

Bygningsfysisk premissrapport

Åmot skole



Bilde 1 – Dagens skolebygg hentet fra Google streetview

Revisjonshistorikk

Rev:	Dato:	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av
00	07.05.2024	Opprinnelig dokument	NOANLO	NOLAVR

Prosjekt: Åmot skole
Prosjektnummer: 10241764
Kunde: Vinje kommune
Dato: 14.05.2024
Opprettet av: NOANLO
Dokumentreferanse s:\oppdrag\sjd\32221\10241764_åmot_skule_-_vinje_kommune\000\06 dokumenter\08 ribfy\03 rapporter\01 premissrapport\ks\byfy_premissnotat åmot skole.docx

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	4
1.1	Prosjektbeskrivelse.....	4
1.2	Bygningsfysisk prosjektering	4
1.3	Grensesnitt	4
1.4	Detaljtegninger	6
1.5	Bærekraft.....	6
2.	Klima.....	7
2.1	Lokale klimaforhold.....	7
3.	Generelle føringer.....	8
3.1	Energikrav	8
3.2	Normalisert kuldebroverdi	8
3.3	Lufttetthet.....	8
3.4	Materialvalg og tilslutninger mellom materialer	9
4.	Radon	10
4.1	Forskriftskrav	10
4.2	Prosjektspesifikke løsninger	11
4.2.1	Radonsperre.....	11
5.	Klimaskall	12
5.1	Gulv	12
	For tilbygget er det prosjektert med gulv på grunn med ringmur.	12
5.2	Yttervegger over terreng	14
5.2.1	Bindingsverk av tre.....	14
5.2.2	Stående kledning.....	16
5.3	Vinduer og dører.....	17
5.3.1	Innsetting av vindu i bindingsverk	18
5.4	Tak.....	18
5.4.1	Skrå tretak med kaldt loft.....	18
6.	Spesielle rom.....	20
6.1	Våtrom	20
7.	Utvendig fuktsikring	21
7.1.1	Generelt om drenering av overflatevann.....	21
8.	Spesielle forhold i byggefasen	23
8.1	Fuktsikker byggeprosess.....	23
8.2	Uavhengig kontroll bygningsfysikk (UK UTF).....	23
9.	Videre prosjektering.....	24
9.1	Anbefalt utformede detaljer	24

1. Innledning

Sweco er engasjert av Vinje kommune, for å utføre bygningsfysisk rådgiving for Åmot 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

Det er et behov for å øke kapasitet, samt oppgradere eksisterende bygningsmasse for barneskolen på Åmot i Vinje. Bygget er oppført i 1984 med utvidelse i 1996 og 2008. For å oppnå de kvalitetene man ønsker, og man kan forvente av et skolebygg i dag, vil omfanget av ombyggingen defineres som en hovedombygging og krav i TEK 17 utløses.

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 i tiltaksklasse 2 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 tilfredsstiller generelt løsninger mot TEK 17. Variasjoner og andre løsninger skal dokumenteres gjennom relevante analyser og vurderinger.

Prosjektet skal tilfredsstille krav som er relevante for bygningsfysisk prosjektering gitt i TEK 17.

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

§ 13-4 Termisk innelima	D/O	Termisk innelima i bygninger påvirkes blant annet av soltilskudd, som igjen henger sammen med fasadens utforming. Solskjerming og glassareal påvirker innelima og energibehov. Normalt RIV som har hovedansvar.
§ 13-5 Radon	H	RIBfy 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 RIBfy kan bistå med rådgivning, beregninger og dokumentasjon av dagslysforhold.
§ 13-9 Generelle krav om fukt	H	RIBfy er ansvarlige for å gi premisser for løsninger til øvrige prosjekterende. ARK og RIB tegner og RIBfy gjennomgår detaljtegninger for å kontrollere at premissene er ivaretatt.
§ 13-10 Fukt fra grunnen	H	RIBfy er ansvarlig for å gi premisser for løsninger til øvrige prosjekterende. Øvrige prosjekterende tegner inn løsninger. RIBfy kontrollerer at premissene er ivaretatt i løsningene.
§ 13-11 Overflatevann	H	RIBfy er ansvarlig for å gi premisser for løsninger til øvrige prosjekterende. LARK, ARK eller andre aktuelle prosjekterende tegner løsninger. RIBfy kontrollerer at premissene er ivaretatt i løsningene.
§ 13-12 Nedbør	H	RIBfy er ansvarlig for å gi premisser for løsninger til ARK. ARK tegner sikring mot nedbør og RIBfy gjennomgår detaljtegninger for å kontrollere at premissene er ivaretatt.
§ 13-13 Fukt fra inneluft	H	RIBfy er ansvarlig for å gi premisser for løsninger til ARK. ARK tegner løsninger og RIBfy gjennomgår detaljtegninger for å kontrollere at premissene er ivaretatt.
§ 13-14 Byggfukt	H	RIBfy 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	RIBfy er ansvarlig for å gi premisser for løsninger til ARK. ARK tegner løsninger og RIBfy gjennomgår detaljtegninger for å kontrollere at premissene er ivaretatt.
§ 14-1 Generelle krav energi	H	RIBfy 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	RIBfy 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. Sjettede ledd vil RIV være ansvarlig for å oppfylle.
§ 14-3 Minimumskrav til energieffektivitet	H	RIBfy 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	RIBfy er ansvarlig for å gjøre nødvendige vurderinger, gi premisser til øvrige prosjekterende og kontrollere at premissene blir ivaretatt i prosjekteringen.

1.4 Detaljtegninger

En fullstendig kontroll av alle relevante detaljer er en forutsetning for at bygningsfysiker kan stå ansvarlig for den bygningsfysiske prosjekteringen. **Sweco Norge AS står ikke ansvarlig for arbeidstegninger av relevante detaljer som er sendt til byggeplass uten at de er kontrollert og godkjent av ansvarlig prosjekterende bygningsfysikk.**

For at ansvarlig prosjekterende bygningsfysikk skal kunne utføre kontroll av detaljer på en mest mulig hensiktsmessig måte, bør detaljtegningene minimum etterfølge disse punktene:

- Alle materialer er tydelig navngitt. Mengder/ tykkelser oppgis der dette er relevant.
- Dampsperre, vindsperre og evt. membraner er tydelig markert på tegningene og tettingen av disse sjiktene er beskrevet.
- Det tydeliggjøres dersom konstruksjoner/ rom grenser mot kalde eller delvis oppvarmede soner.
- Illustrer og angi grad av fall der hvor det er krav om fall.

Se kap. 9.1 i rapporten for anbefalte utformede detaljer.

1.5 Bærekraft

Det bør vurderes hvordan prosjektet omfatter bærekraft, og hvordan det kan påvirke klima og miljø i minst mulig grad. Hvordan bygningen utformes og hvilke materialer som velges, er med på å påvirke byggets energibehov og klimagassutslipp. Bygningskroppen bør utformes slik at energibehovet i drift blir lavest mulig. Dette minimerer byggets utslipp knyttet til energibruk gjennom livsløpet. Samtidig bør det velges en robust konstruksjon som består av materialer med lave klimagassutslipp. For eksempel bør det fortrinnsvis benyttes trekonstruksjoner, og videre betong- og stålelementer med lave klimagassutslipp. Det kan vurderes om solceller kan installeres på tak for lokal energiproduksjon. Mulighetsrommet er størst tidlig i prosjektet for å finne løsninger som er bærekraftig og kostnadseffektive.

For Åmot skole er mulighetene for en optimal tilpassing noe redusert da fordelene med å videreføre konstruksjonsprinsipper fra eksisterende bygg må ansees som avgjørende. Gjenbruk av eksisterende byggverk i størst mulig grad kan i det fleste tilfeller ansees som en bærekraftig løsning, og med samme konstruksjonsmetode og materialvalg, vil vedlikehold kunne ha et begrenset omfang. Åmot skole er bygget i treverk, og materialer i ulike overflater må vurderes i forhold til sannsynlig slitasje på en skole for små barn.

2. Klima

2.1 Lokale klimaforhold

Åmot skole ligger sentralt i Telemark fylke, med typisk tørt og stabilt innenlandsklima. Klimaendringer i årene fremover kan imidlertid gjøre at påkjenninger fra vær og vind 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 Åmot og værstasjon Åmotsdal er vist i Tabell 2.

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

Årsmiddeltemperatur θ_m	3,8 °C
Laveste tre-døgns middeltemperatur θ_{3d}	-23,0 °C
Frostdybde H_o	1,8 m
Frostmengde F_{50}	27 000 h°C
Slagregnmengde	<400 mm/år
Slagregns-retning θ	Ikke relevant
Normalregn summert på horisontal flate	932 mm/år

Ved en eventuell kontroll av kondens i bygningskonstruksjoner, benyttes kaldeste tre-døgns middeltemperatur (θ_{3d}), 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.

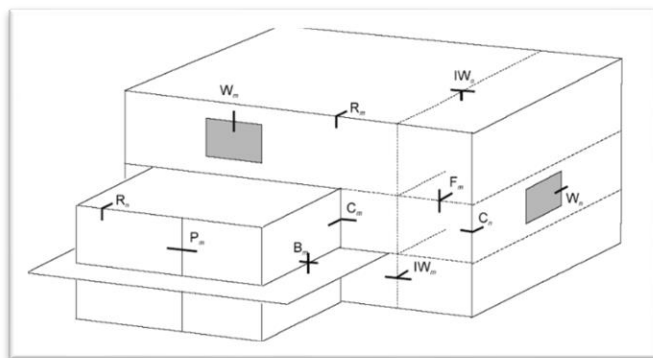
3. Generelle føringer

3.1 Energikrav

Som følge av omfanget ved arbeidene, vil alle krav til energibruk og energieffektivitet i TEK 17 være gjeldende. Ettersom dette er et eksisterende bygg, er det en risiko for å ikke oppnå minstestøtelse på for eksempel lufttetthet eller isolasjonsverdier for utilgjengelige konstruksjoner slik som for gulv. Det vil da være hensiktsmessig å vurdere avbøtende tiltak eller søke om fravik. En vurdering av eksisterende forhold og tiltak er dokumentert i eget energinotat.

3.2 Normalisert kuldebroverdi

For dette prosjektet er det satt et krav til normalisert kuldebroverdi på $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$. 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. For Åmot skole vil det i all hovedsak gjelde ved sokkel, vinduer og dører samt hjørner og kobling mot takkonstruksjonen. Det må også vurderes om koblingen mellom nytt og gammelt kan være en utfordring, og det bør søkes å forbedre forhold rundt kuldebroer også der veggen oppgraderes til en bedre standard.



Figur 1 Plassering av typiske kuldebroer for en bygning (NS-EN ISO 14683). Vindusfuger (W), hjørner (C), gesims (R), etasjeskiller 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 fastsatt i energirapporten, og satt til 1,5. For å ivareta et lavt lekkasjetall anbefales følgende:

- Det er viktig med god tetting og utførelse av fugene rundt vinduene. Det må fuges mot bunnfyllingslist både på utvendig og innvendig side. Fugingen kan eventuelt kombineres med teip.
- Antall gjennomføringer må reduseres til et minimum. Gjennomføringer i sperresjiktene må utføres med mansjetter. Der det benyttes trekkerør må disse fuges innvendig og utvendig.

- Alt av skjøter må klemmes og fuges eller teipes.
- Teiper, fugemasser ol. må ha dokumentert heft og bestandighet for forutsatt klima og bruk.
- Dokumentasjon av byggets lekkasjetall skal dokumenteres iht. NS-EN ISO 9972:2015 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.

Etttersom det prosjekteres med mest mulig gjenbruk av eksisterende byggverk, er det sannsynlig at lekkasjetallet blir noe høyere enn det ellers vill vært ved et nybygg. Det er et klart mål at det oppnås målinger innenfor kravet.

3.4 Materialvalg og tilslutninger mellom materialer

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

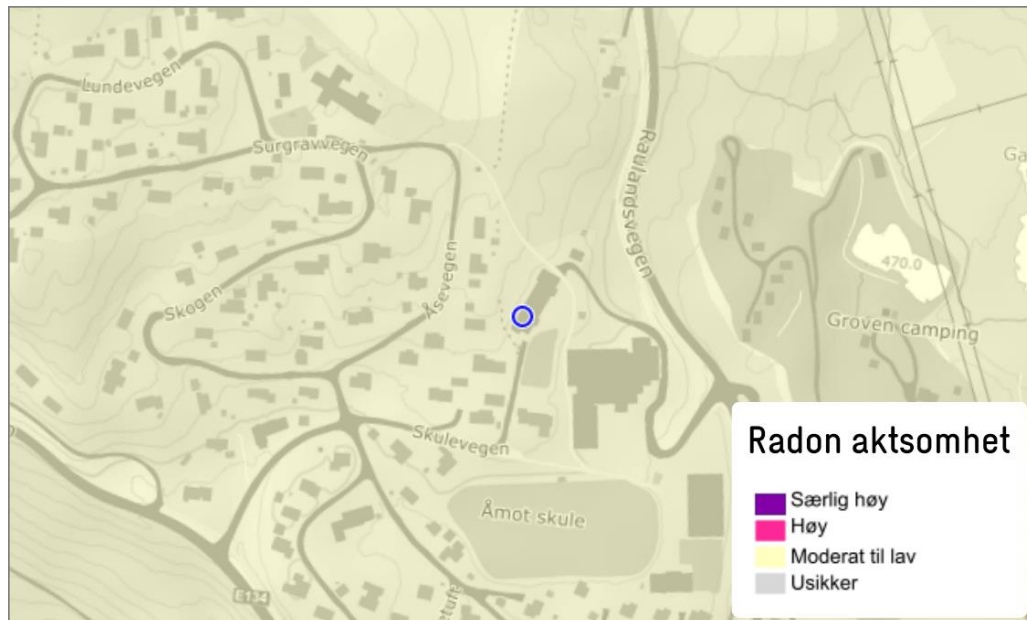
Fugemasser skal være dokumentert for bruksområdet, med tilstrekkelig grad av elastisitet og bestandighet. Det henvises til totrinnstetting for å bevare bestandigheten.

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.

Etttersom dette er en skole for barn, er det viktig å vurdere materialers robusthet mot mekanisk slitasje.

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 unødvendige for å tilfredsstille 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)

Sweco | Bygningsfysisk premissrapport

Prosjektnummer: 10241764

Dato: 14.05.2024

Rev: 00

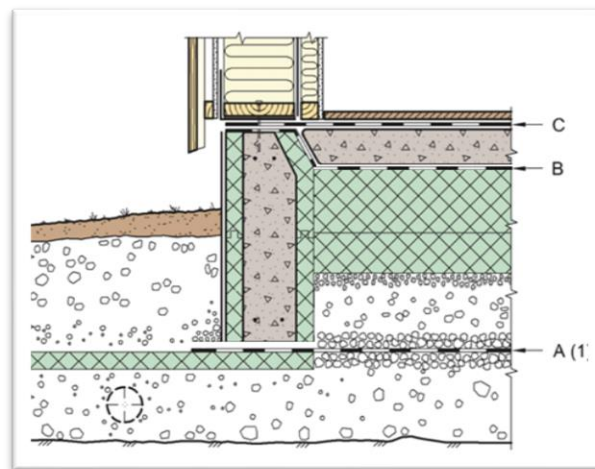
Dokumentreferanse: s:\oppdrag\sjd\32221\10241764_åmot_skule_-_vinje_kommune\000\06 dokumenter\08 ribfy\03 rapporter\01 premissrapport\ks\byfy_premissnotat åmot skole.docx

4.2 Prosjektspesifikke løsninger

Utførte målinger på eksisterende bygg viser lave konsentrasjoner av radon. Dette legges til grunn for videre vurderinger av nødvendig tiltak. Ettersom tilbygget er av begrenset areal anser vi kun Radonsperre uten radonbrønn som tilstrekkelig tiltak.

4.2.1 Radonsperre

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



Figur 3: Prinsipppløsning 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. Mot eksisterende gulv må membranen monteres på frisk betong med et egnet klemprodukt.

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.

5. Klimaskall

Klimaskall er byggets beskyttelse mot vær og vind. Det er også det omsluttende, isolerende skillet mellom utendørs miljø og innvendig komfort. Klimaskallet må prosjekteres på en slik måte at man kan oppnå ulike temperaturer og fuktforhold på hver side av konstruksjonen. Dette må da prosjekteres slik at konstruksjonen ikke tar skade av utilsiktet fukt, og slik at energibruk holdes til et ansvarlig nivå.

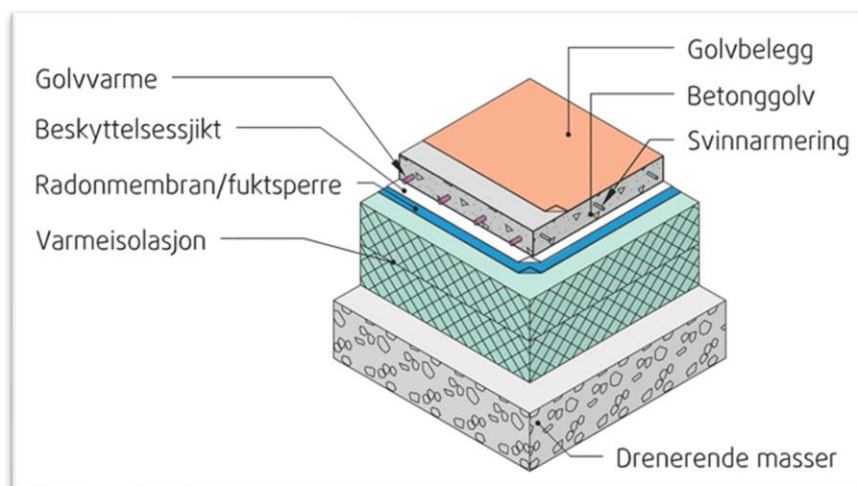
5.1 Gulv

For tilbygget er det prosjektert med 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, da også over tid.

Plastfolie legges på radonmembran under gulvstøpen og fungerer som et glidesjikt. Foliens funksjon som glidesjikt er viktig. Under armeringsarbeidet er det fare for at det oppstår rifter i plastfolien, og man må vise aktsomhet slik at ikke radonmembranen tar skade. En 0,2 mm tykk dampspærre vil være en god beskyttelse.

En typisk oppbygging iht. anbefalinger i SINTEF Byggforsk er vist i Figur 4.



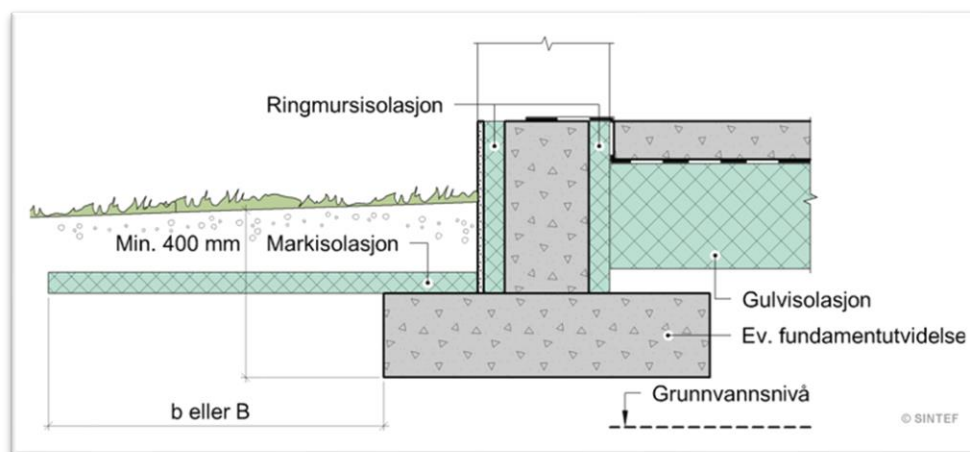
Figur 4 Betonggulv på grunn med underliggende varmeisolering (BKS 522.111).

Isolasjonsplater av XPS og trykkfast mineralull virker som kapillærbrytende lag under betonggulvet. Under isolasjonen er det derfor tilstrekkelig å legge et drenerende lag med minimum tykkelse på 100 mm som bør bestå av 4–16 mm pukk. Drenering som legges under betonggulvet må beskyttes mot inntrenging av finpartikler fra omkringliggende masser med fiberduk.

Nystøpt betong har relativ fuktighet i porelufta nær 100 %, og blir gjerne beskyttet mot opptørking omtrent en uke etter støp. For å unngå fuktskader er det viktig at betongen tørker tilstrekkelig ut i henhold til hvilke produkter gulvet skal dekkes med. Uttørkingstiden er avhengig av forhold som temperatur og tykkelse på konstruksjonen.

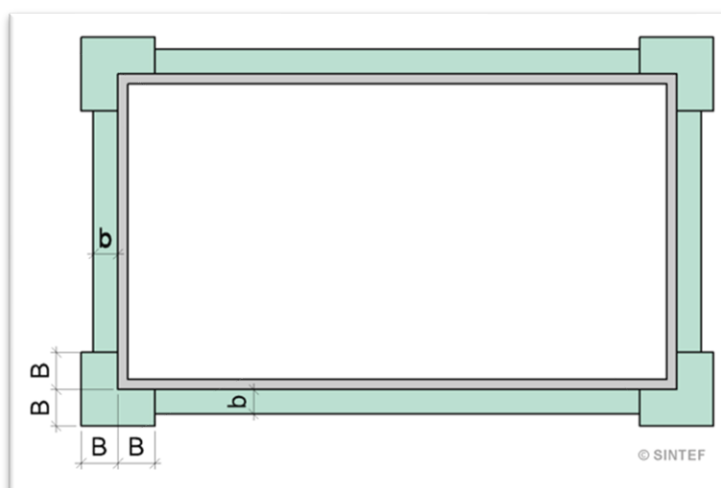
Selv med aktive tiltak slik som kjemiske tilsetninger eller regulering av temperatur og aktiv lufting for å øke tørkehastigheten, kan det ta lang tid før fuktinnholdet kommer ned på et akseptabelt nivå. Før det legges for eksempel gulvbelegg er det derfor kritisk at betongen har tørket tilstrekkelig, og det bør gjøres kontrollmålinger av fuktinnhold før gulvbelegget legges. Hva som er kritisk nivå må kontrolleres når endelig gulvbelegg er bestemt. Det henvises til BKS 474.533 for kritiske fuktinnhold for ulike materialer.

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, for prefabrikerte kantelementer / grunnmurelementer er dette ivaretatt.



Figur 5 Prinsipper for plassering av markisolasjon og innvendig og utvendig ringmursisolasjon ved enkel ringmur (BKS 521.112).

Dimensjonering og prosjektering av frostsikring av fundamentene er et stabilitetsspørsmål og ivaretas av RIB. Markisolasjon følger av prinsipp vist i Figur 6 og utbredelse fra oppgitt frostmengde F_{50} lik 27000 h°C med antatt telefarlig grunn gir 2 x 5 cm EPS i ringmur, og langs vegg (b) lik 80 cm, samt hjørne (B) lik 120 cm.



Figur 6: Prinsipper for omfang av markisolasjon.

Dersom massene under har høy varmeledningskapasitet kan det være aktuelt å øke isolasjonsbredden. Dette kan være ved for eksempel fjell eller spengstein.

5.2 Yttervegger over terreng

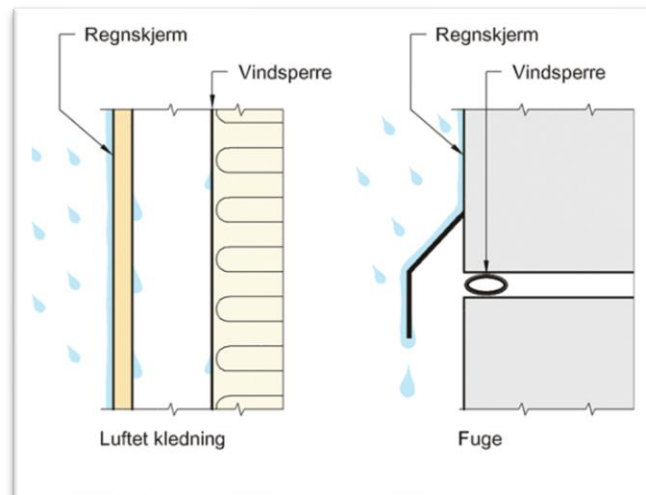
Eksisterende bygg har vegger med ulike egenskaper etter når de ulike tilbyggene er oppført. For å tilfredsstille krav i TEK 17 må disse oppgraderes til å ha tilstrekkelig isolasjonsverdi slik energiberegningene viser. Alle vegger er av reisverk på støpt plate på mark eventuelt med en omsluttende ringmur.

5.2.1 Bindingsverk av tre

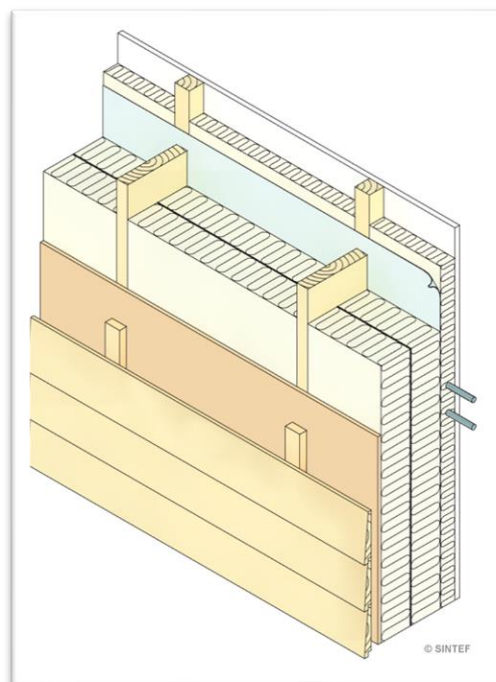
Oppbygging av bindingsverksvegger med luftet kledning er en så kjent løsning at det ikke går inn på detaljer. Følgende kan imidlertid bemerkes:

- 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 (vindspærre), eventuelt en kombinasjon av de to.
- Det anbefales en 50 mm inntrukken dampspærre.
- Vindspærre må ikke ha en Sd-verdi større enn 0,5 m, mens dampspærren må ha en Sd-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
- Maksimalt $\frac{1}{4}$ av all isolasjonen i veggens monteres på innsiden av dampspærren.
- Luftespalten er viktig for å drenere ut vannet som kommer inn bak regnskjermer, samtidig som det sikrer konstruksjonen en god uttørkingsevne. For å sikre god gjennomlufting må det være spalteåpninger i over- og underkant vegg. Åpning i underkant bør være større enn 5 mm.
- Mellom bunnsvill 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 vindspærre, skal disse teipes på topp av avskårende GU-plater. Det skal ikke fuges mot disse avskårende GU-platene, med mindre de er teipet.

Figur 7 viser prinsippskisse for totrinnstetting og Figur 8 viser en prinsippskisse for oppbygging av yttervegg med bindingsverk av tre.

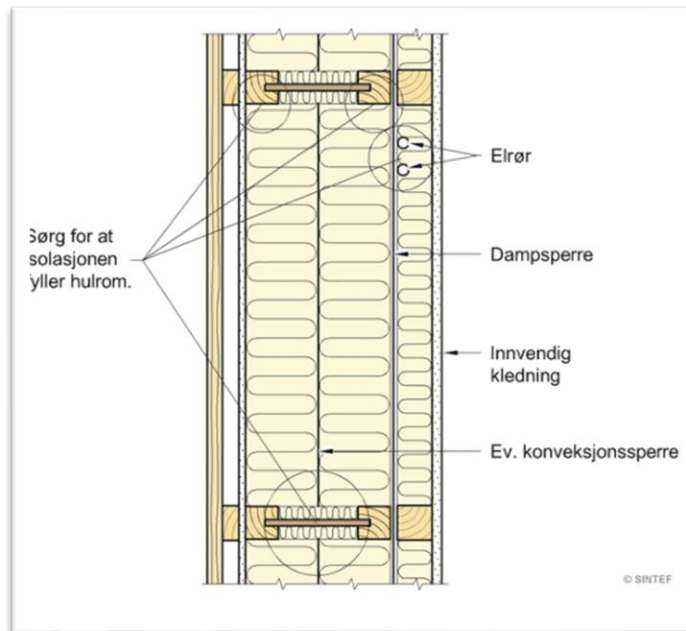


Figur 7 Prinsipp om totrinnstetting (BKS 542.003).



Figur 8 Bindingsverk av tre med inntrukket dampsperre (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 9. Figur 9



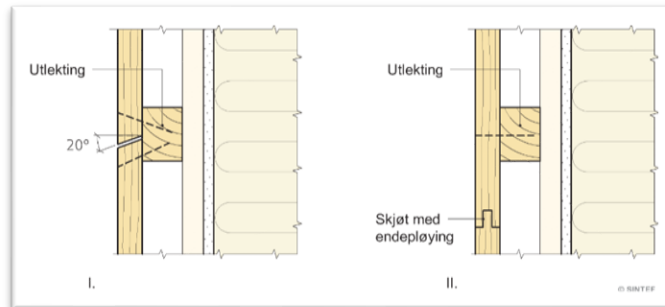
Figur 9 Utfylling av alle hulrom (BKS 523.255).

5.2.2 Stående kledning

Alle ender skrånkjæres og overflatebehandles for å øke varigheten. Dersom det er såkalt åpen falset kledning skal man være klar over at selv om det gir bedre beskyttelse mot slagregn, er det risiko for inntrenging av fukt bak kledningen fra f.eks. drivregn. Bakveggen må derfor ha en viss robusthet. Åpen falset kledning bør bare brukes på steder med lite slagregn, omvendt letekledning anbefales følgelig fremfor åpen falset kledning, hvis man velger stående kledning.

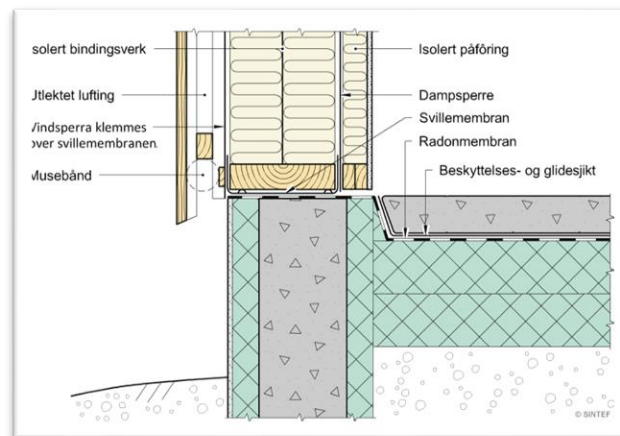
Endevved er sårbar for fuktighet og lengdeskjøter av kledningsbordene bør derfor unngås. Antallet skjøter reduseres i størst mulig grad, plasseres høyest mulig og spres over hele vegg. Selve skjøten monteres på en lekt. To skjøtede bord må ha samme side ut fra tilsvarende struktur i trestammen, for å unngå at de bøyer seg i ulike retninger.

Endeflatene i skjøten skrånkjæres og forsegles med maling eller lignende. Uheldig utførelse, svake materialer, mm. kan på sikt medføre vannskader som gjør at man må bytte store deler av fasaden, og ikke bare de nederste bordene, som i liggende kledning. Stående kledning er derfor best egnet i områder som er utsatt for mindre mengder slagregn. Figur 10 viser hvordan en lengdeskjøt i stående kledning bør utføres.



Figur 10 Skjøt i stående trekledning (BKS 542.101).

Tilslutning til fundament/vegg mot terreng, avstanden fra underkanten av kledningen til terrenget bør generelt være minst 300 mm. Spesielt for trekledning er dette viktig. Avstanden kan vurderes redusert noe hvis terrengoverflaten består av relativt grove masser (rullestein eller grov grus) slik at det ikke spruter fra jord eller vanddammer, men fortrinnsvis ikke under 150-200 mm der det ikke er takutstikk. Det er spesielt viktig å få tilslutninger lufttette og prinsipielt utført som vist i Figur 11



Figur 11 Prinsipp tilslutning til støpt golv på grunnen (BKS 523.255).

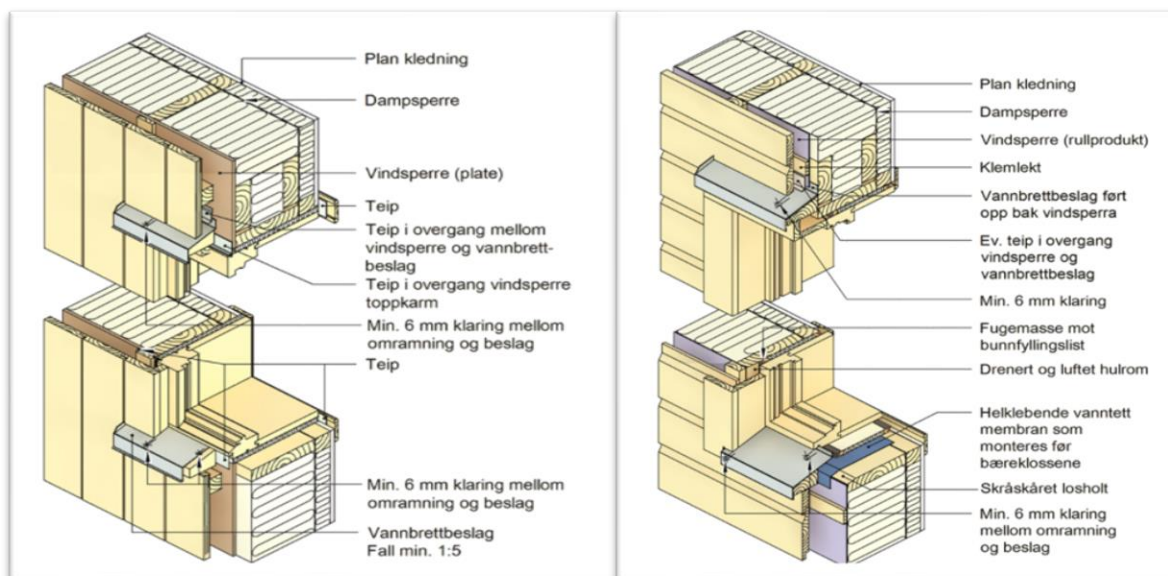
5.3 Vinduer og dører

Lufttetting rundt vinduer og dører er viktig 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 vindsperran skal teipes i overgang beslag/vindsperra. Det finnes i dag mange gode tettemetoder av fugen mellom vinduskarm og vegg, der bruk av fugemasse mot bunnfyllingslist eller tape er gode løsninger. Hvis det benyttes skum, er det viktig med PUR-skum som har elastiske egenskaper som er tilpasset til bruk rundt vinduer og dører. Se Byggforskserien (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.

5.3.1 Innsetting av vindu i bindingsverk

Ved innsetting av vinduer er det hovedsakelig to prinsipielle plasseringer som brukes; enten i flukt med vindsperre, eller inntrukket. Vinduer som er plassert i ytre del av veggen med spor i bunnkarm for sålbenkbeslag, plassert i plan med utvendig side av vindsperrersjiktet, gir god beskyttelse mot vanninntrenging. Vinduer som plasseres lenger inn i veggen vil kunne gi mindre varmetap, men vil medføre økt risiko for fuktskader.

Av fukttekniske hensyn er Swecos generelle anbefaling at vinduet plasseres i flukt med vindsperran, som vist til venstre i Figur 12.



Figur 12: Vindusplassering i yttervegg (BKS 523.701).

5.4 Tak

Takkonstruksjonen i eksisterende bygg består av W-takstoler med isolasjon mot himling i hovedetasjen. Det er et luftet, kaldt loft, hvor mye av tilgjengelig plass er forbeholdt ventilasjonskanaler. For å ivareta brannkrav vil det ikke kunne luftes langs gesims, og det må etableres alternativ løsning. Nytt tak på tilbygg vil benytte A-stoler.

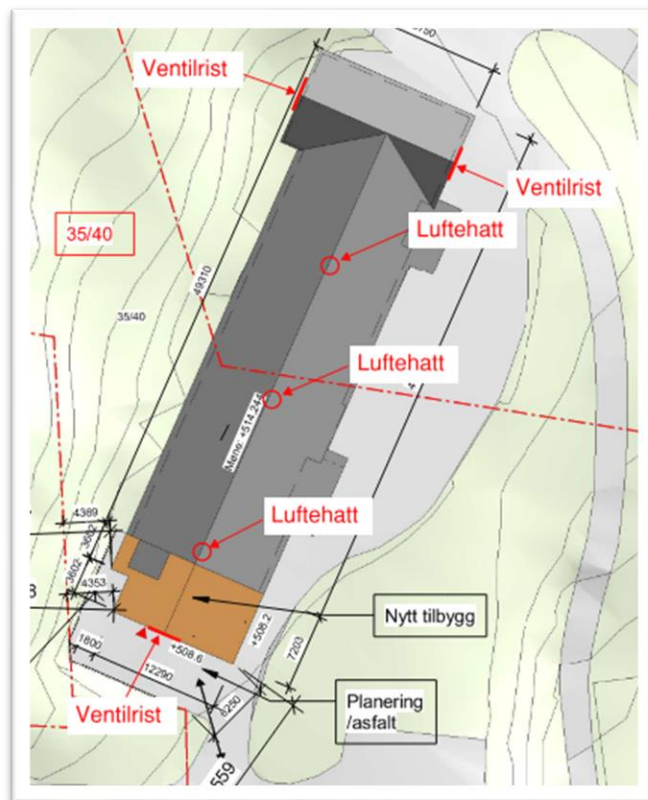
5.4.1 Skrå tretak med kaldt loft

Ettersom det ikke tillates luft gjennom gesims på grunn av brannkrav, må det etableres lufteventiler i gavlvegg og luftehatter eller lufteyre.

Det antas at undertak på eksisterende bygg er diffusjonstett. Ved tilstrekkelig utlufting av loftet vil dette vurderes som godt nok, men på generelt grunnlag anbefales en diffusjonsåpen løsning. Det anbefales at tilbygget får diffusjonsåpent undertak, og at man ved senere utskifting av eksisterende tak også her erstatter med en diffusjonsåpen løsning. Ved prosjektert løsning vil det kunne bli lite luftsirkulasjon langs gesims, og en dampåpen løsning vil bidra til større grad av uttørking.

For å sikre sirkulasjon i luften må det etableres luftehatter med utlufting fra høyest mulig punkt under taket, altså nær mønet. Ettersom varm luft stiger unngår man både å stenge inne den varmeste luften, og man oppnår konveksjon i den oppvarmede luften under taktrao.

Det er lite dokumentasjon på en slik løsning, og omfang er derfor diskutert tverrfaglig. Anbefalt løsning er 300 x 400 mm ventilrist i alle tre gavler, og 3 stk 200mm luftehatter spredt jevnt utover langs mønet slik Figur 13 viser.



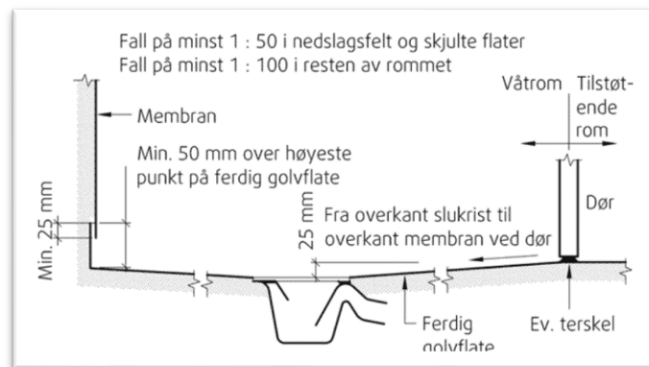
Figur 13 Grovt fremstilt plassering av luftehatter og ventilrist

6. Spesielle rom

Det er planlagt to rom med dusjmuligheter, som må prosjekteres etter prinsipper for våtrom. Det ene er et HCWC med dusj for personal, det andre et stellerom med HCWC og dusj for elever med særskilte behov.

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 14 Oversikt over krav for våtrom

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 skal utføres av kvalifisert fagpersonell, og våtsoner skal defineres klart i forbindelse med påføring av membran. Ved situasjoner der man ikke kan unngå membran på begge sider av en konstruksjonsdel, skal det ikke benyttes organiske materialer i veggen, dette kan være i ulike takløsninger, ved ulike sokkelløsninger eller mot tilstøtende våtrom. For små våtrom bør det vurderes å stille krav til membran eller fuktsikring på alle vegger og gulv i rommet, også utover våtsonene.

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

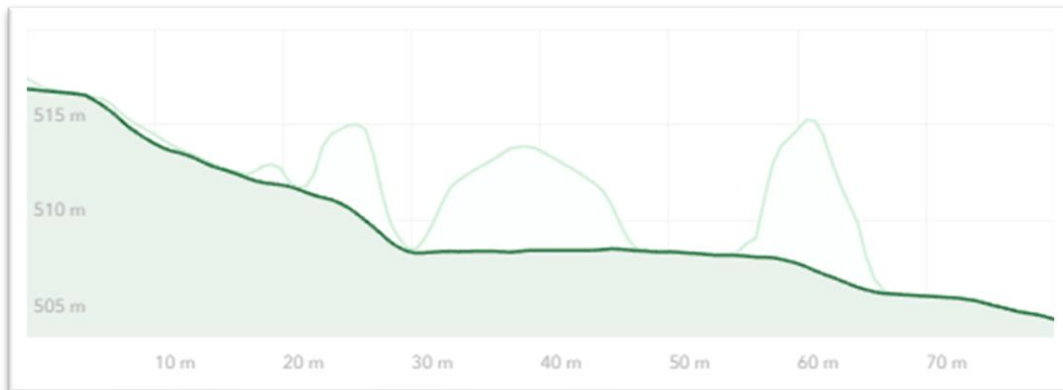
For innebygde sisterner må man velge godkjente løsninger, og leverandørs anvisninger må følges. Det er viktig at lekkasjevann føres ut på gulv slik at man tidlig oppdager en lekkasje, og får gjort tiltak før skaden blir omfattende.

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 sanitærutstyr, tetting av sluk og avløp på WC mm. Dette kan f.eks. være lekkasjevarslere, lokale oppsamlingskar, vanntette gulvbelegg med eller uten sluk.

Ved en skole er det viktig å ta hensyn til krav om renhold og slitasje fra bruk, og det må velges løsninger med robuste og varige materialer, spesielt på rom hvor man risikerer mye vannsøl.

7. Utvendig fuktsikring

Bygningen ligger i dag i skrånende terreng. Det vil si at det er et naturlig tilsig av fukt fra oversiden, med tilsvarende naturlig avrenning på nedsiden. Dette må man ta hensyn til og utnytte på best mulig måte både for å sikre byggegrunn mot unødvendig fukt, men også for å gjøre tiltak som ikke påvirker annen overvannshåndtering. Figur 15 viser terrengprofilen, og den lysegrønne streken viser elementer som stikker opp fra grunn med vegetasjon og selve skolen, dette snittet gir et inntrykk av hvordan vannet naturlig vil ledes inn mot bygget.

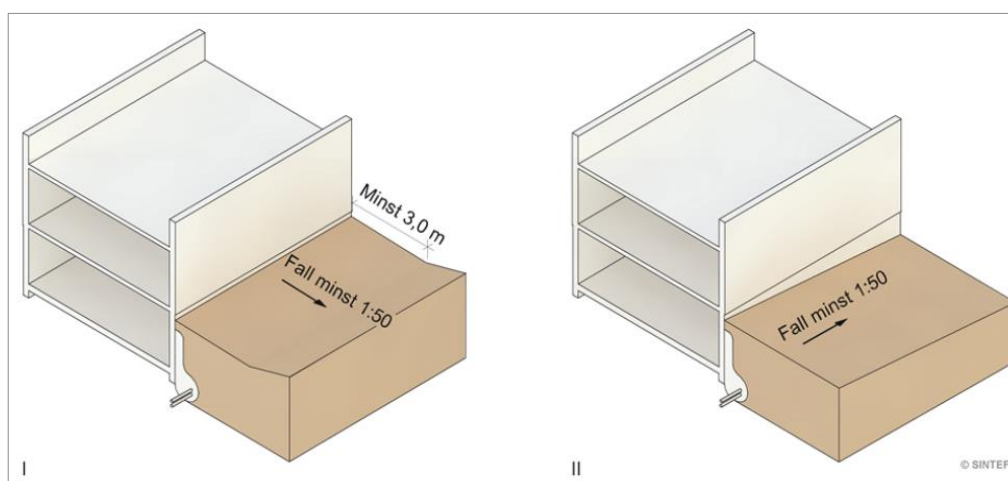


Figur 15 Terrengprofil gjennom tomten og bygget.

7.1.1 Generelt om drenering av overflatevann

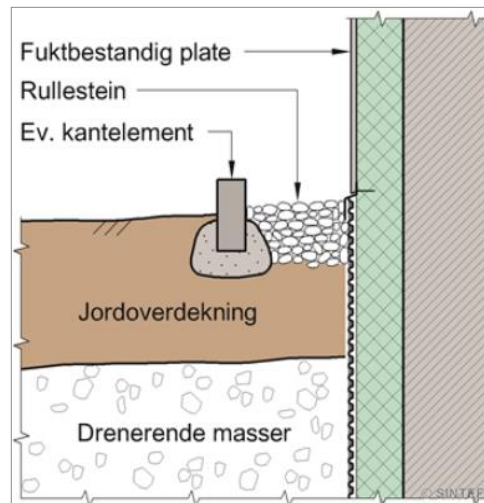
For å sikre god fuktsikring av bygningen er det viktig at det tilrettelegges for at alt overflatevann ledes bort fra bygningen ved at det etableres tilstrekkelig fall på terrenget bort fra bygningen. Ved utkast fra takvann til terreng bør det vurderes om ytterligere tiltak bør etableres slik som egne renneløsninger eller rør.

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 16 for illustrasjon.



Figur 16 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 17.



Figur 17 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. Åpningene i drensledningen må beskyttes mot finpartikler som kan føre til tette rør ved at det legges en fiberduk i massene rundt røret.

I bakkant av tomten mot høyere terreng, bør det etableres en hjelpegrøft med drensledning i tillegg til en drensledning langs fundamentet, dette vil bidra ved store nedbørsmengder eller hurtig snøsmelting.

Fukt i grunn og spesielt i og under isolasjonslaget vil være tiltrekkende for maur.

8. Spesielle forhold i byggefasen

Ettersom store deler av bygget ikke skal rives, men tilpasses en ny standard, vil det være ulike forhold å passe på. Det er en stor fordel at taket på eksisterende bygningskropp skal stå urørt, men det er da viktig å ta hensyn til at forholdene er ulike for eksisterende bygg og den delen som skal tilføres. Det er også viktig å ha fokus på utvendig tetthet når man åpner veggen, og rekkefølgen på arbeidene vil ha noe å si for risikoen med innebygd fukt.

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 Byggforskserien 474.533 for detaljerte anbefalinger knyttet til fuktsikring og uttørking.
- I konstruksjoner med trevirke må fuktinnhold måles for å kontrollere at det ikke er for høyt før konstruksjonene lukkes med dampspærre. 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 på maksimalt 18-20 vektprosent ved innbygging. Treverk med særlig dårlig uttørkingsmulighet bør ha fuktighet på maksimalt 12-15 vektprosent. Eksempelvis treverk innelukket mellom to dampette sjikt som kan være uunngåelig i forbindelse med bunnsvill.
- Tiltak for å unngå vannansamling på radonmembranen må planlegges
- I betonggulv hvor det skal legges banebelegg (linoleum eller PVC-golvbelegg) eller f.eks. diffusjonstett 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.
- Entreprenør anbefales å sette seg inn i NS 3514:2020 samt RIFs veileder «Rent tørt bygg».

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 vindspærre, dampspærre, taktekning, 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 ytelser for varmegjenvinning som tilsvarer forutsetninger i energiberegning.
- Rapport med utført måling av luftlekkasjetall for bygningen, og tilhørende kvalitetssikring

9. Videre prosjektering

Ettersom prosjektet foreløpig er til utførelse av anbudsgrunnlag for en totalentreprise er det naturligvis ikke tegnet ut detaljer i tilstrekkelig grad for å kunne godkjenne av bygningsfysikker. Bygningsfysiker vil bistå arkitekt under videre utforming av detaljer, og kvalitetssikring før de når status som arbeidstegninger.

Vi kan på forespørsel bistå i utførelsesfasen i kommunikasjon med entreprenør rundt temaene lufttetthet, fuktsikring etc. i byggefasen.

Det er naturlig å tenke at man vil oppdage uforutsette løsninger når man åpner en gammel konstruksjon, og det vil være en sterk anbefaling og involvere bygningsfysikker ved funn av ulike løsninger fra gamle prinsipper. Dette kan være vurderinger av kuldebroer eller å prosjektere løsninger for å oppnå tilstrekkelig damp- eller vind- tetting.

9.1 Anbefalt utformede detaljer

Det anbefales det at det tegnes ut arbeidstegninger for følgende overganger.

- Sokkel mot grunnmur og tiltak mot sprut og smuss (for eksempel høyde under kledning mot overflaten)
- Gesims og kobling mellom tak og vegg (og innvendig himling)
- Møne og detaljer rundt luftehatt
- Detaljer rundt dører og vinduer
- Montering av ventilrist i gavlvegger
- Alle ulike veggoppbygginger ut fra eksisterende løsning.
- Terrengtilpasning med plassering av drenering
- Gjennomgående snitt som viser plassering av damp- og vind- sperre.
- Detaljer av ulike løsninger for damp- og vind- sperre ved ulike bygningselementer og for ulike veggløsninger.

Merk: listen er ikke utfyllende og entreprenør/ARK har også ansvar for å bemerke overganger nødvendig som produksjonsunderlag.