

Beregnet til

Røyken Eiendom AS

Dokument type

Bygningsfysisk premissrapport

Dato

01.09.2017

SYDSKOGEN SKOLE **BYGNINGSFYSISK** **PREMISSRAPPORT,** **FORPROSJEKT**

SYDSKOGEN SKOLE

BYGNINGSFYSISK PREMISSRAPPORT, FORPROSJEKT

Revisjon **0**
Dato **01.09.2017**
Utført av **Simen Tovmo**
Kontrollert av **Caroline Moen**
Godkjent av **Simen Tovmo**
Beskrivelse **Bygningsfysisk premissrapport, forprosjekt**

Ref. 1350021788

Rambøll
Hoffsveien 4
Postboks 427 Skøyen
0213 Oslo
T +47 22 51 80 00
F +47 22 51 80 01
www.ramboll.no

G:\SFJ\1350021788\6-LEVER\2017.09.04 Leveranse tilbudsgrunnlag\RIBy\1350021788 H-rap-001
Sydsbogen skole - Bygningsfysisk premissdokument, forprosjekt.docx

Forord

Rambøll Norge AS er engasjert av Røyken Eiendom AS for å ivareta prosjektering fram til totalentrepriseunderlag for nye Sydslogen skole. Skolen skal tilfredsstille krav i TEK10 med nye energikrav pr. 1.1.2016, men kommunen har også satt krav om at bygget skal ivareta passivhusstandard iht. NS 3701 og miljømerkes etter Svanemerke eller tilsvarende ordning.

Denne rapporten er et konseptnotat utarbeidet i tidligfase som beskriver generelle krav og anbefalinger, samt noen prosjektspesifikke anbefalinger mht. bygningsfysikk på grunnlag av de problemstillinger som er kjent i prosjekteringen.

Med bygningsfysikk menes klimaets påvirkning på bygningskroppen med hensyn på:

- Varmeisolering
- Fuktsikring av ytterkonstruksjoner
- Tetthet

Det er derfor de klimaskillende konstruksjonene som vil være i fokus, men rapporten angir også overordnede krav og anbefalinger for våtrom og radon. Vi gir også anbefalinger for materialvalg, fordi dette har betydning for fremtidig energibruk, fuktsikkerhet og bestandighet.

Det er ikke utført vurderinger av energibruk, inneklima eller dagslysforhold i denne rapporten med tanke på krav iht. TEK10 / passivhusstandard.

INNHALDSFORTEGNELSE

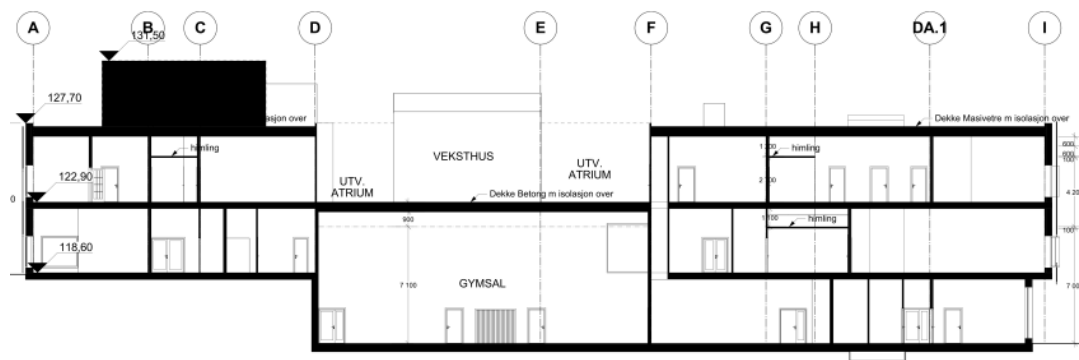
1.	OM PROSJEKTET	1
2.	KRAV	1
2.1	TEK10	1
2.2	Passivhuskrav iht. NS 3701	3
2.3	Miljømerking	4
3.	ANBEFALTE LØSNINGER – VARMEISOLERING, FUKTSIKRING OG TETTHET	4
3.1	Massivtre	4
3.2	Golv på grunn og konstruksjoner under terreng	4
3.3	Yttervegger over terreng	4
3.4	Vinduer og dører	5
3.5	Tak	5
3.6	Byggfukt	6
3.7	Kuldebroer	6
3.8	Lufttetthet	6
3.9	Radon	7
3.10	Våtrom	7
4.	GENERELLE BYGNINGSFYSISKE ANBEFALINGER	7
4.1	Varmeisolering	7
4.2	Tetthet	8
4.3	Fuktsikring	8
4.4	Materialer og bestandighet	8
4.5	Detaljer	9
4.6	Kontroll / Dokumentasjon	9

1. OM PROSJEKTET

Røyken kommune/Røyken Eiendom AS skal bygge ny barneskole ved Sydsbogen. Barneskolen inneholder 1-7. trinn og bygges over totalt tre etasjer (Figur 1 og Figur 2). Skolen skal hovedsakelig oppføres i massivtrekonstruksjoner. Prosjektet følger krav i TEK10 med reviderte energikrav pr. 1.1.2016 og skolen skal også tilfredsstille krav til passivhus iht. NS 3701. Skolen skal også miljømerkes, f.eks Svanemerkes eller tilsvarende.



Figur 1 Plan 2 ved Sydsbogen skole



Figur 2 Snitt gjennom Sydsbogen skole

2. KRAV

Energi- og krav i TEK10 og krav til passivhus iht. NS 3701 har overlappende krav. Det er til enhver tid det strengeste kravet som skal innfris. Det må gjennomføres nødvendige beregninger for å dokumentere ivaretagelse av TEK10-krav/passivhuskrav i detaljprosjekteringen.

2.1 TEK10

Bygget skal tilfredsstille krav i TEK10. De mest relevante kravene fra TEK10 med tanke på bygningsfysikk finner man i Miljø og helse i kapittel 13 og Energi i kapittel 14 og er listet opp under. Alle krav i TEK10 må ivaretas i detaljprosjekteringen.

§ 13-5 Radon

- (1) Bygning skal prosjekteres og utføres med radonforebyggende tiltak slik at innstrømming av radon fra grunn begrenses. Radonkonsentrasjon i inneluft skal ikke overstige 200 Bq/m³.
- (2) Følgende skal minst være oppfylt:
 - Bygning beregnet for varig opphold skal ha radonsperre mot grunnen.
 - Bygning beregnet for varig opphold skal tilrettelegges for egnet tiltak i byggegrunn som kan aktiveres når radonkonsentrasjon i inneluft overstiger 100 Bq/m³.
- (3) Annet ledd gjelder ikke dersom det kan dokumenteres at dette er unødvendig for å tilfredsstille kravet i første ledd.

§ 13-14 Generelle krav om fukt

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

§ 13-15 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.

§ 13-16 Overflatevann

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

§ 13-17 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.

§ 13-18 Fukt fra inneluft

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

§ 13-19 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.

§ 13-20 Våtrom

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

§ 14 Energikrav

Iht. TEK10 skal bygninger prosjekteres og utføres slik at det tilrettelegges for forsvarlig energibruk. Energikravene gjelder for bygningens oppvarmede bruksareal (BRA). Dette innebærer at bygningen skal tilfredsstille kravene som settes i § 14-2 til § 14-5.

§ 14-2 Krav til energieffektivitet

- (1) Totalt netto energibehov for skolebygning skal ikke overstige energiramme gitt for skolebygning: $\leq 110 \text{ kWh/m}^2$

- (4) For yrkesbygning skal det beregnes energibudsjett med reelle verdier for den konkrete bygningen. Denne beregningen kommer i tillegg til kontrollberegningen med normerte verdier.

§ 14-3 Minimumskrav til energieffektivitet

Tabell 1 Minstekrav til energieffektivitet iht. § 14-3

U-verdi yttervegg [W/m ² K]	U-verdi tak [W/m ² K]	U-verdi gulv på grunn og mot det fri [W/m ² K]	U-verdi vindu og dør inkludert karm/ramme [W/m ² K]	Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell [luftveksling pr.time]
≤ 0,22	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 1,2	≤ 1,5

2.2 Passivhuskrav iht. NS 3701

Skolen skal tilfredsstille krav til passivhus i henhold til NS 3701: 2012 «Kriterier for passivhus og lavenergibygnings-Yrkesbygninger». Dette omfatter blant annet følgende krav satt i NS 3701:

- Varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonstap iht. tabell 2/3 i NS 3701
- Høyeste beregnede netto spesifikt energibehov for oppvarming iht. tabell 4/5 i NS 3701.
- Høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til kjøling iht. tabell 6/7 i NS 3701
- Krav til høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til belysning/gjennomsnittlig effektbehov i driftstid: ≤ 13,0 kWh/m²år / 5 W/m²

I tillegg må følgende minstekrav være oppfylt:

Tabell 2 Minstekrav til bygningsdeler, komponenter, systemer og lekkasjetall for passivhus iht. NS 3701

Egenskap		Lavenergibygnings
U-verdi vindu og dør		≤ 0,8 W/m ² K
Normalisert kuldebroverdi		≤ 0,03 W/m ² K
Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner		≥ 80 %
SFP-faktor ventilasjonsanlegg		≤ 1,5 kW/m ³ s
Lekkasjetall ved 50 PA, n_{50}		≤ 0,6 h ⁻¹
Belysning	Dynamisk dagslys- og konstantlysstyring	Minst 60 % av installert effekt til belysning er underlagt styringssystemet
	Dynamisk behovsstyring ved tilstedeværelse	Minst en styringssone per rom eller en styringssone per 30 m ² i større rom

Isolasjonstykkelser

Nødvendige isolasjonstykkelser for å ivareta krav til passivhus avhenger av konstruksjonsvalg og prioriteringer i prosjekteringen for å oppnå passivhuskrav. Generelt kan det forventes følgende isolasjonstykkelser ved dimensjonering av passivhus (Tabell 3). Det må gjennomføres nødvendige beregninger for å dokumentere ivaretagelse av TEK10-krav/passivhuskrav i detaljprosjekteringen.

Tabell 3 Forventede isolasjonstykkelser i passivhus med massivtrekonstruksjoner

Bygningsdel	Isolasjonstykkelse (mm)
Vegg	250 – 350
Tak	400 – 500
Golv på grunnen	200 – 300

2.3 Miljømerking

Det er høye miljøambisjoner for Sydsbogen skole, og totalentreprenør har ansvar for å innfri alle krav i miljøplan (del I og II), i tillegg til krav i kriteriesett for aktuell miljømerking. Ved overlapp mellom krav i funksjonsbeskrivelser, miljøplan og kriteriesett for aktuell miljømerking skal det strengeste av kravene innfris. Aktuell miljømerking kan inneholde ulike krav til energi, radon, fukt etc. som skal ivaretas.

3. ANBEFALTE LØSNINGER – VARMEISOLERING, FUKTSIKRING OG TETTHET

3.1 Massivtre

Sydsbogen skole skal bygges i massivtre, men med noen unntak der massivtre ikke er praktisk mulig. Massivtre gir noen andre muligheter, men også andre utfordringer enn det man har i tradisjonelle bygg med bæresystem av stål og betong.

Selve massivtre-konstruksjonen har normalt tilstrekkelig vanndampmotstand til å hindre oppfukting av konstruksjonene og forholdsvis god lufttetthet. Ujevnheter og krymping/svelling avhengig av fukttinnholdet i omgivelsene gjør at det er vanskelig å få god tetthet i elementskjøter og overganger mot andre bygningsdeler. I detaljprosjekteringen må det avklares nødvendigheten av dampspærre på varm side av isolasjonen og vindspærre på kald side av isolasjonen for å få en tilstrekkelig fuktsikker løsning ved bruk av massivtre. For eventuelle massivtredekker i tak må bruk av dampspærre vurderes opp mot valg av takteking og byggeprosess (f.eks bygging under tak).

Det må være fokus på å holde bygg og materialer tørre i hele byggeperioden. Erfaringer fra SINTEF Byggforsk (Prosjektrapport 30) viser at nedbør og oppfukting av massivtre i byggefasen er kritisk. Massivtreelementer må ikke utsettes for nedbør i forbindelse med bygging pga. fremtidige følgeskader som mulig konsekvens. Ved Sydsbogen skole må man vurdere om det er hensiktsmessig å benytte seg av værbeskyttet bygging under telt for å gi god beskyttelse av trekonstruksjonene i byggetiden.

3.2 Golv på grunn og konstruksjoner under terreng

Golv på grunn og konstruksjoner under terreng må isoleres slik at energikrav i TEK10 og passivhuskrav i NS 3701 ivaretas. Golv på grunn må minimum tilfredsstille U-verdi 0,18 W/m²K, men det må påberegnes bedre U-verdi for å tilfredsstille krav i TEK10/NS3701.

Konstruksjoner under terreng må fuktsikres med kapillærbrytende sjikt, drenerende masser og drenering, og terrenget rundt bygningen må utformes slik at det har fall vekk fra bygningen (minimum 1: 50) på minst 3 m. Bygghandboken 514.221 fra Byggforskserien beskriver utvendig fuktsikring av bygninger nærmere.

3.3 Yttervegger over terreng

Yttervegger over terreng må isoleres slik at man tilfredsstiller energikravene i TEK10 og passivhuskrav i NS 3701. Nødvendig isolasjonstykkelse vil avhenge av løsning som velges. Yttervegger må minimum tilfredsstille U-verdi 0,22 W/m²K, men det må påberegnes bedre U-verdi for å tilfredsstille krav i TEK10/NS3701.

Yttervegger må 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 og ut gjennom luftespalten.

- Dampspærresjikt må være tett i alle overganger.
- Fasadekledning, vinduer, dører og installasjoner som går gjennom vegger, skal utformes slik at skadelig fukt kan tørke ut.

- Evt. stendere og spikerslag må være av tre eller slissede stålstendere.
- 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 organisk materialer.
- Trekledning bør ha 8-10 mm klaring over beslag som er montert over eller under vinduer/dører, slik at luftinntak sikres og det er mulig å komme til for overflatebehandling av endeveden. Avstand fra underkant av kledning ned til terreng bør være min. 300 mm. Dette gjøres for å redusere fuktpåkjønning fra regnsprut og for å unngå at skittent vann lager merker på kledning.

3.4 Vinduer og dører

Gjennomsnittlig U-verdi for vinduer og dører skal være minimum 0,8 W/m²K iht. minstekrav til passivhus. U-verdi dokumenteres av leverandør og må gjelde hele glass-/dørkonstruksjonen inkl. karm/ramme.

Mest gunstig plassering av vindu mht. kuldebro er 30-40 mm avstand fra utside vindspærre/isolasjon og inn til ytre kant av karm. Vindu plassert i flukt med GU vil øke kuldebroverdien noe. Ved plassering av vindu innenfor GU må vindusinnsettingen fuktsikres. Underkant av vindu må sikres mot vannlekkasjer med en membran under sålbenkbeslag.

Vinduer monteres etter leverandørens anvisning og med to-trinns tetting av fuger, men innsetting og detaljer rundt vinduene skal dokumenteres/beskrives. Vindusbeslag må ha fall utover, min. 1:5. Beslagene må ha oppbrett i endene og bakkant, og hjørnene må være vanntette, eller andre løsninger som gir tilfredsstillende sikkerhet mot vanninntrenging.

Det skal være solskjerming på alle fasader.

3.5 Tak

Taket må isoleres slik at man tilfredsstiller energikravene i TEK10 og passivhuskrav i NS 3701. Tak må minimum tilfredsstille U-verdi 0,18 W/m²K, men det må påberegnes bedre U-verdi for å tilfredsstille krav i TEK10/NS3701.

Taket skal bygges som et kompakt tak med all isolasjon plassert på oversiden av bærekonstruksjonen. Et kompakt tak må legges med fall på minst 1:40 til sluk med innvendig nedløp. Renner og kilrenner må ha fall minst 1:60. Det må utarbeides plantegninger med avmerket fall på takflatene og rennene. Arealer for ferdsel må tilrettelegges.

Taktekkingen må føres over hele parapeten og dekkes med beslag. Parapet bør være min. 200-300 mm høy, og må ha fall på min 1: 5 på overflaten mot takflaten. Rundt tekniske rom etc. på tak må membran/tekking avsluttes slik at det ikke kommer fuktighet bak og føres opp under eventuell overliggende ytterveggs vindspærre.

Dampspærre i tak legges med overlapp, evt. klemmes for å sikre tilstrekkelig tetthet. Ved bruk av massivtredekker i tak kan bruk av dampspærre i konstruksjonen vurderes i detaljprosjekteringen.

- Vann fra tak skal ikke kunne trenge inn i bygningene eller føre til andre ulemper.
- Valgt taktekking må ha dokumenterte egenskaper og holdbarhet, f.eks. med SINTEF teknisk godkjenning. Hvis det skal brukes asfalttakbelegg eller folie må det utføres med sveisete skjøter. Det anbefales produkter med teknisk godkjenning. Alle skjøter må kontrolleres visuelt, spesielt T-skjøter.
- Unngå trevirke eller andre organiske materialer mellom bærekonstruksjon og taktekking som kan skades av innebygget fukt i isolasjonssjiktet.
- Vann fra flate taket ledes bort frostfritt gjennom innvendige nedløp eller annen tilfredsstillende løsning. Alt vannet bør ledes bort fra bygget, evt. til drenerende masser

som hindrer fuktpåkjenning på bygget. Hvis vann på tak kan fryse, f.eks. i renner eller nedløp, må det monteres varmekabel. Takfall må ikke lede vann ut på kalde tak.

- Evt. gjennomføringer i tak bør grupperes ved høydepunkter på taket.
- Renner, sluk etc. må lett kunne rengjøres. Det bør minimum være to sluk slik at vann kan renne til nabosluk dersom et sluk går tett. Evt. kan det benyttes nødoverløp.

3.6 Byggfukt

Det må være fokus på å holde bygg og materialer tørre i hele byggeperioden. Trekonstruksjoner kan tørke sakte ut og vil ha større risiko for skader ved høyt fuktinnhold. NS 3511/NS3512 og Byggforskblad 474.533 angir kritiske verdier for fuktinnhold i materialer.

Fuktmåling og protokoll skal foreligge ved uavhengig kontroll av utførelse.

3.7 Kuldebroer

Passivhus etter NS 3701 stiller krav om normalisert kuldebroverdi $\leq 0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$. For å unngå store kuldebroer må alle bygningsdeler og overganger mellom bygningsdeler være godt isolert. Ved bruk av massivtre som bæresystem med utenpåliggende isolasjon vil antallet og størrelsen på kuldebroene være mindre enn i tradisjonelle bygg av stål og betong. Erfaringsmessig må kuldebroer isoleres med min. 150 mm kuldebroisolering for å ivareta kuldebrokravet. Normalisert kuldebroverdi må dokumenteres ved beregning.

Erfaringsmessig må man ha fokus på følgende kuldebroer for å redusere byggets totale kuldebroer:

- Sokkeldetalj
- Dekkekanter
- Bæresystem: Søylar, bjelker etc.
- Vindusinnsetting, dvs kuldebro rundt vinduer, dører og takvindu.
- Parapetdetalj

3.8 Lufttetthet

Lekkasjetallet for prosjektet skal ikke overstige $n_{50} = 0,6 \text{ oms/h}$.

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.
- Vindsperre kan utføres med vindsperreplater eller vindsperreduk. Hvis ytterkledning er relativt åpen må det benyttes et vindsperreprodukt som tåler fukt.
- 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.

Det er viktig med oppfølging av tetthet under utførelse. Entreprenør bør utarbeide rutiner spesielt for dette, slik som kontroll av sperresjikt og gjennomføringer før innbygging og meldesystem for avvik (eksempelvis rifter og hull som oppdages). Det anbefales at personell gis opplæring i bruk av tettematerialer, gjerne i samarbeid med leverandør.

Hvis det er usikkerhet underveis i byggeperioden mht. tetthet bør det gjøres tetthetsmålinger for å kontrollere at løsninger og utførelse gir tilfredsstillende lufttetthet. Lekkasjetallet n_{50} må måles og dokumenteres etter NS-EN 13829 ved ferdigstilling av bygget.

3.9 Radon

Sydsbogen skole ligger i et område som NGU klassifiserer med «særlig høy» aktsomhetsgrad mot radon.

§ 13-5 i TEK10 stiller krav til at bygninger skal prosjekteres og utføres med radonforebyggende tiltak. Sydsbogen skole skal bygges med radonsperre og tilrettelegges med egnet tiltak i byggegrunnen som kan aktiviseres ved behov. Radonkonsentrasjon i inneluft skal ikke overstige 100 Bq/m³.

Dokumentasjon av radonkonsentrasjon gjøres ved ferdigstillelse av bygget.

3.10 Våtrom

Løsninger i våtrom skal baseres på detaljer og prinsipper fra preaksepterte ytelser i TEK10, SINTEF Byggforsk og Våtromsnormens systemer.

Det er viktig at membran på våtrom utføres riktig og at vann og fuktighet blir ledet ut av rommet og ikke blir magasinert i konstruksjoner. Dette kan føre til skader på bygget og i verste fall føre til et dårligere inneklima. Viktige hovedpunkter for våtrom:

- Golv må ha fall til sluk, 1: 50 i vannbelastede soner og skjulte flater, 1: 100 ellers.
- Minst 25 mm høydeforskjell mellom slukrist og terskel mot andre rom.
- Membran på golv og vegger i våtsone.
- Det må være samhörighet 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. preaksepterte løsninger, men denne løsningen har vært utsatt for en del skader. Vegger bør bygges opp av mur eller betong.
- 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.
- Innebygde sisterner eller lignende skal monteres slik at eventuelt lekkasjevann ikke fører til oppfukting og skade på konstruksjoner.
- 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.
- Golv i tekniske rom skal ha vanntett golv

4. GENERELLE BYGNINGSFYSISKE ANBEFALINGER

4.1 Varmeisolering

- Varme- og kondensisolasjon må som hovedregel plasseres på kald side av bærekonstruksjoner.
- Alle ytterkonstruksjoner må isoleres så godt at det ikke oppstår kondens på innvendig overflate.
- Hvis dampsperra ligger inni konstruksjonen, bør helst 3/4 av varmeisolasjonen (varmemotstanden) ligge på kald side av dampsperra.
- Sjakter og nedløp må vurderes av bygningsfysisk rådgiver og isoleres mht. kondensrisiko.
- Kuldebroer unngås best ved å plassere isolasjonen og klimaskallet utenfor bæresystemet.

- Det må utarbeides detaljtegninger av kuldebroer/sammenføyning av konstruksjoner som kontrolleres av bygningsfysisk rådgiver.

4.2 Tetthet

- Sperresjiktene må ha overlapp og klemte skjøter. Skjøtene må være tette ved å klemmes som angitt i Byggdetaljblad 522.355, 523.255, evt. andre tilfredsstillende løsninger.
- I overganger og fuger er det spesielt viktig med fokus på tetthet; det er normalt her hovedandelen av luftlekkasjer forekommer.
- Diffusjonssperra (dampsperra) må ha tilstrekkelig lufttetthet og vanndampmotstand. Dampsperra bør ha:
 - Sd-verdi minst 10 m (vanndampmotstand minst $50 \cdot 10^9 \text{ m}^2\text{sPa/kg}$)
 - Luftgjennomgangstall maks. $0,002 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{hPa}$
 - 0,15 mm plastfolie (polyetylen) har tilfredsstillende egenskaper.
- Vindsperreprodukter må ha:
 - Sd-verdi maks 0,5 m (vanndampmotstand maks $2,5 \cdot 10^9 \text{ m}^2\text{sPa/kg}$).
- Hulltaking i sperresjikt i ytterkonstruksjonene må utføres slik at tilslutningene blir lufttette.
- Avslutning og klemming av tettesjikt ved vanskelige detaljer må vises på arbeidstegninger.
- Fuger rundt vindu/dør må isoleres, lufttettes på kald side og dampettes på varm side.

4.3 Fuktsikring

- Varme- og kondensisasjon bør som hovedregel plasseres på kald side av konstruksjonen.
- Det er nødvendig å kondensisolere ytterkonstruksjoner i rom hvor det ikke kreves særlig varmeisolasjon mht. varmetap/energibruk.
- Treverk og andre fuktømfintlige materialer må ikke være i direkte kontakt med mur, betong etc. Under sviller o.l. må det fuktsikres med f.eks. sillemembran.
- Materialer som ikke er bestandige mot fukt og råte må ikke bygges inn mellom tette sjikt.
- Materialer som inneholder særlig fukt må ikke bygges inn i konstruksjoner som tørker raskt (luftede konstruksjoner over terreng), treverk bør ikke inneholde mer enn 20 vekt-% fukt. I konstruksjoner som tørker forholdsvis langsomt, bør treverk ikke inneholde mer enn 15 vekt-% fukt.
- Tidsplan må tillate uttørking av byggfukt, særlig i betong.
- Før legging av belegg på betong, må fuktinnholdet i betongen være maksimalt 85 % RF (luftfuktighet i porene). Betonggolv med varmekabler bør ikke ha høyere fuktinnhold enn 75 % RF. Man må ta hensyn til nødvendige tørketider. Det kan være nødvendig å dokumentere dette med fuktmålinger før legging av belegg. Eventuell parkett/laminat/tregolv må i tillegg fuktbeskyttes med f.eks. 0,2 mm plastfolie med god overlapp under parkettunderlaget.
- Byggdetaljblad 474.533 beskriver uttørking og kontrollmåling av byggfukt nærmere. Byggdetaljblad 474.531 beskriver egnede målemetoder og Byggdetaljblad 474.511 viser oversikt over hvilke punkter som er viktige å kontrollere mht. fukt. I tillegg henvises det til NS3511 og NS3512.
- Det bør ikke installeres stor effekt på gulvvarme i eventuelle golv med belegg av tre/parkett (kan tørke for mye og sprekke).
- Transport, lagring og byggetid må planlegges for minst mulig oppfukting av materialer.

4.4 Materialer og bestandighet

- Det må ikke bygges inn materialer med kortere forventet levetid enn materialene utenfor.
- Utvendige porøse materialer må ha dokumenterte egenskaper mht. frostbestandighet. Eksempler på slike materialer er utvendig tegl og puss.

- Det må benyttes tilslag i betong som ikke gir alkaliereaksjoner.
- I rom der golv kan bli spylt må det i tillegg til vanntett golvkonstruksjon brukes fuktbestandige materialer i vegger.
- Store arealer av mur, betong etc. må deles opp med nødvendige bevegelsesfuger. Nødvendig fugeoppdeling er beskrevet i Byggdetaljblad 523.231, 523.242, 542.301, 542.303 og 542.813.
- Det meste av svinnet i betong bør være unnagjort før eventuell flislegging.
- Iht. TEK 10 (§3-1 til §3-14) stilles krav til byggproduktenes egenskaper, levetid og holdbarhet. Entreprenøren må dokumentere hvordan dette skal ivaretas, f.eks. ved å velge kjente, utprøvde materialer og løsninger, f.eks. med Teknisk godkjenning.

4.5 Detaljer

Det må utarbeides detaljtegninger av kritiske detaljer i ytterkonstruksjoner:

- overganger mellom materialer og konstruksjoner
- dekkeforkanter
- gjennomføringer
- vindusinnsetting
- konstruksjoner mot grunnen
- parapeter
- gjennomføringer på tak
- kuldebroer
- luft- og dampetting der konstruksjoner (f.eks. søyler e.l.) bryter dampsperra
- kritiske detaljer i våtrom

Detaljene må vise hvordan tetting og klemming av sperresjikt skal utføres. Arbeidets rekkefølge må planlegges slik at det er mulig å utføre detaljer og sammenføyning av konstruksjoner som planlagt. Dette må komme frem av tegninger.

4.6 Kontroll / Dokumentasjon

- Alle viktige materialer/løsninger med betydning for bygningsfysikk/fuktsikring skal ha dokumenterte egenskaper.
- Membran-, lim- og flissystem anbefales dokumentert, også samhörighet mellom materialene.
- Alle viktige detaljer/tegninger må tegnes ut av ARK og kontrolleres av bygningsfysisk rådgiver.
- Det må kontrolleres at alt utstyr og komponenter tåler klimaet de utsettes for.
- Betongens fuktinnhold bør kontrolleres før legging av membraner og tette belegg.
- Det må utføres tetthetsmåling av ferdig bygg. Lekkasjetall må være iht. krav i energiberegningen og minstekrav til passivhus
- Alle energikrav i TEK10 og passivhus må dokumenteres

