

Vest-Lofoten Videregående Skole

Energikonsept



Energi og bygningsfysikk

Oppdragsgiver: HUS Arkitekter / Nordland Fylkeskommune

Prosjektnummer: 15750001

Dato: 09.02.16

RAPPORT

Energikonsept for Vest-Lofoten VGS

Rapport nr.: 1	Oppdrag nr.: 15750001	Dato: 09.02.16
Kunde: HUS Arkitekter/Nordland Fylkeskommune		
Energikonsept Vest-Lofoten VGS		
Sammendrag: Sweco er engasjert av Nordland fylkeskommune og HUS Arkitekter for å utføre bygningsfysisk prosjektering, energivurderinger og rådgivning i forbindelse med samlokalisering og kapasitetsutvidelse av Vest-Lofoten Videregående skole i Vestvågøy kommune. Fløy B er beregnet til energikarakter C slik bygget står i dag, men har potensial til å oppnå karakter B dersom bygget oppgraderes iht. §14-3. Fløy C er beregnet til energikarakter E slik bygget står i dag, men har potensial til å oppnå karakter C dersom bygget oppgraderes iht. §14-3. Nybygget har et beregnet areal på ca. 7190 m ² og skal tilfredsstille kriterier fra teknisk forskrift (TEK'10) og passivhuskrav for yrkesbygg (NS 3701:2012). Vedlagt ligger beregninger som viser evaluering mot TEK'10 og passivhuskrav.		
Rev.	Dato.	Revisjonen gjelder.
Utarbeidet av: Marte Veivåg Aase, Energi Jannicke Nilssen, Bygningsfysikk		Sign.: MAA NOJANI
Oppdragsansvarlig/avd.: Per Stig Solbakken/ TI Trondheim		Oppdragsleder / avd.: Lars Andreas Lægran, Energi Jørn Emil Gaarder, Bygningsfysikk

Innhold

Innledning	1
Beskrivelse av prosjektet	1
Lover, forskrifter og prosjektkrav	2
Programvare.....	2
Hoveddata	3
Prosjekttittel	3
Prosjekteier	3
Prosjektteam	3
Ansvar	3
1 Eksisterende bygg.....	4
1.1 Innledning	4
1.1.1 Funksjonskrav	4
1.1.2 Endringer siden byggeår.....	4
1.1.3 Befaring.....	4
1.2 Fuktproblematikk.....	4
1.2.1 Fukt i kjeller	4
1.2.2 Lekkasje i tak.....	5
1.2.3 Kuldebro	6
1.2.4 Glassvegg	7
1.3 Oppbygging klimaskall	7

1.3.1	Gulv.....	7
1.3.2	Yttervegg mot grunn	8
1.3.3	Yttervegg.....	8
1.3.4	Vinduer.....	9
1.3.5	Tak	10
1.4	Energiberegninger.....	10
1.4.1	Fløy B.....	10
1.4.2	Fløy C.....	11
2	Nybygg.....	13
2.1	Innledning	13
2.1.1	Funksjonskrav	13
2.2	Bygningsfysiske premisser.....	14
2.2.1	Prinsipper for passivhus	14
2.2.2	Fukt.....	14
2.2.3	Varme.....	16
2.2.4	Radon.....	17
2.2.5	Gulv på grunn.....	17
2.2.6	Ringmur.....	19
2.2.7	Vegger mot grunn.....	20
2.2.8	Yttervegg.....	21
2.2.9	Vinduer.....	24
2.2.10	Tak	26

2.2.11	Spesielle rom.....	29
2.3	Energiberegninger.....	30
2.3.1	Inndata og forutsetninger.....	30
2.3.2	Resultater.....	34
2.3.3	Konklusjon.....	35
3	Vedlegg.....	35

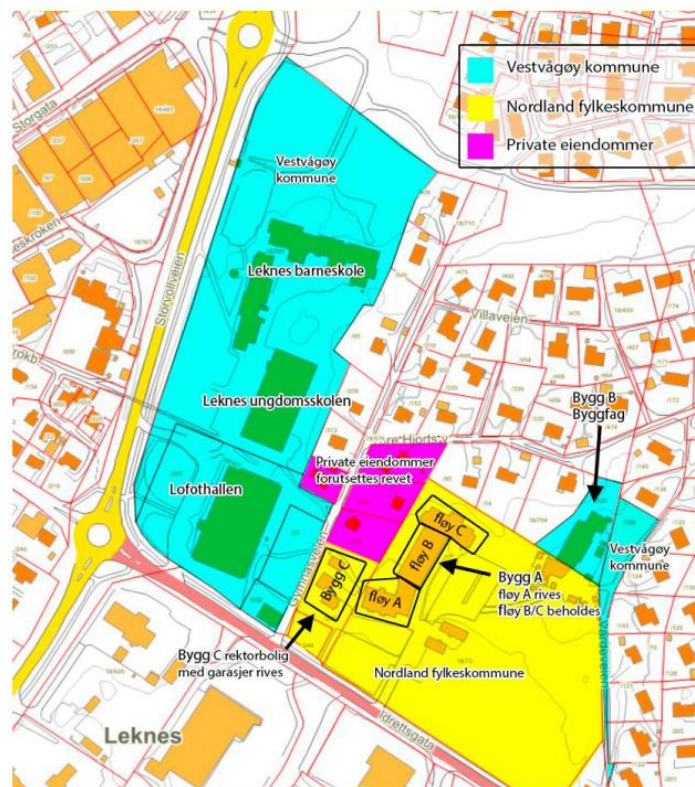
Innledning

Sweco er engasjert av Nordland fylkeskommune og HUS Arkitekter for å utføre bygningsfysisk prosjektering, energivurderinger og rådgivning i forbindelse med samlokalisering og kapasitetsutvidelse av Vest-Lofoten Videregående skole i Vestvågøy kommune. Samlokaliseringen vil skje i to byggetrinn og Sweco er engasjert til å ta del i skisse- og forprosjektfase i *Byggetrinn I*.

Første del av denne rapporten inneholder karlegging, vurderinger og energiberegninger av den eksisterende bygningsmassen. Del to inneholder premisser, anbefalinger og energiberegninger for det nye bygget.

Beskrivelse av prosjektet

Vest-Lofoten videregående skole er i dag lokalisert flere steder på Leknes og i Gravdal. I dette prosjektet er formålet at samlokaliseres, fortrinnsvis i et felles bygg.



Figur 1 - Eksisterende bygningsmasse, og planlagt riving.

Skolens hovedbygg består av tre fløyer, fløy A som ble bygd i år 1947, fløy B bygd omkring 1970 og fløy C bygd i 1990. I forbindelse med den nye skolen er det tenkt at fløy B, fløy C og deler av A skal beholdes, mens rektorboligen og mesteparten av fløy A skal rives. En liten del av fløy A skal beholdes av praktiske årsaker pga. det tekniske anlegget.

Bygningsmassen som beholdes skal renoveres, og vil sammen med et helt nytt bygg utgjøre nye Vest-Lofoten Vgs.

Lover, forskrifter og prosjektkrav

Bygningsfysikk har et kravgrunnlag gitt i Teknisk Forskrift (TEK10), til Plan- og bygningsloven 2007. Krav med tanke på fukt- og energiprosjektering finnes i relevante deler av TEK10s kapittel 13 og kapittel 14.

Programvare

Bygget er simulert i dataprogrammet SIMIEN (versjon 5.023) som baserer seg på en dynamisk modellering av bygningen, hvor tilstanden kan beregnes med intervaller på 15 minutter. Påtrykk fra klima (sol, vind, temperatur, luftfuktighet og CO₂-nivå) og internlaster (belysning, teknisk utstyr, vannoppvarming og personer) brukes for å beregne endring av tilstanden i bygningen fra et tidspunkt til neste. Det tas hensyn til påvirkning fra tekniske installasjoner, samt varmelagring og varmeavgivelse fra bygningskroppen. Simuleringen følger modellen for dynamisk simulering av energibehov beskrevet i NS 3031:2014.

Hoveddata

Prosjektittel

Vest-Lofoten VGS

Prosjekteier

Byggherre: Nordland fylkeskommune
 Kontaktperson: Kurt S. Høgetveit
 E-post: kurthog@nfk.no
 Telefon: 75 65 01 88

Prosjektteam

Tabell 1 - Prosjektteam.

Firma	Kontaktperson	Rolle
THR Utvikling AS	Torleif Håheim	Prosjektleder
SWECO Norge AS	Lars Andreas Lægran	RIEn
SWECO Norge AS	Jørn Emil Garder	RIByfy
SWECO Norge AS	Per Stig Solbakken	RIV
SWECO Norge AS	Thomas Tennøy	RIE
SWECO Norge AS	Magnus Alseth	RIB
SWECO Norge AS	Herbjørg Ishol	RIBr
HUS arkitekter	Lars Christian Koren Hauge	ARK

Ansvar

Denne rapporten benytter opplyste verdier fra fagrådgivere og entreprenører som er ansvarlig for at gitte opplysninger er korrekte.

1 Eksisterende bygg

1.1 Innledning

Denne delen av rapporten inneholder en kartlegging av eksisterende bygningsmasse, med anbefalinger for tiltak som bør utføres. En energivurdering i SIMIEN har også blitt utført for å evaluere dagens standard og energibruk.

1.1.1 Funksjonskrav

Fra byggherre er det ønske om minst mulig ombygging av eksisterende bygningsmasse. Det er i første omgang de mest nødvendige tiltakene som vil bli utført. Renoveringen defineres dermed ikke som hovedombygging og krav til energieffektivitet iht. kapittel 14 i TEK10 vurderes ikke som gjeldende. Løsninger skal likevel etterstrebe TEK10 så langt det er mulig, og det bør være fokus på å oppnå et godt inneklima uten fuktproblemer.

1.1.2 Endringer siden byggeår

Eksisterende bygningsmassen er noe ombygd, renvert og tilpasset endret arealbehov ved skolen. Fløy A og B gjennomgikk en renovering rundt ca. 2009 hvor vinduer, yttervegger og tak ble utbedret og etterisolert. Ytterveggen mot sør i fløy C ble utbedret samtidig, men i resten av fløy C har det ikke blitt utført noen større renoveringstiltak siden byggeåret.

1.1.3 Befaring

For å kunne evaluere tilstanden til det eksisterende bygget, samt kartlegge oppbygging av klimaskallet, ble det utført befaring på Vest-Lofoten Vgs. 18.08.15.

1.2 Fuktproblematikk

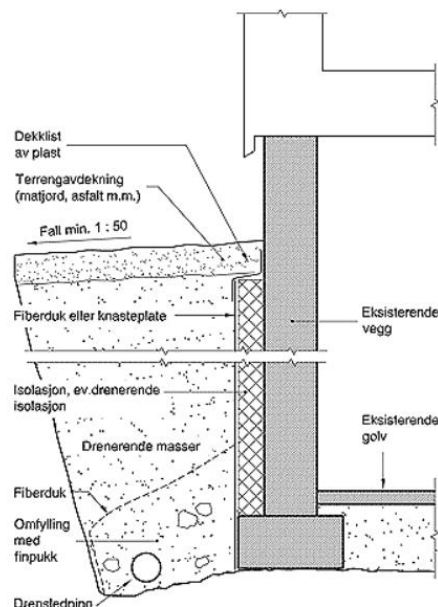
Under befaringen som ble utført ble det avdekket flere områder med fuktproblemer i eksisterende bygg. For å forbedre inneklimaet og for å forhindre videre ødeleggelse må disse problemene utbedres.

1.2.1 Fukt i kjeller

Målinger og observasjoner utført på bygningsdeler under terreng tyder på høyt fuktinnhold. Det ble observert saltutslag, malingsavflassing og pussavskaling på vegg og gulv under terreng, og fuktmåler gav utslag spesielt ved overgangen gulv mot vegg.

Det antas at fuktproblemet er forårsaket av utvendige forhold, og aktuelle utbedringstiltak kan være; bedre avledning av overflatevann og takvann, utbedring av kapillærbrytende sjikt mot vegg, og oppgraving og omlegging av drenering.

Dersom det velges å graves opp for drenering, anbefales det samtidig å isolere på utsiden av kjellerveggene. Mange av kjellerveggene i bygget er i dag isolert på innsiden, noe som medfører økt risiko for kondens bak isolering. Ved å isolere på utsiden vil risikoen reduseres. Spesielt ved rehabilitering av fuktige, eldre yttervegger med fuktoppsug fra grunnen bør man isolere veggene på utsiden med dampåpen isolasjon. Vanndampen som diffunderer fra betongen og utover gjennom isolasjonen, vil kondensere ved den kalde siden av isolasjonen og ledes bort av de drenerende materialene.



Figur 2 - Utbedring av fukt i kjeller (BKS 727.121).

1.2.2 Lekkasje i tak

Det ble observert symptomer på innvendig takkonstruksjon som tyder på vannlekkasje fra tak; fuktmerker på innvendig himling, avleiring og korrosjon på bærende underlag av stål, korrosjon av festemidler, og fuktmerker på treverk. Det virker å være problem med vannlekkasje ved flere punkter i takkonstruksjonen. Det er vanskelig å lokalisere lekkasjepunktene basert på visuell befaring, men det antas at det kan være i forbindelse med sluker ved innvendig nedløp, samt i overgang mellom fløy B og fløy C. Før det settes i gang tiltak anbefales det å utføre ytterligere undersøkelser for å lokalisere lekkasjepunktene. F.eks. ved hjelp av termokamera.

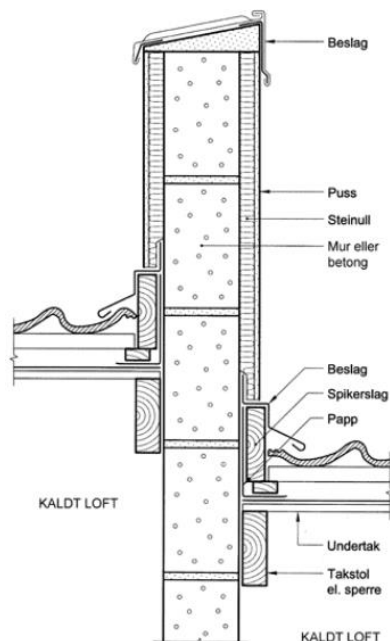
1.2.3 Kuldebro

I overgangen mellom fløy B og fløy C, hvor en seksjoneringsvegg skiller de to byggene, har det ifølge vaktmester vært store problemer med fukt og lekkasje i tak som er forsøkt utbedret flere ganger.

Taket på fløy B er utført som flatt varmt tak, mens taket i fløy C er utført som skrått varmt tak. Mellom fløy B og C stikker seksjoneringsveggen av betong opp over taket og opptrer som en stor kuldebro. Det er dårlige fallforhold og bortledning av vann i sammenføyingen som gjør at det dannes stående vanddammer etter regnvær og snøsmelting, noe som gir økt risiko for vannlekkasje.

Det antas at fuktproblemene kan være en kombinasjon av overflatekondens ved kuldebroen og lekkasje gjennom taktekingen.

For å forbedre kuldebroen anbefales det at seksjoneringsveggen isoleres med ubrennbar isolasjon på utsiden. For å forhindre lekkasje må oppstikket utføres med kontinuerlig tekking og beslag på toppen. Fallforholdene må også utbedres, slik at vann ikke blir stående.



Figur 3 - Eksempel utvendig isolert seksjoneringsvegg med beslag.

1.2.4 Glassvegg

I fløy C er det fuktskader på gulvbelegg ved glassvegg. Skadene antas å skyldes kondens på glassvegg og/eller utilstrekkelig fuktetting mellom gulv og glassvegg. Kondens kan skyldes høy U-verdi på glassvegg, noe som resulterer i kaldere overflatetemperatur og økt risiko for kondens.

Glassveggen er en uheldig løsning med tanke på fukt og varmetransport, og anbefales derfor å byttes ut.

1.3 Oppbygging klimaskall

For å kunne beregne U-verdier og utføre energiberegning må oppbyggingen av de ulike bygningsdelene være kjent. En kartlegging av bygningsdelene for eksisterende bygningsmasse har derfor blitt gjort i så stor grad det har vært mulig.

1.3.1 Gulv

Både fløy A, B og C har kjeller i skrånende terreng; kun deler av bygningens kjeller ligger under terrengnivå. Deler av golvet ligger derfor direkte på grunn mens resten ligger under terrengnivå.

Fløy A

I følge arbeidstegninger fra byggeår er golvet utført som betongdekke uten isolasjonssjikt. Det finnes ingen spesifiserte mål på betongdekket, men det antas å være 100 mm.

Fløy B

Under befaringen ble luke ned til bunnledning åpnet. Her var det mulig å se oppbyggingen av golvet. Isolasjonssjiktet ble målt til å være ca. 50 mm, og betongdekket ca. 200 mm.

Fløy C

Snittegning funnet i blant byggetegningene viser en isolasjonstykkelse på 50 mm og en betongtykkelse på 80 mm for golvet i fløy C.

1.3.2 Yttervegg mot grunn

På grunn av det skrånende terrenget har både fløy A, B og C i fremkant hele ytterveggen i underetasjen over terreng, og i bakre del veggen helt under terreng.

Fløy A

Kjellerveggene er utført i 200 mm plasstøpt betong med 50 mm EPS på innsiden.

Fløy B

Oppbyggingen av veggene under terreng varierer, men i hovedsak er det brukt 100 mm plasstøpt betong med forhudningspapp og 100 mm isolert bindingsverk på innsiden.

Fløy C

Store deler av kjellerveggene i fløy C er bygd opp av 250 mm lettklinker blokker, hvorav 85 mm er isolert kjerne. Tilfluktsrommene er utført i 150 mm plasstøpt betong utvendig isolert med 50 mm.

1.3.3 Yttervegg

Fløy A og B

De gamle ytterveggene i fløy A og B ble revet i forbindelse med renoveringen rundt år 2009, da ytterveggene var angrepet av sopp og råte. Veggene ble byttet med 200 mm isolert bindingsverk (36x198 mm).

Fløy C

Ytterveggene i fløy C består stort sett av 250 mm lettklinker blokker med isolert kjerne, samme som i kjellerveggene. Enkelte veggpartier hvor det er mye vindu er det i stedet brukt 150 mm isolert bindingsverk.

Ytterveggen mot sørvest på fløy C ble også etterisolert i forbindelse med renovering av fløy A og B. Vinduer ble byttet og det ble etterisolert med 100 mm.

1.3.4 Vinduer

Fløy A og B

På den delen av fløy A som er planlagt å beholde, samt i fløy B ble vinduene byttet ut i forbindelse med oppgraderingen av fasaden rundt år 2009, vinduene ble derfor ikke befart i detalj. Det ble ikke avdekket noen råteskader eller funksjonssvikt på utførte stikkprøver, vinduene ansees derfor å være i god stand. Vinduene er av typen 2-lags med trekarm.

Det antas at vinduene oppfyller krav til byggeteknisk forskrift gjeldende ved renoveringsåret, TEK07, som betyr at de skal oppfylle et U-verdi krav på $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Fløy C

I fløy C ble vinduene på sørvest-fasaden byttet i forbindelse med oppgraderingen av fløy A og B. Resterende vinduer i fløy C er fra byggeår.

Vinduene fra byggeåret er av typen 2-lags med trekarm. Det ble ikke avdekket noen skader eller avvik på utførte stikkprøver på vinduene i fløy C og vinduene antas derfor å være i ok stand, men siden vinduene er fra byggeår antas U-verdien til vinduene noe lav.

Byggeforskrift 1987 var gjeldende ved byggeår. Dette betyr at vinduene i fløy C har en U-verdi høyst på $2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$, forutsatt at minstekravene i *Byggeforskrift 1987* ble oppfylt. Sammenlignet med dagens krav på $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ vil dette resultere i dobbelt så høy varmetap gjennom vinduene.

1.3.5 Tak

Fløy A og B

Taket på fløy A og B er et flatt varmt tak som ble renoverert rundt 2009. Isolasjonen ble målt til å være 7 cm på det tynneste ved sluk. Ved å anta et minimums fall på 1:40 som er anbefaling fra SINTEF, beregnes den gjennomsnittlige isolasjonstykkelsen til å være ca. 10 cm.

Fløy C

Fløy C har et varmt skråtak av lette takelementer teknet med takfolie. Isolasjonstykkelse og tettesjikt er vanskelig å anslå, men ut ifra visuell besiktelse og forsøk på måling antas en isolasjonstykkelse på 200 mm.

1.4 Energiberegninger

Tabell 1 og 2 viser beregninger av fløy B og fløy C i nåværende tilstand og etter oppgradering i henhold til §14-3 Enkelttiltak i TEK10. Fløy B er beregnet til energikarakter C slik bygget står i dag, men har potensial til å oppnå karakter B dersom bygget oppgraderes iht. §14-3. Fløy C er beregnet til energikarakter E slik bygget står i dag, men har potensial til å oppnå karakter C dersom bygget oppgraderes iht. §14-3.

1.4.1 Fløy B

Vet utførelse av en SIMIEN-beregningen har fløy B årlig anslått energibehov på 127 kWh/m² (Tabell 1) slik bygget står i dag. Ved oppgradering i henhold til §14-3 i TEK10 er det potensial for å redusere energibehovet til 103 kWh/m² og fløy B vil dermed oppnå energikarakter B. I Tabell 1 framgår energigevinsten av hvert enkelttiltak og totalgevinst er summert i siste rad. Vinduer og ventilasjonsanlegg i fløy B allerede er oppgradert etter TEK10 standard. Tabellen viser at lekkasjetall og kuldebroer har en stor innvirkning på det totale oppvarmingsbehovet for bygget og en oppgradering av klimaskallet som reduserer disse verdiene til å oppfylle krav fra §14-3 vil derfor redusere energibruken betraktelig. Det vil også være god effekt av etterisolering av tak.

Tabell 2 - Effekten av enkelttiltak og total oppgradering iht. § 14-3 Enkelttiltak TEK 10, Fløy B

Vest-Lofoten VGS B-fløy	Dagens tilstand	Oppgradering iht. §14-3 Enkelttiltak TEK10	Besparelser for hvert enkelttiltak
Andel vindu-/dørareal	17,1 %	≤ 20 %	-
Yttervegger/kjellervegger plan U1	0,23/0,41 W/(m ² K)	0,18 W/(m ² K)	2 kWh/(m ² /år)
Yttervegger plan 1	0,23 W/(m ² K)	0,18 W/(m ² K)	1 kWh/(m ² /år)
Tak	0,25 W/(m ² K)	0,13 W/(m ² K)	7 kWh/(m ² /år)
Vinduer/dører plan U1	1,1 W/(m ² K)	1,1 W/(m ² K)	-
Vinduer/dører plan 1	1,1 W/(m ² K)	1,1 W/(m ² K)	-
Gulv på grunn	0,22-0,39 W/(m ² K)	0,15 W/(m ² K)	1 kWh/(m ² /år)
Normalisert kuldebro	0,12 W/(m ² K)	0,06 W/(m ² K)	6 kWh/(m ² /år)
Lekkasjetall n50	2,5 h ⁻¹	1,5 h ⁻¹	7 kWh/(m ² /år)
SFP faktor	2,0 kW/(m ³ /h)	2,0 kW/(m ³ /h)	-
Virkningsgrad varmegjenvinner	80 %	80 %	
Total energiforbruk	127 kWh/(m ² /år)	103 kWh/(m ² /år)	24 kWh/(m ² /år)
Energimerke	C	B	

1.4.2 Fløy C

Ved utførelse av SIMIEN-beregning har fløy C et årlig anslått energibehov på 177 kWh/m² (Tabell 2) slik bygget står i dag som gir energikarakter E. Ved oppgradering i henhold til §14-3 i TEK10 har bygget potensial til å redusere energibehovet til 107 kWh/m² og dermed oppnå energikarakter C. I Tabell 2 framgår energigevinsten av hvert enkelttiltak og totalgevinst er summert i siste rad. Den klart største gevinsten fremkommer av oppgradering av ventilasjonsanlegg (SFP-faktor og varmegjenvinningsgrad). De fleste vinduer og samtlige dører i fløy C har U-verdi på 2,4 og en oppgradering av disse til vinduer med U-verdi etter tiltaksmodellen er tiltaket som gir nest størst energibesparelse. Som enkelttiltak kan det foreslås å oppgradere vinduene som vil øke byggets energikarakter fra E til D.

Tabell 3 - Effekt av enkelttiltak og total oppgradering iht. §14-3 Enkelttiltak TEK10, fløy C.

Vest-Lofoten VGS C-fløy	Dagens tilstand	Oppgradering iht. §14-3 Enkelttiltak TEK10	Besparelser for hvert enkelttiltak
Andel vindu-/dørareal	10,5 %	≤ 20 %	-
Yttervegger/kjellervegger plan U1	0,20-0,31 W/(m ² K)	0,18 W/(m ² K)	2 kWh/(m ² /år)
Yttervegger plan 1	0,22-0,35 W/(m ² K)	0,18 W/(m ² K)	8 kWh/(m ² /år)
Tak	0,18 W/(m ² K)	0,13 W/(m ² K)	5 kWh/(m ² /år)
Vinduer plan U1	1,1	1,1	-
Vinduer/dører plan 1	1,1-2,40 W/(m ² K)	1,20 W/(m ² K)	15 kWh/(m ² /år)
Gulv på grunn	0,31 W/(m ² K)	0,15 W/(m ² K)	1 kWh/(m ² /år)
Normalisert kuldebro	0,12 W/(m ² K)	0,06 W/(m ² K)	7 kWh/(m ² /år)
Lekkasjetall n50	2,5 h ⁻¹	1,5 h ⁻¹	8 kWh/(m ² /år)
SFP faktor	3,0 kW/(m ³ /h)	2,0 kW/(m ³ /h)	25 kWh/(m ² /år)
Virkningsgrad varmegjenvinner	70 %	80 %	
Total energiforbruk	177 kWh/(m²/år)	107 kWh/(m²/år)	70 kWh/(m²/år)
Energimerke	E	C	

Som vist i tabellene overfor er det stort potensiale for forbedring av energikarakter til eksisterende bygg.

Når det gjelder evaluering mot TEK10 står det under §14-7 at andel av varmebehovet som dekkes av annet enn direkte el og fossile brensler skal være minimum 60%. Slik som bygget står i dag kommer energiforsyningene for eksisterende bygg fra el- og oljekjel som tilsier at §14-7 ikke oppfylles. Ved tilkobling til ny energisentral som bygges i forbindelse med nybygg vil dette kravet kunne tilfredsstilles for eksisterende bygg, og en TEK10 godkjenning av fløy B og C vil derfor være mulig dersom de tiltakene iht. §14-3, nevnt ovenfor, utføres.

Dokumenter for energimerking og evaluering mot TEK 10 for fløy B og fløy C er vedlagt.

2 Nybygg

2.1 Innledning

Denne delen av rapporten omhandler det nye bygget, premisser, energivurderinger og simuleringer for videre prosjektering.

2.1.1 Funksjonskrav

Det er bestemt at det nye bygget skal utføres som passivhus, og dermed er det passivhusstandarden NS 3701:2012 *Kriterier for passivhus og lavenergibygninger, Yrkesbygninger* som må oppfylles ved energiprojekteringen.

Passivhusstandarden NS 3701 stiller overordnede passivhuskriterier og minstekrav, som er oppsummert i tabellen nedenfor.

Tabell 4 - Overordnede kriterier og minstekrav i henhold til NS 3701.

Maksimumkrav		
Netto energibehov til oppvarming av rom og ventilasjonsluft		Grenseverdien avhenger av bygningskategori, areal og lokalt klima ¹⁾
Netto energibehov til kjøling		
Varmetap fra bygningens klimaskjerm		
Energiforsyning		
Minstekrav til enkeltverdier		
U-verdi for dører og vinduer		$\leq 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Normalisert kuldebroverdi for hele bygningen		$\leq 0,03 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Årgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner		$\geq 80 \%$
SFP-faktor (Vifteeffekt) for ventilasjonsanlegg		$\leq 1,5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$
Lekkasjetall ved 50 Pa		$\leq 0,60 \text{ h}^{-1}$
Energibehov og behovsstyring for belysning	Dynamisk dagslys- og konstantlysstyring.	Minst 60 % av installert effekt til belysning er underlagt styringssystemet
	Dynamisk behovsstyring ved tilstedeværelse	Minst én styringssone per rom eller én styringssone per 30 m ² i større rom

¹⁾ Se Byggdetalj 473.015

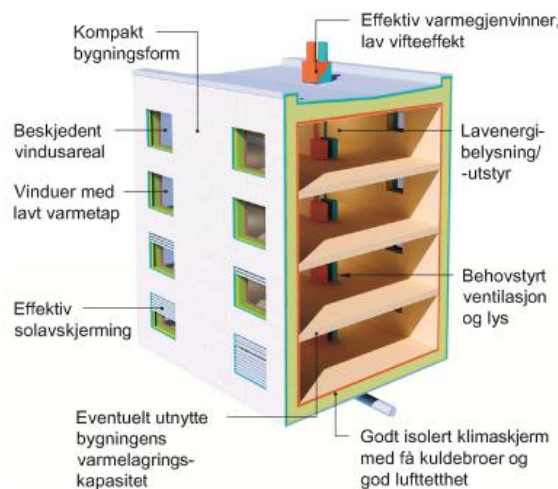
Kravet til energibehov for passivhus gjelder kun oppvarming og kjøling, ikke totalt energibehov slik som kravet til energirammer i TEK10.

Energirammekravet i TEK10 for bygningskategori *skolebygning* er 120 kWh/m² år. For et passivhus er det antatt en besparelse i størrelsesordenen 40-50 kWh/m² år. Dette gir en antatt årlig besparelse på 248.000 – 310.000 kWh/år.

2.2 Bygningsfysiske premisser

2.2.1 Prinsipper for passivhus

Et utgangspunkt for å oppnå passivhusstandard er å følge prinsippene som er vist i figur 2. Det er likevel visse frihetsgrader, spesielt for yrkesbygninger, til å utforme bygningene med mer komplekse former. Bruk av glass i fasaden på en mer utstrakt måte er også mulig ved gjennomtenkt utforming, plassering og orientering.



Figur 4 - Prinsipper for å oppnå passivhusstandard.

2.2.2 Fukt

Bygningsdeler og konstruksjoner skal i henhold til TEK være utformet slik at nedbør, overflatevann, grunnvann, bruksvann og luftfuktighet ikke kan trenge inn og gi fuktskader, mugg- eller soppvekst eller andre hygieniske problemer.

Fukt fra grunnen

For å minske risikoen for fuktproblemer i forbindelse med fukt fra grunnen er det viktig å lede overflatevann bort fra bygningen. Dette gjøres ved å sørge for fall ut fra vegg, før takvann

vekk fra huset, installasjon av drensledning og drenerende grunnmursplate. Det er også viktig med drenerende masser og bruk av fuktsperre i golvkonstruksjon. For nærmere beskrivelse av utførelse og detaljer henvises det til BKS 514.221.

Ved løsninger mot grunn hvor terrenget er i høyde med gulv, skal det prosjekteres bestandige løsninger med tanke på fukt og drenering. Dersom det er trebasert kledning på yttervegg bør avstand fra underside kledning til terreng på 300 mm ivaretas for å unngå mikrobiologisk vekst (mugg- og råte). Dette kan reduseres ned mot 100mm på steder uten spesielt store slagregnpåkjenninger dersom terrengoverflaten består av relativt grove masser, slik at det ikke spruter (iht. SINTEF Byggforsk).

Nedbør

For å gi et effektivt og varig vern mot nedbør, bør tetting av fasader og fuger skje i to trinn. I en såkalt totrinnstetning fungerer kledningen som regnskjerm, og vindsperra utgjør vindtettingen. Totrinnstetning kan man oppnå med luftede kledninger og fuger.

For å beskytte mot vanninntrenging i overgangsdetaljer bør det monteres beslag. Beslagets oppgave er dels å sikre at minst mulig nedbør trenger inn til vindsperresjiktet bak beslaget, dels å lede nedbør ut fra fasaden.

Fukttransport fra romsiden

Store deler av året er det høyere vandamptrykk inne enn ute, og det er fare for at fuktig inneluft vil trenge ut i ytterveggskonstruksjonen og kondensere i isolasjonsmaterialet. På grunn av dette er det viktig å montere en dampsperre på innsiden for å unngå fuktproblemer i ytterveggskonstruksjonen. Dampsperra må monteres kontinuerlig med tette skjøter. Eventuelle gjennomføringer må også med tilstrekkelig tetting rundt.

Byggefukt

Under byggetiden er det viktig å beskytte bygget og konstruksjonene for å holde det tørt og forhindre fuktskader. Selv om konstruksjonen utføres riktig må man alltid ta i betraktning at den både kan ha et overskudd av fuktighet ved innbygging og få tilført fuktighet ved nedbør i byggetiden eller fra lekkasje senere. Derfor er det viktig at konstruksjonsdelene bygges opp slik at de har god evne til å tørke ut, med avtagende damp tetthet utover i konstruksjonen. Spesielt viktig er det å unngå å bygge inn fuktfølsomme organiske materialer (f.eks. tre og trebaserte materialer) mellom to damp tette sjikt da det vil være fare for muggsopp vekst. Det er viktig at trevirke som bygges inn skal ikke ha høyere fuktinnhold enn 20 vektprosent.

Bedre isolerte konstruksjoner kan gi tregere uttørking. For passivhus er det derfor spesielt viktig å ha kontroll på disse punktene.

2.2.3 Varme

Varmetap gjennom bygningens klimaskjerm avhenger blant annet av bygningsdelenes isolasjonsevne, tilslutningenes kuldebroer og klimaskjermens lufttetthet.

Varmegjennomgang

Varmetap gjennom vegg, tak, golv, vinduer og dører avhenger av bygningsdelenes isolasjonsevne. Et mål på dette er bygningsdelens U-verdi, som avhenger av oppbygning, materialenes varmeisolasjonsegenskaper og dimensjoner.

Det stilles ingen krav til minsteverdi for U-verdi på yttervegg, tak eller golv i NS 3701:2012 utover TEK10, dette på grunn av at i mange tilfeller vil det fordyre prosjekter utover aksepterte rammer samtidig som oppvarmingskravet er tilfredsstillt.

I tabellen nedenfor er foreløpige isolasjonstykkelser, varmekonduktiviteter og U-verdier gitt. Verdiene er basert på foreløpige energiberegninger, og de oppfyller minstekrav gitt i TEK 10.

Tabell 5 – Foreløpige isolasjonstykkelser, varmekonduktiviteter og U-verdier.

Bygningsdel	Isolasjonstykkelse (mm)	Varmekonduktivitet (W/m·K)	Prosjektert U-verdi W/(m ² ·K)
Gulv mot grunn	250 mm EPS/XPS	0,035	0,10
Gulv mot det fri	250 mm mineralull	0,035	0,16
Yttervegg over terreng	350 mm mineralull	0,035	0,15
Yttervegg mot terreng	200 mm EPS/XPS	0,035	0,15
Yttertak	320 mm EPS 30 mm mineralull	0,035 0,038	0,10
Vindu og dører	-	-	0,80

Kuldebroer

En kuldebro er en overgang i klimaskallet hvor den ensartede varmemotstanden endres signifikant. Kuldebroene fører til økt varmetap fra bygningen på grunn av lokalt redusert varmemotstand, eller som følge av forskjell i innvendige og utvendige arealer.

Bygningens geometri, og oppbygning av tilslutningsdetaljer er avgjørende for størrelse, antall og lengde på kuldebroene. Omfanget av kuldebroer avhenger også av oppbygging av klimaskjerm i forhold til bæresystemet. Legger man hele klimaskjermen på utsiden av

bæresystemet, reduserer man kuldebroene. Legger man bæringen i yttervegg inn i isolasjonssjiktet, må man øke isolasjonsevnen for å veie opp for økt kuldebrovirkning.

For å dokumentere at den normaliserte kuldebroverdien oppfyller minstekravet i passivhusstandarden må det settes opp et kuldebroregnskap. Kuldebroverdier for tilslutninger mellom bygningsdeler beregnes i henhold til NS-EN ISO 10211.

Luftlekkasjer

Ved forskjell i lufttrykket mellom utsiden og innsiden av en bygning vil luft strømme gjennom utettheter i klimaskallet. Effekten av å redusere lekkasjetallet til bygget har stor innvirkning på energibehovet. Noen punkter for å ivareta et lavt lekkasjetall:

- Det bør etterstrebtes å gi bygningen en enkel form som gir mulighet for kontinuerlig sperresjikt rundt hele bygningskroppen.
- Dampsperran bør føres forbi etasjeskiller i betong. Evt. kan kanaler i hulldekker støpes igjen i endekanten, med min. 150mm tykkelse.
- Det er viktig med god tetting og utførelse av fugene rundt vinduene. Det benyttes fugging eller tape mot bunnfyllingslist både på utvendig og innvendig side.
- Antall gjennomføringer bør reduseres til et minimum. Gjennomføringer i sperresjiktene (hhv. vind- og dampsperre) må utføres tett.
- Det må monteres svillelister under topp- og bunnsvill.
- Alt av skjøter må klemmes og/ eller teipes.
- Teiper, mansjetter, fugemasser ol. må ha dokumentert heft og bestandighet for forutsatt klima og bruk.

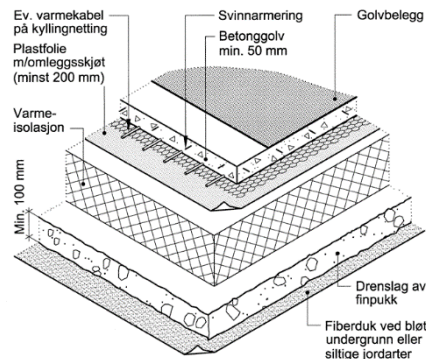
2.2.4 Radon

Det vises til krav i TEK10§13-5 om at bygninger skal prosjekteres og utføres med radonforebyggende tiltak slik at innstrømming av radon fra grunn begrenses. Bygning beregnet for varig opphold skal ha radonsperre mot grunnen, og det skal tilrettelegges for egnet tiltak i byggegrunn som kan aktiveres når radonkonsentrasjon i inneluften overstiger 100 Bq/m³.

Det må utarbeides en egen vurdering av hvilke tiltak som er hensiktsmessige for dette prosjektet.

2.2.5 Gulv på grunn

Ved gulvkonstruksjon utført som gulv på grunn skal den utføres i henhold til Byggforsk detaljblad serie 521 og 522.



Figur 5 - Oppbygging av betonggulv med underliggende isolasjon (BKS 522.111).

Drenering

For å sikre fri gjennomstrømning av sigevann bør man ha et minst 100 mm tykt drenerende lag av veldefinerte materialer som pukk, finpukk eller tilsvarende under golvkonstruksjonen.

For mer informasjon angående fuktsikring mot fukt fra grunnen henvises til pkt. 2.3.1

Separasjonssjikt

Er grunnen bløt, bør det legges et separasjonssjikt av fiberduk mellom undergrunnen og det drenerende laget. For å unngå setninger er det viktig å bruke fiberduk som er tilpasset de massene som skal separeres. Det er spesielt viktig at vekten av overliggende masser er tilstrekkelig til å sikre god kontakt mellom fiberduken og underliggende masser.

Tettesjikt

For å beskytte golvkonstruksjonen mot fukt fra grunnen legges det en 0,2 mm plastfolie som fuktsperre.

En radonmembran i bruksgruppe B og C vil erstatte plastfolien som fuktsperre, da den fungerer både som fuktsperre og som radonmembran. Hvis man bruker en radonmembran i bruksgruppe A, det vil si under isolasjonen og det drenerende pukklaget under gulvet, må det likevel brukes fuktsperre.

God lufttetning kan oppnås med klemt omlegg mellom svillemembran og vindsperre i vegg. Svillemembranen eller annet elastisk sjikt ligger over radonmembranen og tetter mellom ringmurskrone og bunnsvill.

Isolasjon

Som gulvisolasjon under en støpt betongplate er det mest vanlig å bruke EPS eller XPS. Isolasjonsplatene legges med skjøter som er forskjøvet i forhold til laget under. Isolasjonen virker også kapillærbrytende og hindrer oppsuging av fukt fra grunnen.

2.2.6 Ringmur

Isolasjon

Ringmursisolasjonen skal hindre frostnedtrenging og redusere kuldebrotap. Støpte ringmurer bør ha både utvendig og innvendig isolasjon. Kuldebrotapet reduseres effektivt ved minst 50 mm kuldebrotbryter (isolasjon) mellom støpt golv og støpt ringmur. Når man isolerer utvendig eller på begge sider av ringmuren, er det ikke nødvendig å isolere under ringmuren. Hvis ringmur og golvkonstruksjon støpes i ett, må det isoleres med minst 100 mm isolasjon under og på utsiden av ringmuren.

Dimensjonerende frostmengde for Vestvågøy kommune er 6 000 h°C for 50 års returperiode. Dimensjonerende verdi for frostdybden er 0,9 m.

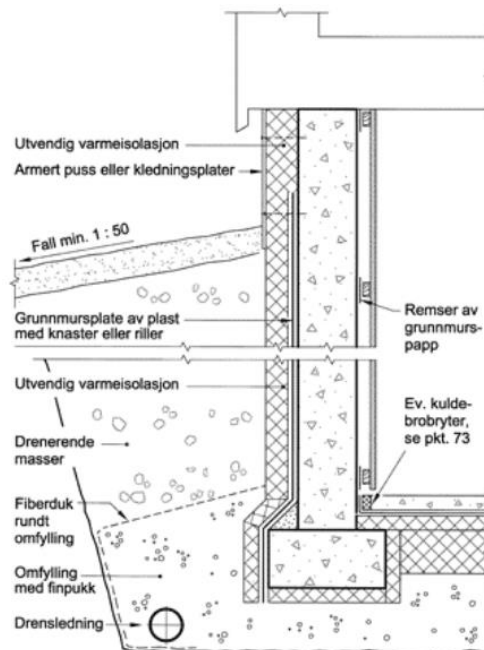
Av hensyn til telefare og varmetap anbefales det å alltid bruke markisolasjon. Markisolasjonen plasseres i bakken utenfor ringmuren og eventuelt under ringmuren.

Til markisolasjon anbefales det å bruke ekstrudert polystyren (XPS), som har tilstrekkelig trykkfasthet og beholder varmeledningsevnen ved aktuelle fuktbelastninger.

Se BKS 521.112 for utforming av markisolasjon.

2.2.7 Vegger mot grunn

Vegger mot grunn skal utføres i henhold til Byggforsk detaljblad serie 523 og 542, og isoleres utvendig.



Figur 6 - Betongvegg mot terreng (523.127)

Drenering

Yttervegger mot terreng må ha et drenerende sjikt på utsiden. Det skal sikre at overflatevann eller grunnvann ikke gir vanntrykk mot vegg. Utvendig veggoverflate må være beskyttet med et kapillærbrytende materialsjikt

Grunnmursplater kan brukes som kapillærbrytende og vannavvisende sjikt, og for å beskytte isolasjonssjiktet mot skader ved tilbakefylling. Platene monteres på utsiden av isolasjonen for at betongvegger skal kunne tørke utover.

Fiberduk brukes for å sikre at det drenerende materialsjiktet ikke tilføres finkornede jordpartikler som reduserer dreneringskapasiteten. Man bør bruke filtede duker med poreåpninger tilpasset jordarten.

For mer informasjon angående fuksikring mot fukt fra grunnen henvises til pkt. 2.3.1

Tettesjikt

Dersom 2/3 av isolasjonen plasseres på utsiden av kjellerveggen blir veggene varmere og tørrere. Pga. dette vil det ikke være nødvendig å montere dampsperre på innsiden av veggene i vanlige tørre rom. Unntaket er dersom mindre enn halve vegg høyden er under terreng, da bør det legges inn fuktsperre på varm side.

Vegger mot terreng må fungere som en radonsperre. I praksis betyr det at veggene må være lufttette, slik at radonholdig luft fra grunnen ikke trenger inn i bygningen. Overgangen mellom vegg og golv må også være tett.

Betongvegger kan betraktes som lufttette dersom de er støpt i betong av god kvalitet og overganger, støpeskjøter og forskallingshull er tettet.

Murte vegger må slemmes eller pusses på både utvendig og innvendig side.

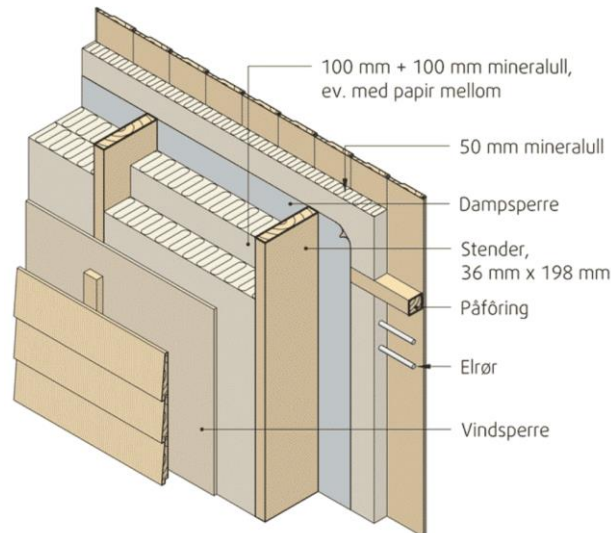
Man kan også montere radonmembran/dampsperre på innsiden av murveggen hvis man er usikker på om veggene er lufttette nok i seg selv og det er mistanke om radongass i grunnen.

Isolasjon

Minst 2/3 av all isolasjon må være på utsiden av en betongvegg. Det gir tørrere vegg og redusert risiko for fuktskader på innvendig side av veggene. Dampåpen isolasjon utvendig gir raskest uttørking og tørrere vegg.

2.2.8 Yttervegg

Yttervegger skal utføres i henhold til detaljblad serie 523 og 542, hvor klimavegg utføres i isolert stenderverk med vindsperre og diffusjonssperre.



Figur 7 - Yttervegg med gjennomgående stendere med innvendig horisontal påføring og inntrukket dampsperre (BKS 523.255).

Tettesjikt

Vanndamp kan transporteres ut i veggen og gi kondens og skader. Vanndamptransporten kan skje både ved luftlekkasjer gjennom utettheter i konstruksjonen og ved diffusjon gjennom materialene. Luftlekkasjer hindres ved å sørge for god lufttetthet i dampsperra. Risiko for kondens på grunn av diffusjon reduseres til akseptabelt nivå ved å sørge for at indre del av veggen har tilstrekkelig høy vanndampmotstand og at ytre del av veggen er så dampåpen som mulig. Generelt bør veggen bygges opp med avtakende dampmotstand utover i konstruksjonen

Dampsperra er ofte utsatt for gjennomhulling, spesielt fra skjulte elektriske anlegg. Ved bruk av innvendig utføring er det derfor gunstig å plassere dampsperra litt ut i veggen. Rørføringer kan dermed legges i utføringssjiktet uten å perforere dampsperra. Tykkelsen på isolasjonen på utsiden av dampsperra bør være minst tre ganger så stor som isolasjonstykkelsen på innsiden for å sikre mot kondensering mot dampsperra.

Slagregn skaper de største problemene for yttervegger. Man kan best sikre seg mot dette ved å følge prinsippet for tottrinnetting. Det vil si at en skiller regntettingen og lufttettingen med et drenert og ventilt luftrum. Regntettingen ivaretas av utvendig kledning og vindtettingen som regel med GU eller vindduk, eventuelt en kombinasjon av de to. Noen produkter kommer også med en ferdig vindtett overflate. Luftespalten er viktig for å drenere ut vannet som kommer inn

bak ytterkledningen, samtidig som det sikrer konstruksjonen en god uttørkingsevne. For å sikre god gjennomlufting må det være spalteåpninger i over- og underkant veggen.

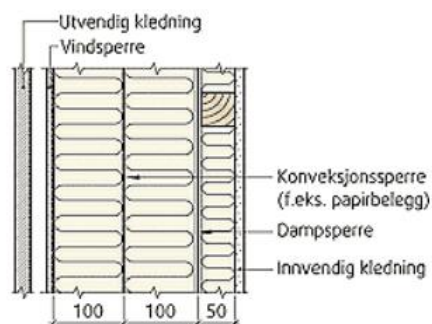
Isolasjon

Varmeisolering utføres som regel med mineralull i lett kvalitet. Tekstilisolasjon og løsfyll av ulike materialer kan også benyttes. Mineralull for vegger leveres med ulik varmekonduktivitet, λ , som stort sett varierer mellom 0,032 og 0,040 W/(mK).

Konveksjon

For å oppnå den beregnede varmeisolasjonsevnen er det viktig at mineralulla fyller hulrommene i veggen. Hulrom på sidene og spesielt mot topp og bunn av veggen fører til sirkulasjon av luft som øker varmetapet i tillegg til å ha en kuldebrovirkning. Isolasjonen må derfor tilpasses nøyaktig.

Ved isolasjonstykkelser på 200 mm og mer øker sirkulasjon av luft (konveksjon) i mineralull vesentlig, selv om tettesjiktene er lufttette. Dette øker varmetapet. Derfor anbefales det å legge isolasjonen i to sjikt med forskjøvne skjøter, med konveksjonssperre midt i isolasjonslaget. Rent praktisk kan dette gjøres ved å legge isolasjonen i to sjikt, hvor det ene isolasjonssjiktet er papirbelagt.



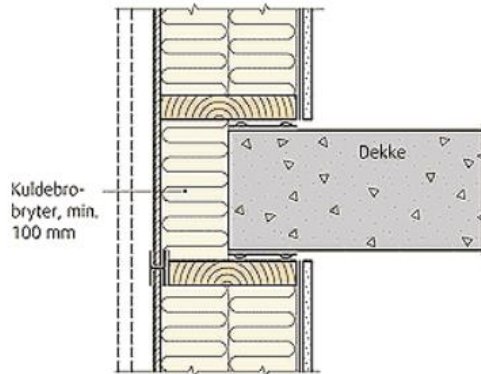
Figur 8 - Eksempel på yttervegg med konveksjonssperre mellom isolasjonssjiktene (523.002).

Kuldebroisolering

Spesielt siden det stilles strengere krav til kuldebroer ved passivhus er kuldebroisolering viktig å tenke på.

Der det benyttes materialer med høy varmekonduktivitet i yttervegger, for eksempel dekke av betong som er ført ut i vegg eller stålsøyler, er det vanlig å legge inn kuldebrobrytere bestående av et isolasjonsmateriale.

Tykkelse og utforming av kuldebrobrytere må prosjekteres og kontrolleres opp imot kravet til normalisert kuldebroverdi, som for passivhus er 0,03 W/m²K.



Figur 9 - Kuldebryter. Dekke av betong mot bindingsverk av tre.

2.2.9 Vinduer

Vinduer representerer et svakt punkt i fasaden, og regnlekkasjer i forbindelse med vinduer er av de vanligste skadene i yttervegg.

Plassering

Det er to hovedalternativer for vinduets plassering i veggen.

Vindu plassert med sporet i bunnkarmen for vannbrettbeslaget i plan med vindsperra i veggen (langt ute i veggen)

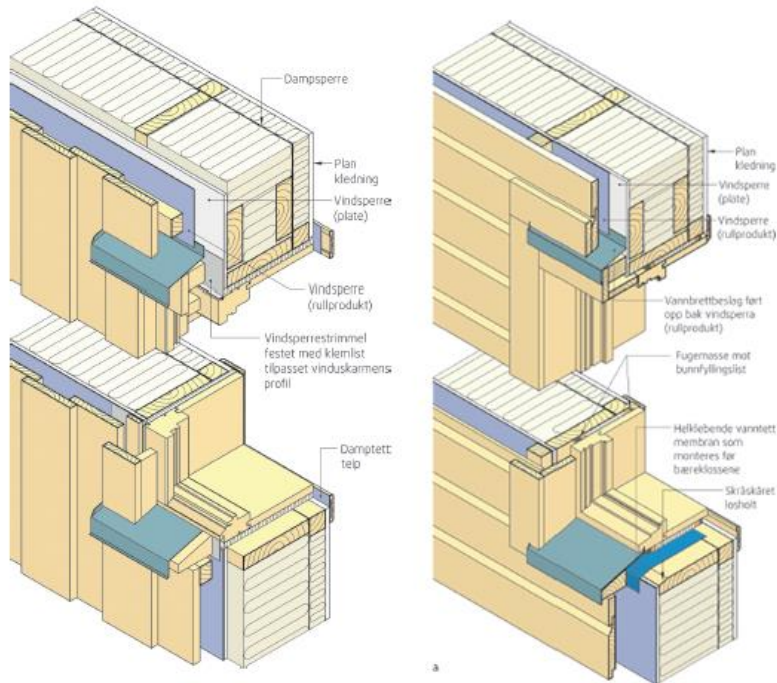
Vindu plassert et stykke inn i isolasjonssjiktet (lenger inn i veggen)

Vinduets plassering i ytterveggen påvirker flere forhold. Rent fuktteknisk er det beste å plassere vinduet slik at det flukter med vindsperran. Da er det lettere å sikre en effektiv drenering av alle fugene rundt vinduet. Ved å plassere vinduet lengre inn i veggen stilles det større krav til beslag og tettearbeid for å hindre lekkasjer rundt vinduet og hindre at vann trenger inn i veggen. Løsningen er derimot mer gunstig dersom det er krav til lavest mulig kuldebroverdi, og det er en økt risiko for kondens på innvendig glassflate.

Tettesjikt

Det må benyttes prinsippet for totrinnsstetting for fugen mellom karmen og veggen for å sikre seg mot inntrengning av fukt i veggen. På vinduets sidekant kan regnskjermen være en del av den ytre kledningen eller det kan benyttes egne dekklist. I bunn og topp av vinduet må det benyttes egne beslag. I fugen benyttes en elastisk fugemasse mot bunnfyllingslist som

vindtetting. Det er viktig at det er et ventilert og drenert hulrom, minimum 10 mm, mellom regnskjermen og den ytre lufttettingen.



Figur 10 - Vindusplassering som flykter med vindsperran til venstre og vindu som er trukket noe inn i veggen til høyre (BKS 523.701).

I underkant av vinduet er det, når vinduet plasseres lenger inn i veggen enn vindsperran, veldig viktig at det monteres en helklebende, vanntett membran mellom losholt og vindu. Membranen må brettes minimum 50 mm opp mot smyget og monteres med fall. For nærmere beskrivelse av utførelse og detaljer henvises det til BKS 523.701.

Kaldras

Dersom det er planlagt å bruke store vindusflater vil det oppstå kaldras når inneluften blir avkjølt mot de kalde vindusflatene og skaper en nedad rettet konveksjonsstrøm langs med vindusflaten. Dette vil først og fremst medføre problemer om det legges opp til stillesittende opphold i nedslagsfeltet for kaldraset.

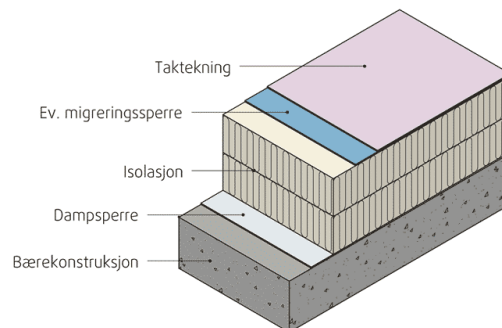
Tiltak som kan motvirke kaldraset er:

- Bedre U-verdien på vinduene slik at innvendig overflatetemperatur blir høyere

- Innblåsing av luft under vindusfasaden
- Varmeelement under vindusfasaden

2.2.10 Tak

Ved tak utført som flatt kompakt skal det utføres i henhold til Byggforsk detaljblad serie 525.



Figur 11 - Rettvendt kompakttak med bærekonstruksjon i betong (BKS 525.207).

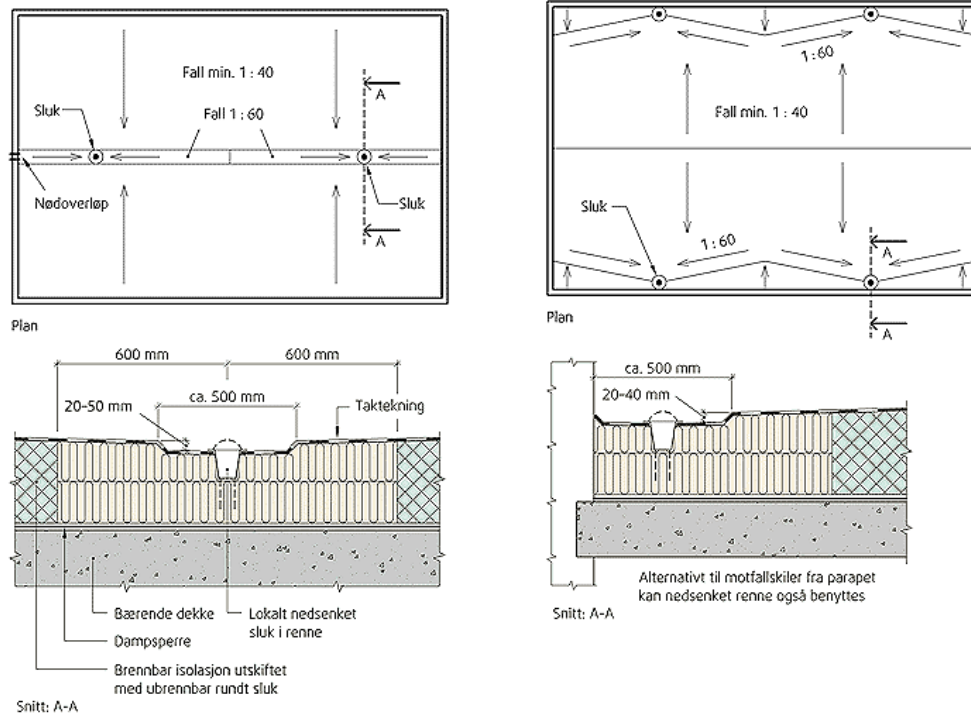
Fallforhold

Kompakte tak har ikke et tilsiktet luftsjikt mellom varmeisolasjon og takteking, og varmegjennomgangen gjør at snø vil smelte. Smeltevannet må ledes bort på en forsvarlig måte. Med utvendig nedløp er det fare for at smeltevannet fryser til is og dermed påfører konstruksjonen mekaniske skader. Det må derfor lages innvendige nedløp, gjerne med lokal forsenkning for å sikre frostfrie nedløp.

For å sikre god avrenning på takflaten må det sørges for (BKS 525.207):

- Fall til minimum 1:40 på ferdig takflate
- Fall i renner minimum 1:60
- Lokale forsengkninger som sikrer isfrie renner og sluk
- Nødoverløp
- Gjennomtenkt slukplassering. Sluk må legges ved lavpunktene, og ikke ved søyler, bjelker osv.

Fallet bygges med skråskjærte isolasjonsplater og kan utformes enten som tosidig fall til renne eller som firesidig fall til sluk, se figur 10.



Figur 12 - Tosidig fall til renne og firesidig fall til sluk (BKS 525.207).

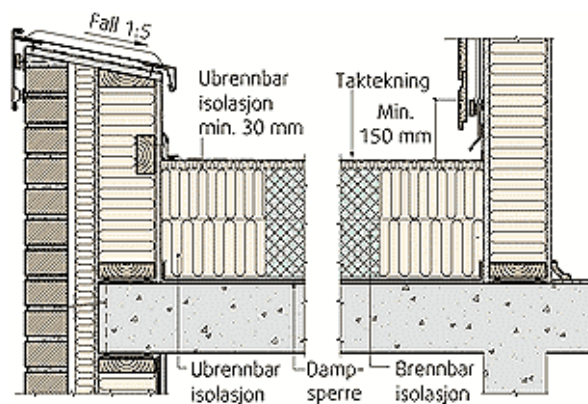
Isolering

Minste isolasjonstykkelse for å unngå kondens er 50 mm. Av hensyn til energibruk og å unngå kuldebroer er det ønskelig med minst 100 mm tykk isolasjon, også ved sluk.

Taket isoleres gjerne med EPS, steinull eller en kombinasjon av disse. Ved bruk av brennbar isolasjon som EPS må plassering/ inndeling avklares med brannrådgiver da det er krav om at takflater med brennbar isolasjon må tildekkes med, eller bygges inn mellom, ubrennbare materialer.

Parapet

Flate tak bør alltid utføres med parapet minimum 200-300 mm over ferdig isolert og teknet overflate. Parapeten utføres med fall minimum 1:5 inn mot taket for å hindre at vannet renner nedover fasaden. Taktekningen føres opp og over parapeten og avsluttes klemt og luftet, se figur 11.



Figur 13 - Utførelse av beslag og tekking ved parapet (BKS 525.207)

2.2.11 Spesielle rom

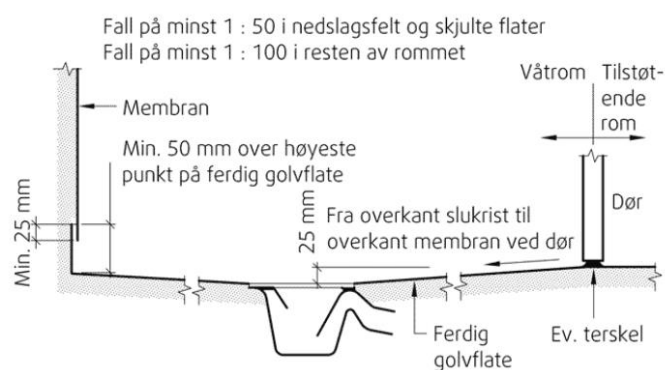
Våtrom

Gulv i våtrom må ha tilstrekkelig fall på minst 1:100 og 1:50 på skjulte flater og nedslagsfelt for vann i henhold figur 4.

Våtrom skal alltid ha sluk, og golvet 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 vegg. Om våtrom plasseres mot en klimaskillende yttervegg, så skal det ikke monteres dampspærre bak veggmembran.

For øvrig anbefales det at arbeid og prosjektering skal følge våtromsnormen.



Figur 14 - Krav til sluk og høydeforskjeller (BKS 541.805).

2.3 Energiberegninger

Formålet energiberegningen er å evaluere boligblokken i henhold til energikrav i teknisk forskrift (TEK'10) og standarden for passivhus NS 3701:2012 *Kriterier for passivhus og lavenergibygninger, Yrkesbygninger*.

2.3.1 Inndata og forutsetninger

Normative verdier for driftstid og settpunkttemperatur for skolebygg er gitt av NS 3031:2014 tabell A.3. Driftstid er 10 timer, 5 dager i uken og 44 uker i året. Settpunkttemperatur er 21 °C i driftstid og 19 °C utenfor driftstid.

Klimaskall og ventilasjonsanlegg

Prosjekterte verdier og verdier etter TEK'10:

Tabell 6 - Inndata modell, prosjekterte verdier og verdier etter §14-3 og §14-5 i TEK10

Vest-Lofoten VGS	Prosjektert	Tiltaksmodell §14-3 TEK'10	Minstekrav §14-5 TEK'10	Passivhus NS 3701:2012
Andel vindu-/dørareal	18,7 %	≤ 20 %	Ingen krav	Ingen krav
Yttervegg	0,15 [W/(m ² K)]	≤ 0,18 [W/(m ² K)]	0,22 [W/(m ² K)]	Minstekrav §14-5 TEK'10
Tak	0,10 [W/(m ² K)]	≤ 0,13 [W/(m ² K)]	0,18 [W/(m ² K)]	Minstekrav §14-5 TEK'10
Gulv på grunn (ekvivalent U-verdi)	0,10 [W/(m ² K)]	≤ 0,15 [W/(m ² K)]	0,18 [W/(m ² K)]	Minstekrav §14-5 TEK'10
Gulv mot det fri	0,16 [W/(m ² K)]	≤ 0,15 [W/(m ² K)]	0,18 [W/(m ² K)]	Minstekrav §14-5 TEK'10
Vindu og dør	0,8 [W/(m ² K)]	≤ 1,20 [W/(m ² K)]	1,60 [W/(m ² K)]	0,8 [W/(m ² K)]
Normalisert kuldebro	0,03 [W/(m ² K)]	≤ 0,06 [W/(m ² K)]	Ingen krav	0,03 [W/(m ² K)] ¹
Lekkasjetall n50	0,6 luftveksl./time	≤ 1,5 luftveksl./time	3,0 luftveksl./time	≤ 0,6 luftveksl./time
SFP faktor	1,5 [kW/(m ³ /h)]	≤ 2,5 [kW/(m ³ /h)]	Ingen krav	≤ 1,5 [kW/(m ³ /h)]
Virkningsgrad varmegjenvinner	83 %	≥ 70 % ¹⁾	Ingen krav	≥ 80 %

¹⁾ 70% hvis varmegjenvinner medfører risiko for forurensning/smitte.

Arealer

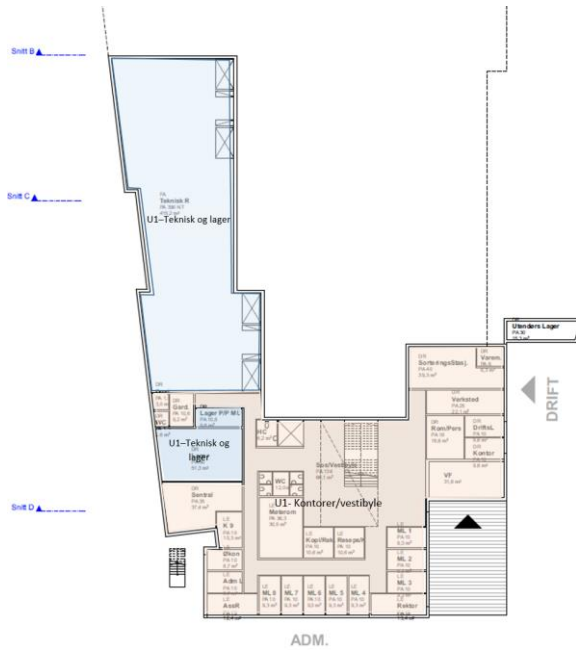
Tabell 7 - Dokumentasjon av arealer.

Størrelser		Inndata	Dokumentasjon
Arealer [m ²]	Yttervegger	1862	Dwg.underlag 18.11.15/IFC 23.11.15
	Tak	2663	Dwg.underlag 18.11.15/IFC 23.11.15
	Gulv	2980	Dwg.underlag 18.11.15/IFC 23.11.15
	Vinduer, dører og glassfelt	1343	Dwg.underlag 18.11.15/IFC 23.11.15
Oppvarmet BRA [m ²]		7190	Dwg.underlag 18.11.15/IFC 23.11.15
Oppvarmet luftvolum [m ³]		23728	Dwg.underlag 18.11.15/IFC 23.11.15
Arealandel for vinduer, dører og glassfelt i forhold til oppvarmet BRA [%]		18,7	Dwg.underlag 18.11.15/IFC 23.11.15

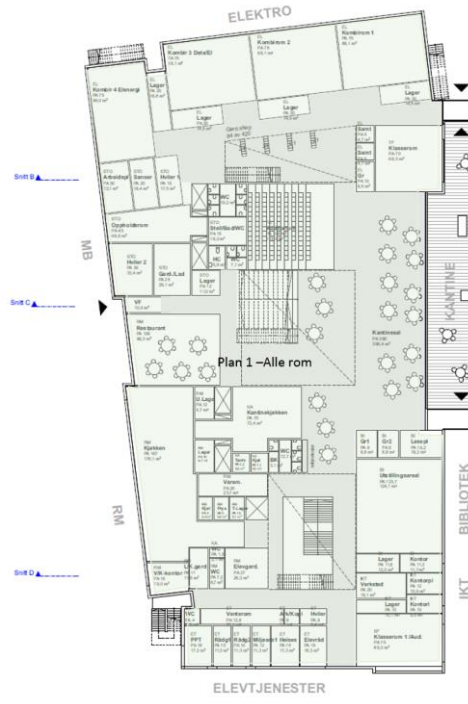
Soneinndeling

Tabell 8 - Oversikt over soneinndeling.

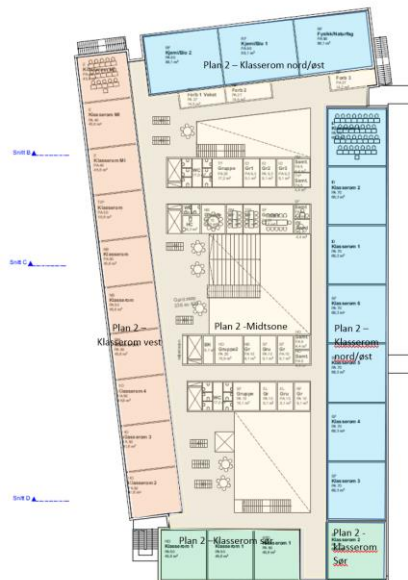
Sone	Plan	BRA [m ²]
U1- Teknisk og lager	U1	477
U1- Kontorer/Vestibyle	U1	688
Plan 1 - Alle rom	1	2980
Plan 2 - Klasserom øst/nord	2	766,5
Plan 2 - Klasserom sør	2	210,1
Plan 2 – Midtsone	2	1596,2
Plan 2 – Klasserom vest	2	472,6



Figur 15 - Soneinndeling plan U1



Figur 16 - Soneinndeling plan 1



Figur 17 - Soneinndeling plan 2

Energiforsyning

Byggets varmebehov dekkes av varmepumpe og elkjel. El.spesifikt energibehov dekkes fullt ut av elektrisitet fra strømnettet.

Tabell 9 - Energiforsyning.

Dekningsprosent for energikilder						
Energitype	Romoppvarming	Oppvarming av tappevann	Varmebatterier ventilasjon	Kjølebatterier / ikke aktuelt	Lokal kjøling / ikke aktuelt	El. spesifikk energibehov
Varmepumpe	70	70	70	-	-	-
El.kjel	30	30	30	-	-	-
El. fra nett	-	-	-	-	-	100

Himmelretning

Himmelretning på fasade nord er 337°.

Vinduer/glassfasader

Vindusareal skal ha U-verdi 0,8 W/m²K (inkl. ramme) og total solfaktor $g_w = 0,55$. Dette tilsvarer normalt 2 lags rute hvor det indre glasset er energispareglass. Vinduer på solutsatte fasader som ligger mellom 45° og 315° skal ha solskjerming. Solfaktor i aktivisert stilling (g_{tot}) som er brukt i denne simuleringen er satt til 0,15. Dersom denne blir lavere, vil dette føre til et økt oppvarmingsbehov pga. reduksjon av varmetilskudd fra solinnstråling.

Luftbehandling

Det er lagt inn temperaturstyrt VAV med min. luftmengde på 10 m³/m²h og maks luftmengde på 15 m³/m²h. Merk at luftmengdene også omfatter arealer som normalt ikke ventileres og gjennomsnittlige luftmengder må derfor ikke misforstås som prosjekterte luftmengder for hver enkelt sone.

Internlaster

Internlaster er gitt av NS 3031:2014, tillegg A i forbindelse med evaluering og beregning av energikarakter. I beregninger er disse bestemt av programvaren og ikke mulig å endre mot evaluering mot teknisk forskrift og energimerke.

2.3.2 Resultater

Samsvar med TEK'10

Bygget tilfredsstillt krav fra teknisk forskrift,

Evaluering mot TEK'10

Tabell 10 - Resultater for evaluering mot TEK10.

Resultater av evalueringen	
Evaluering av	Beskrivelse
Energiltak	Bygningen tilfredsstillt kravene til energiltak i paragraf §14-3 (1)
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstillt omfordeling energiltak (varmetapstall) ihht. §14-3 (3)
Energiramme	Bygningen tilfredsstillt energirammen ihht. §14-4
Minstekrav	Bygningen tilfredsstillt minstekravene i §14-5
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstillt minstekrav gitt i NS3031:2010 (tabell A.6)
Energiforsyning	Bygningen tilfredsstillt krav til energiforsyning i §14-7
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstillt byggeforskriftenes energikrav

Samsvar med passivhusstandard

Evaluering mot passivhusstandard NS 3701:2012

Tabell 11 - Resultater for evaluering mot passivhusstandard NS 3701:2012.

Resultater av evalueringen	
Evaluering mot NS 3701	Beskrivelse
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstillt kravet for varmetapstall
Energilytelse	Bygningen tilfredsstillt krav til energilytelse
Minstekrav	Bygningen tilfredsstillt minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstillt minstekrav gitt i NS3701 (tabell A.2)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstillt alle krav til passivhus

For detaljer utover rapporten henvises det til vedlagte beregningsrapporter.

2.3.3 Konklusjon

Gitt forutsetninger i kapittel 4 oppfylles krav fra byggeteknisk forskrift og passivhuskrav for Vest-Lofoten videregående skole.

3 Vedlegg

- 1) Energimerke, fløy B, dagens tilstand
- 2) Energimerke, fløy C, dagens tilstand
- 3) Energimerke, fløy B (oppgr. iht. tiltaksmodell)
- 4) Energimerke, fløy C, (oppgr. iht. tiltaksmodell)
- 5) Evaluering mot byggeforskrifter, Vest-Lofoten VGS Nybygg
- 6) Passivhusevaluering, Vest-Lofoten VGS Nybygg