brønner kan man bruke perforerte rør i pukklaget, men vi anbefaler brønner.

Samlet rørlengde og perforering bør gi et åpningsareal på minst 0,01m² for hver 100 m² gulvoverflate (BKS 520.706).

I noen tilfeller, hvor nederste etasje består av godt ventilerte områder som ikke er beregnet for varig opphold, vil det være aktuelt å diskutere behovet for radonsperre og andre tiltak.

5. Klimaskall

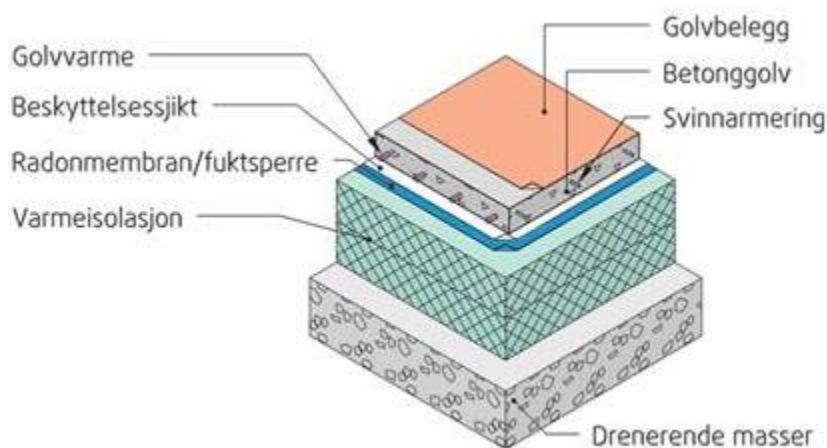
5.1 Gulv

5.1.1 Gulv på grunn med ringmur

Betonggulv på grunn som skal varmeisolereres må bruke plater av EPS/XPS eller steinull. Det er viktig at det valgte materialet tåler den aktuelle trykkbelastningen uten å bli komprimert.

Plastfolie legges mellom isolasjonen og golvstøpen og fungerer som et glidesjikt. Foliens funksjon som glidesjikt er viktig, og det kan med fordel brukes to lag plastfolie. Under armeringsarbeidet er det fare for at det oppstår rifter i plastfolien. Det er derimot ingen stor fare så lenge gulvet har et kapillærbrytende sjikt. For radonsperrens plassering og de forhold som må hensyntas rundt denne vises det til Kapittel 4. En 0,2 mm tykk dampsperre plasseres over isolasjonen med minimum 200 mm overlapp i skjøtene.

En typisk oppbygging iht. anbefalinger fra SINTEF er vist i Figur 6.

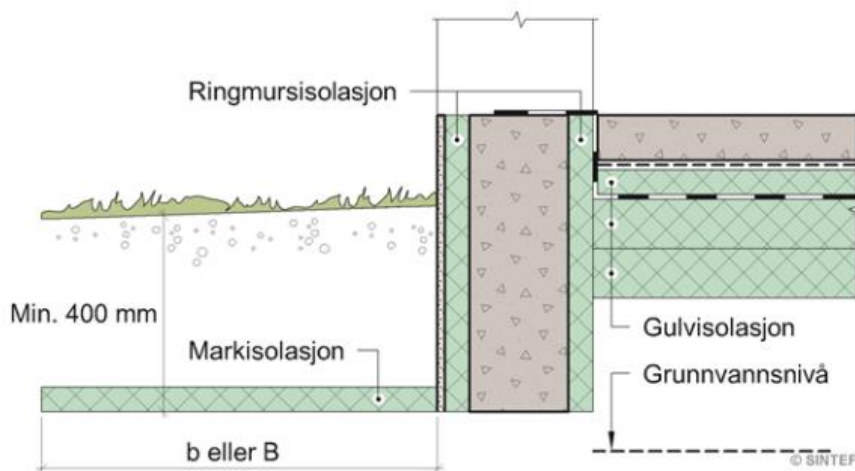


Figur 6: Betonggulv på grunn med underliggende varmeisolering (BKS 522.111).

Isolasjonsplater av ekstrudert polystyren og trykkfast mineralull virker som et kapillærbrytende lag under betonggulvet. Under isolasjonen er det derfor tilstrekkelig å legge et drenerende lag med minimum tykkelse på 100 mm og bør bestå av 4–16 mm finpukk. Merk skal det være radonbrønner under gulvet må tykkelsen på permeable masser økes til 200mm. Drenerende masser som legges under betonggulvet må beskyttes med fiberduk mot inntrenging av finpartikler fra byggegrunn og de øvrige gjenfyllingsmassene.

Støpte ringmurer bør ha både utvendig og innvendig isolasjon. Som isolasjon kan det brukes plater av EPS/XPS eller steinull. Det er viktig at det valgte materialet tåler den aktuelle trykkbelastningen uten å bli komprimert.

Hvis ringmur og golvkonstruksjon støpes i ett, må det isoleres med minst 100 mm isolasjon under og på utsiden av ringmuren. Det anbefales å isolere på begge sider av ringmuren, som vist i Figur 7.



Figur 7: Prinsipper for plassering av markisolasjon og innvendig og utvendig ringmursisolasjon ved enkel ringmur (BKS 521.111).

Dimensjonering og prosjektering av frostsikring av fundamentene er et stabilitetsspørsmål og ivaretas av RIB

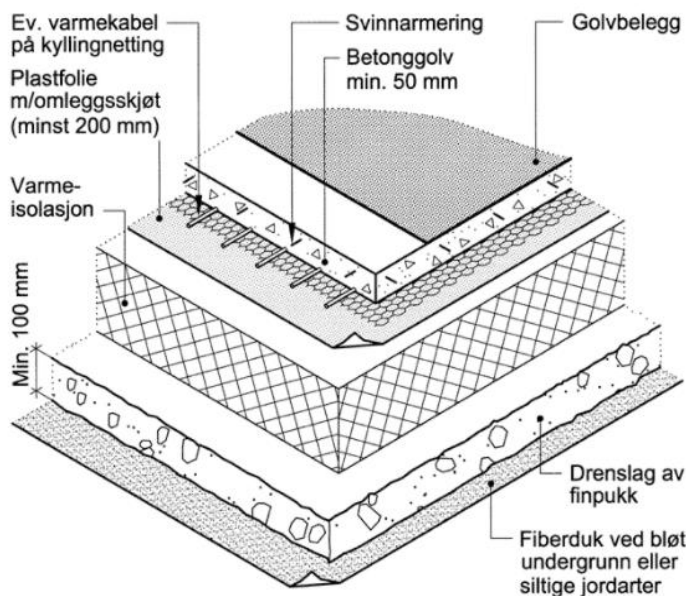
5.1.2 Gulv under terreng, kjellergulv

Gulvet må isoleres for å hindre frostnedtrenging og redusere kuldebrotap. Som isolasjon kan det brukes plater av EPS/XPS eller steinull. Det er viktig at det valgte materialet tåler den aktuelle trykkbelastningen uten å bli komprimert.

Isolasjonsplater av ekstrudert polystyren og trykkfast mineralull virker som et kapillærbrytende lag under betonggulvet. Under isolasjonen er det derfor tilstrekkelig å legge et drenerende lag på 100 mm som bør bestå av 4–16 mm finpukk. Merk skal det være radonbrønner under gulvet må tykkelsen på permeable masser økes til 200mm. Det anbefales at det legges fiberduk mellom det drenerende laget og stedlige masser.

Plastfolie legges mellom isolasjonen og golvstøpen og fungerer som et glidesjikt. Foliens funksjon som glidesjikt er viktig, og det kan med fordel brukes to lag plastfolie. Under armeringsarbeidet er det fare for at det oppstår rifter i plastfolien. Dersom gulvet har et kapillærbrytende sjikt, vil dette beskytte folien mot rifter.

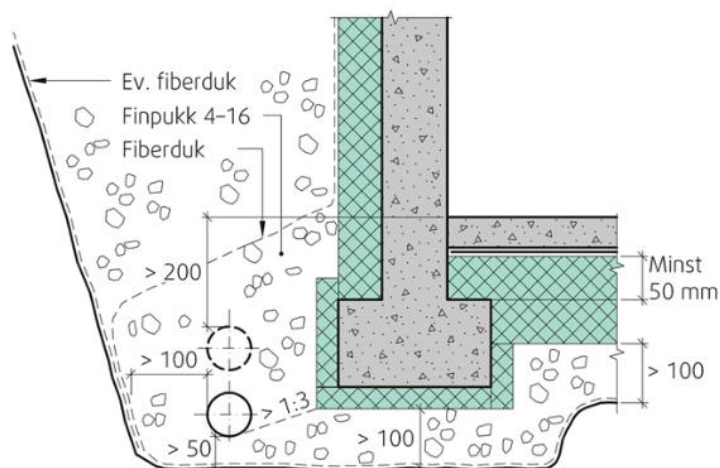
En typisk oppbygging iht. anbefalinger i SINTEF Byggforsk er vist i Figur 8



Figur 8: Betonggolvpå grunn med underliggende varmeisolasjon (BKS 522.111).

Frost i telefarlig grunn kan føre til betydelig telehiv, som kan gi skader på bygningskonstruksjoner. Det forutsettes at frostsikring ivaretas av RIB.

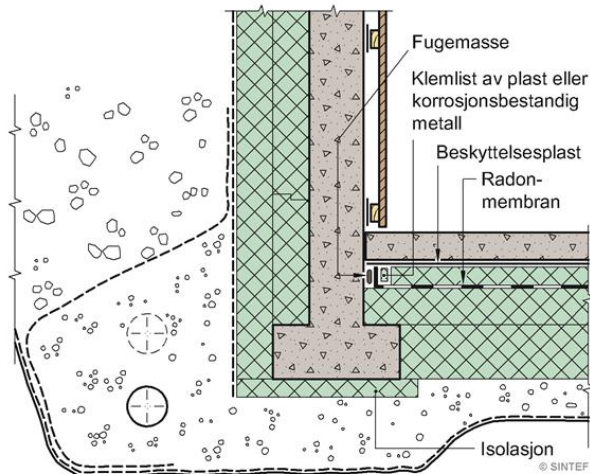
Dersom det skal legges drenerør skal det legges minimum 50 mm omfyllingsmasser under drenerøret som avrettes og eventuelt komprimeres lett. Det bør være minimum 100 mm over og på sidene av drenerledningen. Dette er illustrert i Figur 9. Drenerøret må legges slik at overkanten på det høyeste punktet ligger 150 mm lavere enn fuktsperreren og må beskyttes med fiberduk. Prosjektering av drenerledninger blir ivaretatt av RIV.



Figur 9: Plassering og omfylling av drenerledning (BKS 514.221).

Eksempel på bruk av radonmembran i kjeller er vist i Figur 10. Radonmembranen må slutte tett inntil kjellerveggene. Det bør ikke brukes radonmembran på innsiden av veggkonstruksjoner mot terreng. Vegger mot terreng bør utføres med radonsperre i form av lufttette materialer og løsninger/detaljer. Betongvegger av

god kvalitet tetter godt mot luft fra grunnen såframt støpeskjøter og fuger har dokumentert varig tetthet.



Figur 10: Prinsippkisse av plassering av radonmembran i kjellergulv med vegger av betong eller andre tette materialer - bruksgruppe B (BKS 520.706).

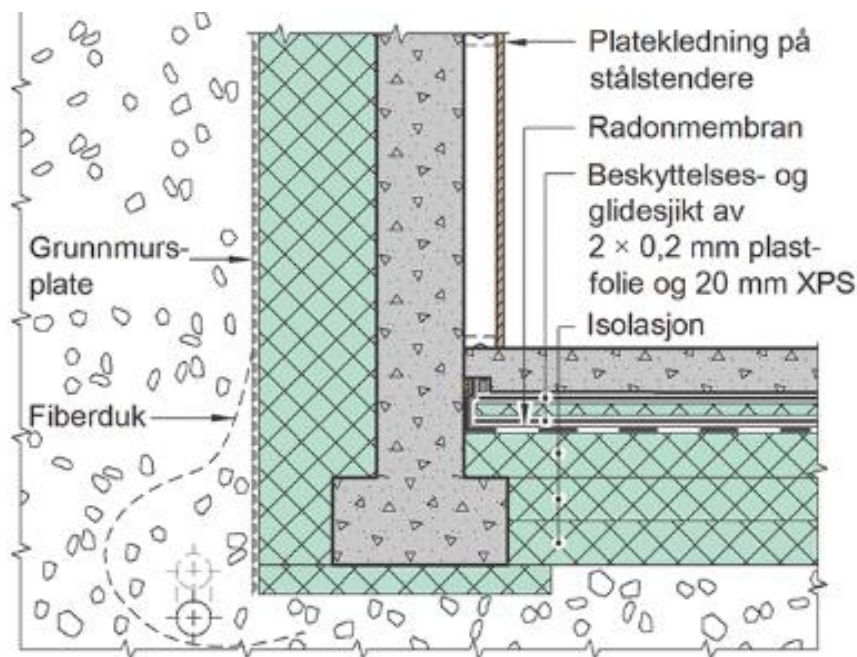
5.2 Yttervegger under terreng

5.2.1 Kjellervegg i plasstøpt betong

Betongvegger under grunnen isoleres på utvendig side med isolasjon med lavt fuktopptak se Figur 11 for prinsipiell oppbygging. Det anbefales å bruke grunnmursplate på utvendig side av isolasjonen. Det er da spesielt viktig at isolasjonslaget er dampåpent (f.eks. stiv mineralull eller spesialkvalitet av EPS med lav vanddampmotstandsfaktor for å sikre raskere uttørking av veggen. Dersom grunnmursplate legges mellom isolasjon og betong kan man bruke tettere kvaliteter av EPS, XPS eller skumglass. Tilbakefyllingsmasser anbefales å være drenerende og dampåpne (f.eks. løs lettklinker og skumglassgranulat) (BKS 523.111).

Betongveggens isolasjon bør fortrinnsvis plasseres på utsiden av betongveggen (minimum halvparten av isolasjonen), for å unngå kondens. Dampspærre blir da ikke nødvendig å montere i vanlige tørre rom. Radon-/dampspærre kan monteres innvendig ved behov.

Trevirke og andre fuktømfintlige materialer skal ikke plasseres direkte på betong eller lignende, uten å sikres mot fuktoppsuging ved bruk av svillemembran eller lignende.



Figur 11: Eksempel på betongvegg mot terreng med all isolasjon på utvendig side. Kuldebro mellom betongvegg og sokkel er ikke brutt (BKS 523.111).

5.3 Yttervegger over terreng

5.3.1 Bindingsverk av tre

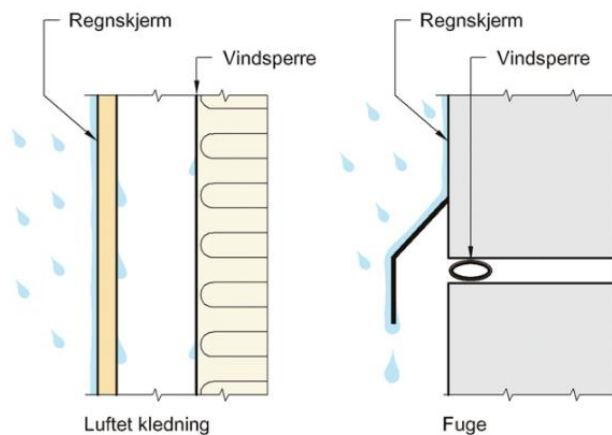
Oppbygging av bindingsverksvegger med luftet kledning er en så kjent løsning at det ikke går inn på detaljer. Følgende kan imidlertid bemerkes:

- De største problemene for yttervegger skapes av slagregn. Man kan best sikre seg mot dette ved å følge prinsippet for totrinnstetting. Det vil si at en skiller regntettingen og lufttettingen med et drenert og ventilert luftrom. Regntettingen ivaretas av utvendig regnskjerm og vindtettingen som regel med GU eller rullprodukt (vindsperre), eventuelt en kombinasjon av de to.
- Det anbefales en 50 mm inntrukken dampsperre. Dampspærren kan føres kontinuerlig forbi etasjeskillerne for å oppnå god tetthet.
- Vindsperre må ikke ha en S_d -verdi større enn 0,5 m, mens dampspærren må ha en S_d -verdi større enn 10 m. Uavhengig av hvilke produkter som velges er det viktig å påse at dampspærren uansett er minst 10 ganger så damptett som vindspærren
- Vanligvis må maksimalt $\frac{1}{4}$ av all isolasjonen i veggens monteres på innsiden av dampspærren, hvor innvendig påføring anbefales krysslektet for å bryte kuldebroer. På Røros er det ant. ikke nok. Her bør all isolasjon plasseres på kald side, avhengig av hvor mye veggene isoleres. Dette må simuleres.
- Luftespalten er viktig for å drenere ut vannet som kommer inn bak regnskjermen, samtidig som det sikrer konstruksjonen en god uttørkingsevne. For å sikre god gjennomlufting må det være

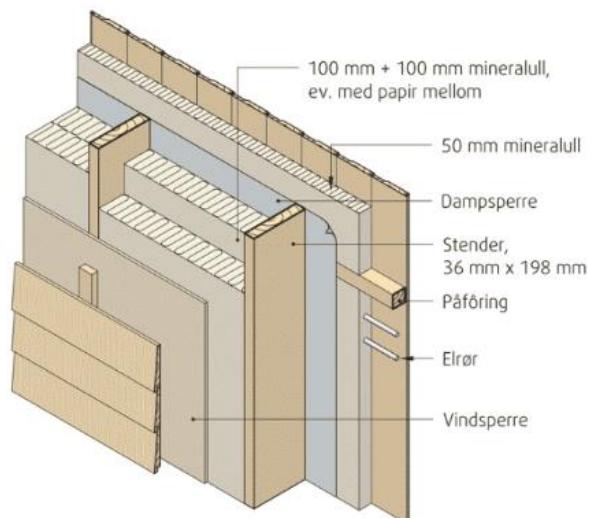
spalteåpninger i over- og underkant veggen. Åpning i underkant bør være større enn 5 mm.

- Mellom bunn-/toppsvill og dekke må det benyttes elastiske svillemembraner. Både for å sikre god lufttetthet, men også som kapillærbrytende sjikt mellom betong og treverk.
- Totrinnstetting gjelder også for fuger og løses ved at man har en form for regnskjerm i forkant av fugen, normalt i form av beslag.
- Dersom det benyttes gipsplater som vindsperre, skal disse teipes på topp av avskårende GU-plater. Det skal ikke fuges mot disse avskårende GU-platene, med mindre de er teipet.

Figur 12 viser prinsippskisse for tottrinnstetting og Figur 13 viser en prinsippskisse for oppbygging av yttervegg med bindingsverk av tre.

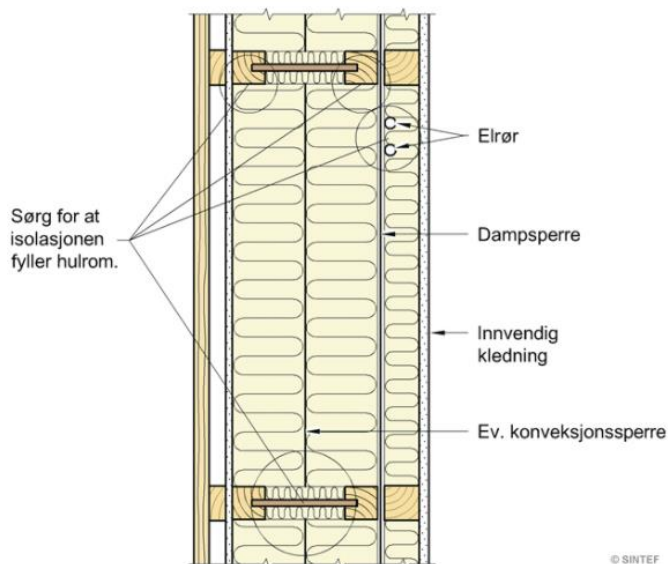


Figur 12: Prinsipp om tottrinnstetting (BKS 542.003).



Figur 13: Bindingsverk av tre med horisontal påføring og intrukket damperre (BKS 523.255).

Unngå hulrom ved innsetting av isolasjon, da dette vil ha en betydning for fukt og energi grunnet konveksjon. Isolasjonen skal ha tett tilslutning mot stendere, gjennomføringer, spikerslag og spesielt topp- og bunnsvill, illustrert i Figur 14.



Figur 14: Utfylling av alle hulrom (BKS 523.255).

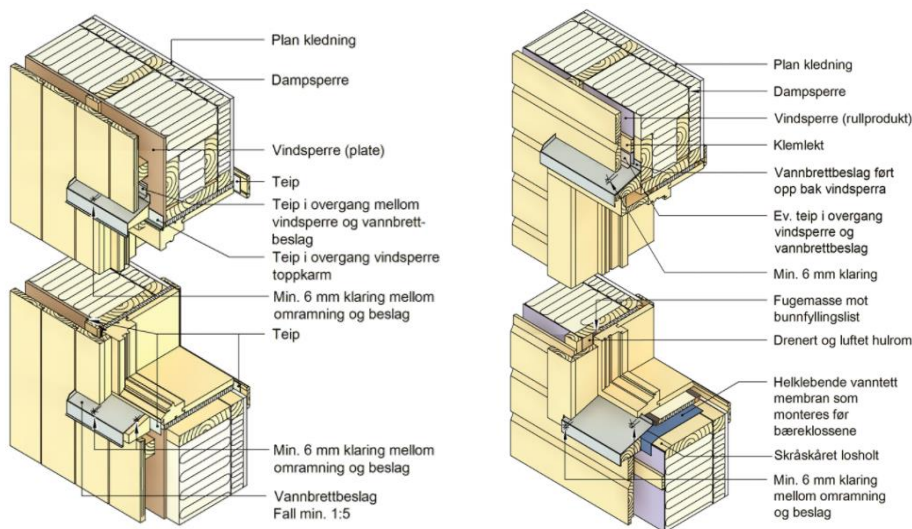
5.4 Vinduer og dører

Lufttetting rundt vinduer og dører er sentralt for å oppnå lufttethetskravet, siden en stor andel av luftlekkasjene typisk inntreffer her. Det er derfor svært viktig at man ivaretar totrinns tetting ved montering av vinduer. Alle beslag som går inn på vindspærren skal teipes i overgang beslag/vindspærre. Det finnes i dag mange gode tettemetoder av fugen mellom vinduskarm og vegg, der bruk av fugemasse mot bunnfyllingslist eller tape er gode løsninger. Det er også i den senere tid kommet PUR-skum med elastiske egenskaper som enkelte finner fordelaktig. Se Byggforskerien (BKS 523.701, pkt 7) for de forskjellige løsningene. Fugemasser skal være dokumentert for bruksområdet, med tilstrekkelig grad av elastisitet og bestandighet. Det henvises igjen til prinsipp om totrinns tetting for å blant annet beskytte fugemasse og bevare bestandigheten.

5.4.1 Innsetting av vindu i bindingsverk

Ved innsetting av vinduer er det hovedsakelig to prinsipielle plasseringer som brukes; enten i flukt med vindspærre, eller inntrukket. Vinduer som er plassert i ytre del av vegg med spor i bunnkarm for sålbenkbeslag plassert i plan med utvendig side av vindspærresjiktet, gir god robusthet mot regnlekkasjer. Vinduer som plasseres lenger inn i vegg vil gi en bedre kuldebroverdi, men vil medføre økt risiko for fuktskader.

Av fukttekniske hensyn er Swecos anbefaling at vinduet plasseres i flukt med vindspærren, som vist til venstre i Figur 15.



Figur 15: Vindusplassering i yttervegg (BKS 523.701).

5.5 Tak

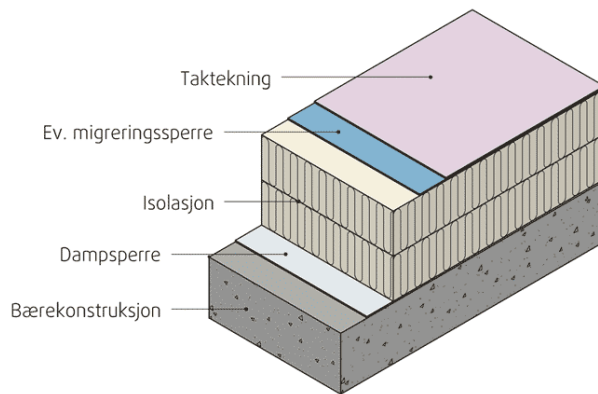
5.5.1 Kompakte tak med betong

Tak er generelt tenkt utført som flatt, kompakt tak med bærekonstruksjon av betong. Det anbefales at det etableres innvendig nedløp for å unngå isdannelse.

På tak over oppvarmede rom bør varmeisolasjonen alltid legges på oversiden av bærekonstruksjonen. SINTEF Byggforsk fraråder å legge mer enn 1/4 av samlet isolasjonstykkelse på varm side av bærekonstruksjonen/dampsperra på grunn av fare for kondensdannelse. Isolasjonene må også være trykkfast for å sikre et stabilt underlag og unngå deformasjon. Isolasjonstype avhenger også av brannhensyn, og må avklares med brannrådgiver. "

Selv om takkonstruksjonen består av betong, må det brukes dampsperre mellom betongen og isolasjonen. Dampsperran kan være 0,2 mm PE-folie, evt. kan det gjerne benyttes asfalttakbelegg om en ønsker en protetting under byggeperioden. Om det velges PE-folie kan denne legges med løse omleggsskjøter, men må ha 200 mm omlegg. Mellom dampsperra og taktekningen må kompakte tak ha materialer som ikke er fuktømfintlige eller råtefarlige.

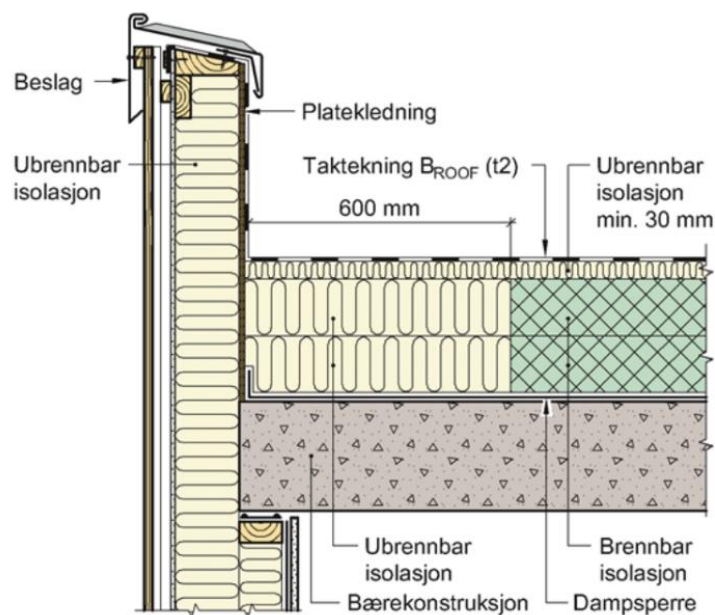
Prinsippskisse for oppbygging av et flatt, kompakt tak er vist i figuren under.



Figur 16: Rettvendt kompakt tak med bærekonstruksjon i betong (BKS 525.207).

5.5.2 Parapet

Alle flate tak skal ha parapet. Anbefalt høyde på parapet er 200-300 mm, men minimum 150 mm. Dette må kontrolleres opp mot takplanen. Merk at minimumskravet på 150 mm gjelder fra ferdig takflate til første gjennomhulling. I de fleste tilfeller vil det si minimum 150 mm fra takflaten til innfestingen av beslaget. Det etableres fall mot takflaten på minimum 1:5 på toppen av parapeten. Se Figur 17 for prinsipiell oppbygning. Brennbar isolasjon må erstattes med ubrennbar isolasjon i en bredde på 600 mm mot parapet eller fasade av brennbare materialer.

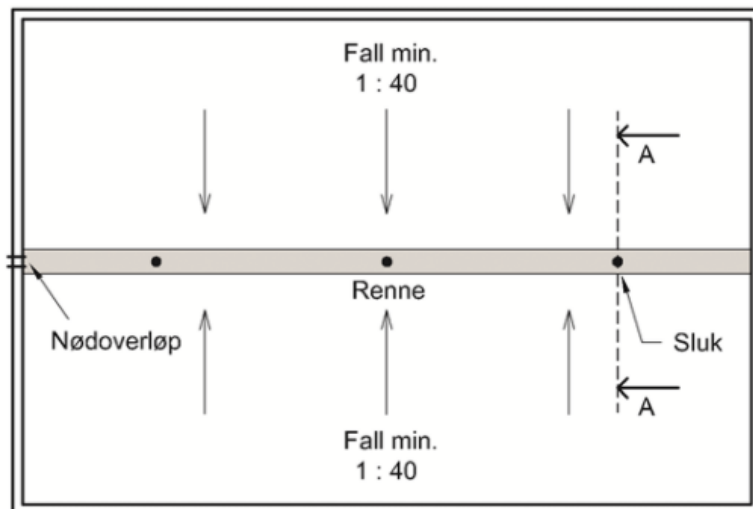


Figur 17: Prinsippskisse for utførelse av parapet med bindingsverk (BKS 525.207)

5.5.3 Sluk og fallforhold på flate tak

For å sikre god avrenning på takflaten må følgende preaksepterte løsninger følges:

- Fall til minimum 1:40 på ferdig takflate.
- Fall i renner minimum 1:60.
- Lokale forsenkninger som sikrer isfrie renner og sluk.
- Nødoverløp i tilfelle tetting av slukene minst ett overløp per takflate. Dimensjonering og plassering av overløp vurderes av RIV, men RIByfy anbefaler at nødoverløp plasseres rett over inngangsdør for å synliggjøre tett nedløp
- Membran føres minimum 150 mm opp på tilstøtende bygningsdeler.
- Gjennomtenkt slukplassering. Sluk må legges ved lavpunktene, og ikke høybrekk. Det bør være minimum 100 mm isolasjon under slukene på varme tak
- All avrenning fra varme kompakte tak skal skje gjennom varme nedløp. Varme nedløp skal sikres uten bruk av varmekabel, noe som i praksis betyr at alle nedløp fra varme kompakte tak skal skje gjennom innvendige nedløp.
- Vann fra varme eller halvvarme tak skal aldri føres til kaldere takflater. Avrenning fra flate varme tak skal altså ikke føres mot luftede tak, og heller ikke mot kalde tak. Tilsvarende skal avrenning fra luftede treaktak ikke ledes over på kalde flate tak.



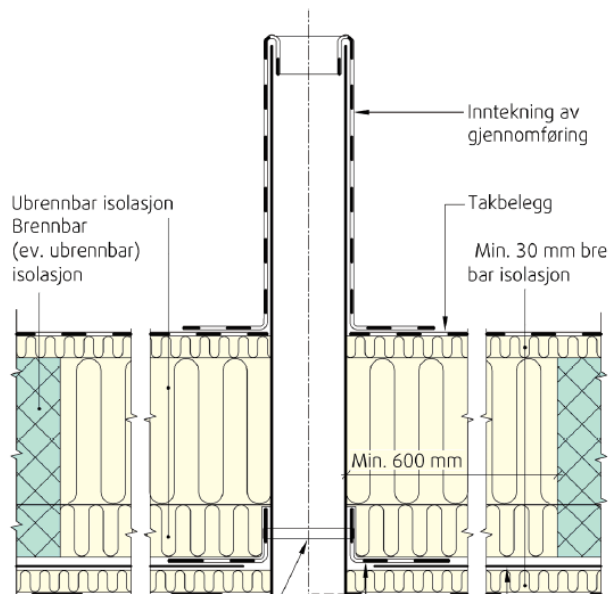
Figur 18: Eksempel på fallplan kompakt tak (BKS 525.207)

Det anbefales at tak over svalganger har fall innover mot bygget, slik at det ikke dannes istapper som kan falle ned hvor folk ferdes.

5.5.4 Gjennomføringer

Gjennomføringer på taket skal plasseres så nærme høybrekk som mulig. Av praktiske hensyn til taktekkeren må gjennomføringene plasseres med en avstand på minst 300 mm til parapet, vegg eller andre gjennomføringer.

Gjennomføringer må tettes med prefabrikkerte mansjetter eller tekkes inn, se Figur 19 og Figur 20.

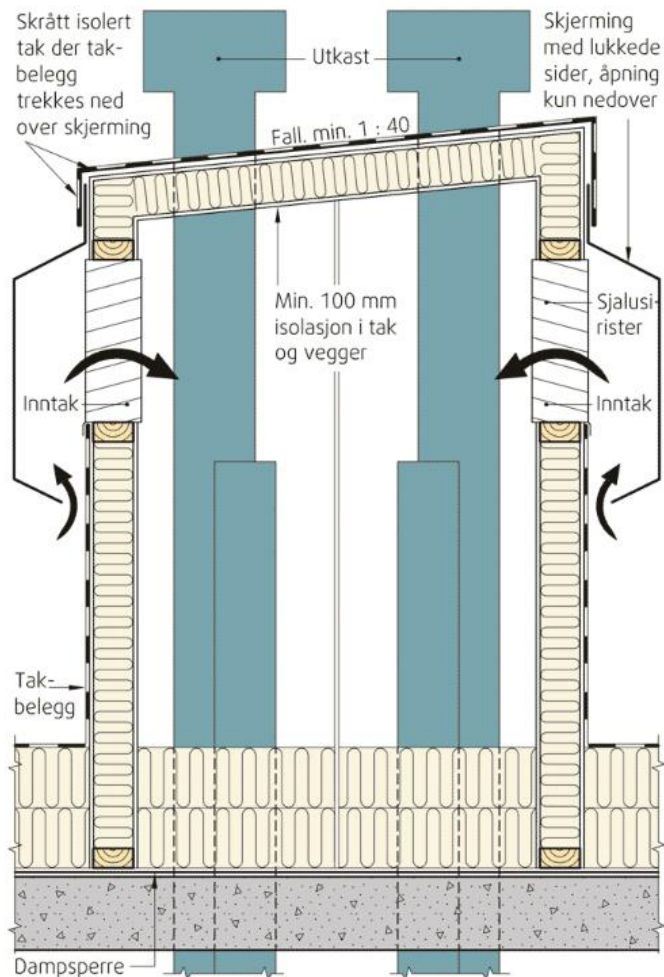


Figur 19: Rørgjennomføring i taket der både taket og inntekningen er utført med takfolie (BKS 544.204)



Figur 20: Tetting med prefabrikkert mansjett (BKS 544.204)

Der det er flere gjennomføringer i taket plassert nærme hverandre kan det være vanskelig å tekke inn skikkelig, der bør det kasses inn og tekkes. Se Figur 21 for prinsippskisse.

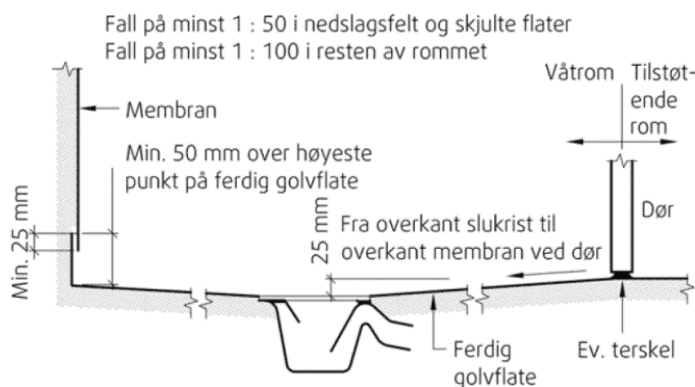


Figur 21: Prinsippskisse innkassing tett plasserte gjennomføringer (BKS 544.204)

6. Spesielle rom

6.1 Våtrom

Våtrom har mange krav som skal ivaretas, spesielt mht. fuktsikre konstruksjoner. Gulv i våtrom må ha tilstrekkelig fall på minst 1:100 og 1:50 på skjulte flater og nedslagsfelt for vann jfr. figuren nedenfor.



Figur 22: Krav til sluk og høydeforskjell (BKS 527.204)

Våtrom skal alltid ha sluk, og gulvet skal være vanntett. Alle materialer i våtsoner bør være vanntette og -bestandige. Membran skal legges i henhold til krav og instruks fra produsent. Arbeid med våtrom bør utføres av kvalifisert fagpersonell, og våtsoner bør defineres klart i forbindelse med påføring av membran. Ved situasjoner der man kan få membran på begge sider av en konstruksjonsdel, skal det ikke benyttes organiske materialer i veggen.

Alle krav og mulige løsninger er enormt mange, og er unaturlig å liste opp i dette dokumentet. Bygningsfysiker må bli involvert når våtrommene skal prosjekteres.

For innebygde sisterner i vegger i toalettrom legges TEK17 § 13-20. Våtrom og rom med vanninstallasjoner og preakseptert ytelse i veiledning til grunn:

«I andre rom enn våtrom må sisterner og lignende plasseres i prefabrikkert kassett med vanntett overflate eller i et hulrom med vanntett sjikt. Det må være en automatisk lekkasjestopper inne i hulrommet. Selv om det vanntette sjiktet danner et trau som kan ta opp noe lekkasjevann, må trauet ha overløp inn i rommet slik at ytterligere lekkasjevann ikke trekker inn i konstruksjonene. Dersom vannmengden ved lekkasje er større enn trauet kan fange opp, må overskytende vann ledes ut i rommet og ikke inn i konstruksjonen.»

Det bør ellers vurderes om man ønsker å stille ekstra strenge krav til vannskadesikre installasjoner på toalett, spesielt for å redusere risikoen for rørbrudd, lekkasjer fra vannforbrukende utstyr, gjentetting av vannservanter på WC mm. Dette kan f.eks. være lekkasjevarslere, lokale oppsamlingskar, vanntette golvbelegg med eller uten sluk.

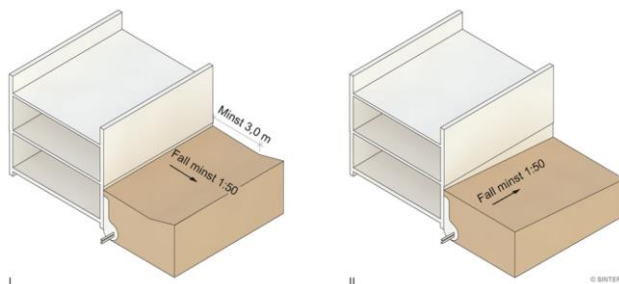
6.2 Tekniske rom og rom med vanninstallasjoner

Tekniske rom med vanninstallasjoner må prosjekteres med sluk og synliggjøring av eventuelle lekkasjer. Valg av gulvoverflate og eventuelt fall på gulv må tilpasses rommets installasjoner.

7. Utvendig fuktsikring

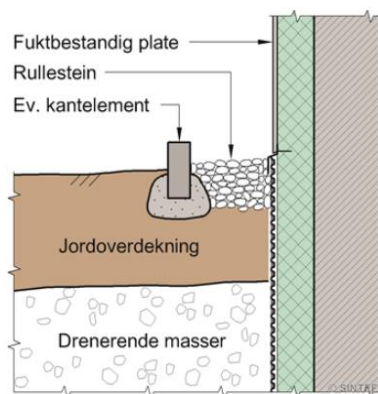
7.1.1 Generelt om drenering av overflatevann

For å sikre god fuktsikring av bygningen er det viktig at det tilrettelegges for at alt overflatevann ledes bort fra bygningen ved at det etableres tilstrekkelig fall på terrenget bort fra bygningen. Terrenget bør ha fall på minimum 1:50, i en avstand 3 m fra yttervegg. Dersom det ikke er mulig å etablere fall ut fra bygningen, kan man etablere fall (1:50) langs veggen til lavere terreng. Se Figur 23 for illustrasjon.



Figur 23: Fall fra bygning (BKS 514.221)

Ved fall langs veggen kan man benytte et kantelement for å redusere fuktbelastningen mot veggen. På innsiden av kantelementet kan man benytte rullestein eller grus for å forhindre tilsmussing på sokkel og kledning. Det må også legges drenerende masser under jordoverdekningen for å lede sigevann ned til en drensledning, se Figur 24.



Figur 24: Kantelement og rullestein inn til yttervegg (BKS: 514.221).

Drenering av overvann løses også ved bruk av drensledning. Plassering av drensledning langs fundamentets underkant skal fungere som et overløp som trer i funksjon ved en tilfeldig heving av grunnvannstand eller når byggegrunnen ikke har kapasitet til å ta unna vann som strømmer ned ovenfra. Drensledningen må legges iht. anbefalinger fra RIG/ RIV mtp. grunnvannstand. Drensledning må beskyttes mot finpartikler som kan føre til tette drensrør ved at det legges en fiberduk omkring dreneringen. Det er forutsatt at drensledningen blir lagt lavt nok til å unngå vanntrykk mot konstruksjonen.

8. Spesielle forhold i byggefasen

8.1 Fuktsikker byggeprosess

Et viktig tiltak for å redusere faren for fuktskader og mikrobiell vekst er å forebygge innbygging av fukt i konstruksjonen. Uavhengig kontroll bygningsfysikk (UK UTF) vil fokusere på disse temaene, og etterspørre dokumentasjon fra ansvarlig utførende. Det stiller krav til rutiner for behandling av materialer på byggeplassen:

- Entreprenøren må lage en plan for håndtering og kontroll av fuktsikkerhet. Det må benyttes sjekklister. Alt av materialer som kan ta skade av fuktighet må både transporteres og lagres tørt, og beskyttes mot fukt. Se Byggforskeren 474.533 for detaljerte anbefalinger knyttet til fuktsikring og uttørking.
- Entreprenør arrangerer et oppstartsmøte i god tid før elementmontasje hvor alle relevante håndverksfag er representert. Tema for møtet er planlegging av utførelse og kontroll av fuktsikker byggeprosess.
- I konstruksjoner med trevirke må fuktinnhold måles for å kontrollere at det ikke er for høyt før konstruksjonene lukkes med dampspørre. Se Norsk standard NS 3512 Måling av fukt i trekonstruksjoner (Standard Norge) for praktiske rutiner.
Det understrekes at materialer skal tørkes ut før innbygging, og at de tørkes ut i samsvar med sin egen fuktutvidelse slik at ikke sprekker og deformasjoner i f.eks. trevirke oppstår. Treverk bør ha fuktinnhold < 18-20 vektprosent ved innbygging. Treverk med særlig dårlig uttørkingmulighet bør ha < 12-15 vektprosent. Eksempelvis vegger under terreng, eller treverk innelukket mellom to dampette sjikt.
- Tiltak for å unngå vannansamling på radonmembranen må planlegges
- I betonggolv hvor det skal legges banebelegg (linoleum eller PVC-golvbelegg) eller f.eks. påstrykningsmembran på våtromsgolv må relativ luftfuktighet måles før legging av belegget. Se Norsk Standard NS 3511 Måling av relativ fuktighet (RF) i betong for praktiske rutiner. Merk at det kan få konsekvenser for fremdriften dersom uttørkingen av bygget har gått for sakte.
- Entreprenør anbefales å sette seg inn i NS 3514:2020 for å sikre en fuktsikker byggeprosess.

8.2 Uavhengig kontroll bygningsfysikk (UK UTF)

I forbindelse med uavhengig kontroll utførelse kommer kontrollør til å be om underlag fra entreprenøren. Deler av underlaget som skal kontrolleres da er listet under og det anbefales at ansvarlig entreprenør går gjennom sitt kvalitetssystem ved oppstart bygging for å sikre at nødvendig dokumentasjon kan fremskaffes. Blant dokumentene som etterspørres kan følgende nevnes:

- Styringssystem og kvalitetsrutiner med fokus på fuktsikkerhet og kvalitet (f.eks. rutine for trefuktmåling, rutine/sjekklister for kontroll av utførelse

vindsperre, dampspærre, takteknning, oppkanter mot vegger/dørterskler, tetting rundt vinduer etc.)

- Utfylte sjekklister som dokumenterer at kvalitetsrutinen er fulgt.
- Dokumentasjon som viser fuktinnhold i trevirke før konstruksjonene lukkes (dvs. måleprotokoll eller liknende som viser måleverdi, tidspunkt og sted)
- Innreguleringsprotokoll som viser at målte luftmengder er iht. prosjekterte verdier, og bekreftelse for at installert ventilasjonsaggregat har ytelse for varmegjenvinning som tilsvare forutsetninger i energiberegning.
- Rapport med utført måling av luftlekkasjetall for bygningen, og tilhørende kvalitetssikring