
RAPPORT

Landåssvingen 15, tilbudsprosjekt

OPPDRAAGSGIVER

Bergen kommune, Etat for utbygging

EMNE

Overordnede bygningsfysiske premisser for
Landåssvingen 15

DATO / REVISJON: 19. november 2019 / 00

DOKUMENTKODE: 616759-RIBfy-RAP-003



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Landåssvingen 15, tilbudsprosjekt	DOKUMENTKODE	616759-RIBfy-RAP-003
EMNE	Overordnede bygningsfysiske premisser for Nygård-skole	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Bergen kommune, Etat for utbygging	OPPDRAGSLEDER	Tom Arne Olsen
KONTAKTPERSON	Johnny Berg	UTARBEIDET AV	Oddmund Vingdal
		ANSVARLIG ENHET	10233043 Vest Bygningsforvaltning og bygningsfysikk

SAMMENDRAG

Denne rapporten omhandler overordnede bygningsfysiske premisser, og foreløpig kontroll av energistandard for bygg A, C, D, E tilhørende Landåssvingen 15. Foreliggende rapport erstatter tidligere rapporter 616759-RIBfy-RAP-001 og 616759-RIBfy-RAP-002.

Ved å følge de overordnede premissene i denne rapporten vil de eksisterende byggene tilfredsstillere energirammemodellen og minstekravene i kapittel 14 i TEK 17.

De overordnede premissene er satt mht. Passivhuskrav iht. NS 3701, for så videre tilfredsstillere valgt definisjon av «nesten nullenergibygg» (nZEB). Beregningene viser at byggene tilfredsstiller passivhuskravene og valgte kriterier for nZEB til bygningskategoriene skolebygg og kontorbygg.

Det bør i neste fase av prosjektet gjøres en nærmere vurdering av ønsket mengde solceller på tak, samtidig som man gjennomgår energimålene som er satt for bygningsmassen.

I den videre prosjekteringen må det utformes en komplett rapport vedrørende Bygningsfysiske premisser, hvor varmeisolering, fuktsikring, tetthet og materialkrav detaljprosjekteres.

00	19.11.2019	Utsendt	Oddmund Vingdal	Ole Christian Holsen	Tom Arne Olsen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Om prosjektet.....	5
3	Overordnede bygningsfysiske premisser	6
3.1	Energimål	6
3.2	Energisystem for varme og kjøling.....	6
3.3	Innemiljø.....	7
3.4	Bygningskropp	8
3.4.1	Yttervegger over terreng - eksisterende fasadeelement i betong	10
3.4.2	Yttervegger over terreng - pusset murvegg	11
3.4.3	Yttervegg over terreng - vegg med fasadekledning av aluminiumskassetter	12
3.4.4	Yttervegger mot terreng for bygg C, D og E - betongvegg	13
3.4.5	Yttervegger mot terreng bygg A - Betongvegger	14
3.4.6	Yttertak for bygg C, D og E	15
3.4.7	Yttertak for bygg A	16
3.4.9	Gulv mot grunnen	17
3.4.10	Gulv mot det fri.....	17
3.4.11	Vinduer, glassfasader, dører og porter	18
3.4.12	Normalisert kuldebroverdi og lekkasjetall	18
3.4.13	Bygningsdeler mot uoppvarmede rom	18
3.5	Fukt og spesielle forhold.....	19
3.5.1	Fukt	20
3.5.2	Spesielle forhold	21
4	Energiberegninger	22
4.1	Generelt	22
4.1.1	Relevante standarder og forskrifter	22
4.1.2	Simuleringsmodell	22
5	Evaluerings mot TEK 17, per 19.11.2019	24
6	Evaluerings mot NS 3701, per 19.11.2019	26
7	Evaluerings mot nZEB, per 19.11.2019	27

1 Innledning

Denne rapporten inneholder overordnede bygningsfysiske og foreløpig kontroll av energistandard premisser for bygg A, C, D og E, tilhørende Landåssvingen 15. Rapporten er utarbeidet i tilbudsprosjekt som grunnlag for videre totalentreprise.

Som grunnlag for overordnede bygningsfysiske premisser er klimaskjermen modellert i energiberegningsprogrammet SIMIEN, med utgangspunkt i foreløpige tegninger, datert 06.09.2019, og IFC-modeller, datert 23.10.2019, fra HLM- Arkitektur.

Informasjon om eksisterende bygningsdeler er hentet fra beskrivelsesbok for Bergen Off. Lærerskole, tegningsgrunnlag tilhørende bygningsmassen, samt befaringer.

Gjeldende forskrift for prosjektet er Teknisk forskrift av 2017 (heretter benevnt TEK 17).

2 Om prosjektet

Landåssvingen 15, Bygg A, C, D og E tilhørende Bergen kommune, er eksisterende bygg på Landås i Bergen kommune.

Bygg C, D, og E er oppført i 1963-1965 som en del av tidligere Bergen Lærerhøyskole. Bygg A er et tilbygg som ble oppført i 1995. Bygningsmassen skal nå oppgraderes. Foreliggende rapport vurderer hvorvidt nivået «nesten nullenergi» (nZEB) er oppnåelig. Dette innebærer at bygningsmassen skal holde passivhusstandard, samt at fornybar elektrisitet skal produseres. Elektrisitet skal produseres lokalt ved bruk av solceller, dvs. være integrert i bygningsmassen eller på tomte/eiendommen.

I øvrige bygg, Bygg B «Bibliotekbygget» og Bygg F «Idrettsbygget» skal det kun gjøres mindre tiltak innvendig. Disse byggene vil slik ikke tilfredsstille energikravene som er satt til øvrig bygningsmasse. Det gjøres ingen tiltak i bygg B og F som påvirker ansvarsområdet bygningsfysikk. Det er derfor valgt å holde disse byggene utenfor prosjektet og omtales ikke videre i denne rapporten.

Planlagte brukere av bygget er Nygård skole, Etat for inkludering og Integrasjonssenteret.

Prosjektet faller inn under bygningskategorien skolebygg og kontorbygg. Kontordelen er definert til å være 2. etasje av bygg C, mens skoledelen er definert som resterende areal. Totalt oppvarmet BRA for skoledelen er omtrent 12 671 m² og for kontordelen omtrent 1 311 m². Bilde 1-2 viser to av fasadene til byggene.



Bilde 1 Eksisterende fasade Bygg A mot vest



Bilde 2 Eksisterende fasade Bygg D mot øst

3 Overordnede bygningsfysiske premisser

3.1 Energimål

Energimål for oppgraderingen av Bygg A, C, D og E på Landåssvingen 15, er å tilfredsstille energikravene i TEK 17. Det vurderes samtidig hvorvidt kriteriene til «nesten nullenergibygg» (nZEB) er oppnåelige. Sintef Byggforsk angir at et nesten nullenergibygg skal ha et energibehov tilsvarende passivhusnivå eller enda lavere og fornybar energiproduksjon i/på bygningen, slik at behovet for levert energi blir nesten null.

For Landåssvingen 15 er det foreløpig valgt å ta utgangspunkt i kriterier for nZEB utarbeidet for FutureBuilt-prosjekter, av revisjon desember 2018. Det presiseres at Landåssvingen 15 ikke er et FutureBuilt-prosjekt, og vil slik ikke være del av eventuelle sertifiseringsordninger tilhørende FutureBuilt.

Netto energibehov og levert energi skal beregnes og dokumenteres iht. NS 3031:2014 og NS 3701:2012. Bygningen evalueres derfor også etter kravene til passivhus gitt i NS3701. Eventuell eksport av energi til nettet skal dokumenteres iht. SN/TS 3031:2016.

3.2 Energisystem for varme og kjøling

Energiforsyningskrav i TEK 17 innebærer at bygninger over 1 000 m² oppvarmet BRA skal ha energifleksible systemer og tilrettelegges for bruk av lavtemperatur varmeløsninger. Det er ikke tillatt å installere varmeinstallasjon for fossilt brensel.

For å tilfredsstille preaksepterte ytelser i VTEK §14-4, skal varmeløsningen videre dekke minimum 60% av normert netto varmebehov og ha turtemperatur på 60 °C eller lavere ved dimensjonerende forhold. Videre stilles det krav om minimum størrelse på varmesentral.

Landåssvingen 15 er tenkt utført med følgende varme- og kjølesystem:

- Bygget skal benytte fjernvarme levert av BKK som energikilde. Fjernvarmen er forutsatt å dekke 100 % av energibehovet til romoppvarming og varmemøbler i ventilasjonsanleggene, samt energibehovet til tappevann.
- Oppvarming av bygget er forutsatt at i hovedsak er i form av radiatorer som varmeavgivere.
- Ventilasjonsanlegg i bygg A, C, D og E utføres med variable luftmengder (VAV).
 - SFP-faktor skal være lik eller bedre enn 1,5 kW/m³s i driftstiden.

- Varmegjenvinner i skoledelen må ha virkningsgrad lik eller bedre enn 80 % ved gjennomsnittlig luftmengde i driftstiden.
- Varmegjenvinner i kontordelen må ha virkningsgrad lik eller bedre enn 85 % ved gjennomsnittlig luftmengde i driftstiden.
- Ventilasjonsluftmengder til bruk i energiberegningen forutsetter behovsstyrt ventilasjon. Gjennomsnittlig luftmengde i driftstiden vil da ventelig bli tilnærmet som tabell A.2 i NS 3701.
- Det er et viktig moment å redusere bruk av energi.
 - Passivhuskrav i NS 3701 setter begrensninger i forhold til bygningens kjølebehov. For å redusere byggets kjølebehov må man redusere solinnstråling gjennom vinduer, samt benytte energieffektiv belysning, og annet teknisk utstyr som avgir lite varme. Utvendig solavskjerming i solutsatt fasade vil effektivt redusere kjølebehovet og ligger til grunn i foreløpig energiberegning.
 - Passivhuskrav i NS3701 forutsetter at man benytter energieffektiv ventilasjon og belysning, samt utstyr med behovsstyringssystem. Fortrinnsvis bør all ventilasjon være behovsstyrt. For belysning settes det spesifikke krav til andel behovsstyring i standarden:
 - Dynamisk dagslys og konstantstyring.
 - For belysning må minst 60 % være underlagt styringssystemet.
 - All belysning må minst tilfredsstillende kvalitetskravene til belysning gitt i NS-EN 12464-1.

3.3 Innemiljø

På generell basis oppføres bygninger for å huse mennesker og deres tilhørende aktiviteter. Ikke nødvendigvis for å bruke lite energi i seg selv. Det optimale for et hvert bygg er at man klarer å ivareta begge disse interessene samtidig. Kvaliteten på innemiljøet er således den viktigste faktoren for å oppnå dette. Et godt innemiljø gir videre grunnlag for et godt arbeidsmiljø og økt produktivitet.

Alle tekniske systemer som skal gi ønsket inneklime skal utføres med utstrakt bruk av behovsstyring, slik at det kun brukes energi i de delene av bygget som til enhver tid er i bruk. Dette gjelder primært belysning, varme, kjøling og ventilasjon.

Bygningsmaterialer, installasjoner og inventar som anvendes skal være dokumentert lavemitterende, slik at ikke inneklimeet blir påvirket negativt. Videre må det sees til at f.eks. mineralull og lignende innebygges slik at de ikke avgis fibre til inneluften, og at betong, mur og puss støvbindes.

3.4 Bygningskropp

Etter TEK 17 skal en bygning være så energieffektiv at den tilfredsstiller krav til samlet netto energibehov (rammekrav). I tillegg gjelder minstekrav til U-verdier og lekkasjetall som uansett ikke skal overskrides. NS 3701 setter også minstekrav til bygningsdeler, lekkasjetall og normalisert kuldebro.

Tabell 1 nedenfor viser krav til U-verdier, normalisert kuldebroverdi og lekkasjetall som er satt for skoledelen. Tabell 2 nedenfor viser krav til U-verdier, normalisert kuldebroverdi og lekkasjetall som er satt for kontordelen.

Tabell 1 Krav til bygningsdeler og lekkasjetall i skoledelen sammenlignet med minstekrav

Beskrivelse	Prosjektkrav skoledelen	Minstekrav i TEK 17	Minstekrav i NS 3701
U-verdi yttervegg [W/m ² K]	0,20	0,22	
- Yttervegg, utfyllende bindingsverk - Yttervegg, mur/betongvegg - Yttervegg, teknisk rom på tak - Yttervegg mot grunnen	0,16 0,14 0,18 0,28		
U-verdi yttertak [W/m ² K]	0,15	0,18	
- Yttertak - Yttertak, teknisk rom	0,13 0,16		
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,13	0,18	
- Gulv mot grunn - Gulv mot friluft	0,13 0,18		
U-verdi vinduer, glassfelt og dører [W/m ² K]	0,80	1,20	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,03	-	0,03
Lekkasjetall ved 50 Pa [h ⁻¹]	0,6	1,5	0,6

Tabell 2 Krav til bygningsdeler og lekkasjetall i kontordelen sammenlignet med minstekrav

Beskrivelse	Prosjektkrav kontordelen	Minstekrav i TEK 17	Minstekrav i NS 3701
U-verdi yttervegg [W/m ² K]	0,16	0,22	
- Yttervegg, utfyllende bindingsverk - Yttervegg, mur/betongvegg	0,16 0,14		
U-verdi yttertak [W/m ² K]	0,11	0,18	
- Yttertak - Yttertak, teknisk rom	0,10 0,13		
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,18	0,18	
U-verdi vinduer, glassfelt og dører [W/m ² K]	0,80	1,20	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,03	-	0,03
Lekkasjetall ved 50 Pa [h ⁻¹]	0,6	1,5	0,6

Disse U-verdiene gjelder som et gjennomsnitt for bygningsdelene. Dette betyr for eksempel at enkelte yttervegger kan ha lavere varmemotstand og dårligere U-verdi, så fremt gjennomsnittet av alle yttervegger i oppvarmede soner er iht. verdier angitt i tabell 1.

Videre i kapittel 3.4 presenteres anbefalte tiltak og U-verdikrav for ulike konstruksjoner tilhørende Bygg B, C, D og E. For enkelte av U-verdiene kan det være muligheter for en viss omfordeling videre i prosjektet, dersom behovet oppstår.

For arealer som defineres som oppvarmet areal (selv om de ikke er fullt oppvarmet) er det krav til U-verdier for bygningsdeler. Definisjon av oppvarmede arealer finnes i TEK 17 og NS 3031.

Soner som ikke skal varmes opp eller kjøles inngår ikke i bygningens oppvarmede areal. Det stilles derfor heller ikke energi- og varmemotstandskrav til disse. Imidlertid må oppvarmede arealer med skillekonstruksjoner mot uoppvarmede arealer ha bygningsdeler med varmemotstand tilnærmet som om de var bygningsdeler mot det fri.

Uavhengig av energi- og varmemotstandskrav bør uoppvarmede arealer generelt sett isoleres for å redusere risikoen for kondensdannelse.

3.4.1 Yttervegger over terreng - eksisterende fasadeelement i betong

Eksisterende vegger har fasadeelement og fasadesøyler i betong, se Bilde 3.

Fasadeelementene har en smal foring på innsiden, som inneholder begrenset med isolasjon, se Bilde 4.



Bilde 3 Fasadeelement og fasadesøyler i betong på nordfasade bygg C



Bilde 4 Fasadeelementene sett fra innsiden

Kravsnivå

U-verdikrav er satt til $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ for eksisterende yttervegger med fasadeelement av betong.

Anbefalt løsning

Eksisterende fasadeelementer med innvendig foring og fasadesøyler rives.

U-verdikravet kan tilfredsstilles ved bruk av utfyllende bindingsverksvegger med stendere av konstruksjonstrevirke med total isolasjonstykkelse lik 300 mm (250 mm + 50 mm). Dette forutsetter mineralullisolasjon med varmekonduktivitet lik eller lavere enn $0,035 \text{ W/mK}$.

Vegger må føres videre opp over tak og bygges opp som parapet mot tilstøtende tak.

3.4.2 Yttervegger over terreng - pusset murvegg

Eksisterende vegg

Eksisterende vegg av pusset murvegg, se eksempel i Bilde 5, antas å være utført med følgende oppbygging:

- 150 mm armert betong. Betongvegger kan ha varierende tykkelse, og være med og uten innvendig fôring
- 30-40 mm EPS
- 20 mm hulrom
- ½ stein teglforblending
- Munkepuss



Bilde 5 Pusset murvegg i fasade vest på bygg E

Kravsnivå

U-verdikrav er satt til 0,14 W/m²K for eksisterende pusset murvegg.

Anbefalt løsning

U-verdikravet kan tilfredstilles ved bruk av 250 mm kontinuerlig utvendig isolasjonssystem. Dette forutsetter mineralullisolasjon med varmekonduktivitet lik eller lavere enn 0,033 W/mK. Det kontinuerlige isolasjonssystemet må videre beskyttes mot gjennomblåsning, noe som må sees nærmere på ved detaljprosjektering.

Utvendig etterisolering anbefales utført med bruk av utenpåliggende kontinuerlig isolasjonssystem av fukt- og vannavisende mineralull med høy densitet og fasthet (lik eller tilsvarende system som Rockwool REDAir Flexsystem). Systemet festes direkte i eksisterende vegg.

Det må videre velges om det ønskes å fjerne eksisterende teglforblending, og da feste isolasjonssystemet i bakenforliggende betongvegg. Dette vurderes som en bedre løsning mht. innfesting av isolasjonssystemet. Det må på forhånd kontrolleres at det er en betongvegg bak

eksisterende teglforblending. Eksisterende tegl kan anslagsvis benyttes i ny teglforblending, se avsnitt om ytterkledning i avsnittet under.

Løsningen må videre stemme overens med øvrige typer yttervegger. Det er ønskelig at ytterkant av isolasjonssjiktene flukter, slik at man unngår sprang i isolasjonen.

Det planlegges å gjenbruke tegl fra innvendige areal, og bygge opp en luftet kledning i form av teglforblending. Det kontinuerlige isolasjonssjiktet vil slik fungere som en murplate i mellom bakvegg og teglforblending med luftet og drenert spalte. Teglforblendingen mures fortrinnsvis opp på egen sokkel slik at teglforblendingen heves over terreng. Avhengig av lastbegrensninger kan bruk av opplegg på stålkonsoll også vurderes.

Frostbestandigheten til eksisterende tegl bør testes på forhånd før man avgjør valg av fasade. Dersom frostbestandigheten er begrenset bør man heller vurdere en pusset fasade.

Alternativ løsning er å bygge opp en luftet og ventilert kledning av eksempelvis panel, fasadeplater, eventuelt puss bygget opp på vannfaste fibersementplater. Kledningen festes til vertikale lekter festet med friksjonsplater mot isolasjonen, og med skruer inn i ytre sjikt av tegl.

Vegger må føres videre opp over tak og bygges opp som parapet mot tilstøtende tak.

3.4.3 Yttervegg over terreng - vegg med fasadekledning av aluminiumskassetter

Eksisterende vegg

Eksisterende vegg av luftet fasadekledning med aluminiumskassetter vurderes å være utført med 150 mm bindingsverk. Dette tilfredsstiller krav til U-verdi på mindre eller lik 0,30 W/m²K i henhold til Byggeforskrift av 1987.



Bilde 6 Vegg med fasadekledning av aluminiumskassetter, bygg A.

Kravsnivå

U-verdikrav er satt til 0,16 W/m²K for eksisterende yttervegger med ytterkledning av aluminiumskassetter.

Anbefalt løsning

Eksisterende fasadeelementer med innvendig fôring og fasadesøyler rives.

U-verdikravet kan tilfredsstilles ved bruk av utfyllende bindingsverksvegger med stendere av konstruksjonstrevirke med total isolasjonstykkelse lik 300 mm (250 mm + 50 mm). Dette forutsetter mineralullisolasjon med varmekonduktivitet lik eller lavere enn 0,035 W/mK.

Vegger må føres videre opp over tak og bygges opp som parapet mot tilstøtende tak.

3.4.4 Yttervegger mot terreng for bygg C, D og E

Eksisterende vegg

Betongvegg mot grunnen er utført med 250 mm armert betong og 150 mm Ytong (porebetongblokker) med pusset overflate mot innsiden.

Kravsnivå

U-verdikrav for yttervegger mot terreng er satt til 0,30 W/m²K.

Anbefalt løsning

Det forutsettes at alle rom for varig opphold etterisoleres.

Det anbefales utvendig etterisolering for alle yttervegger mot terreng. Dette reduserer kuldebroer og man kan samtidig sikre at ytre drenerende og kapillærbrytende sjikt mot grunnen er tilfredsstillende.

U-verdikravet kan tilfredsstilles med bruk av minimum 100 mm isolasjon, medregnet grunnens varmemotstand etter NS-EN ISO 13370.

For å unngå sprang mellom del av vegg over terreng og del under terreng anbefales det å tilpasse isolasjonstykkelsen i sokkel/mot terreng, slik at veggen går i ett ned forbi terreng. Dette gir en bedre løsning mht. estetikk, energi og rent fuktteknisk.

Varmeisolasjonen mot grunnen skal være av trykkfast, kapillærbrytende varmeisolasjon, med konduktivitet lik eller lavere enn 0,036 W/mK.

Om veggen har lavere andel porebetong må tilleggisolasjonsmengdene økes.

Alternativ løsning

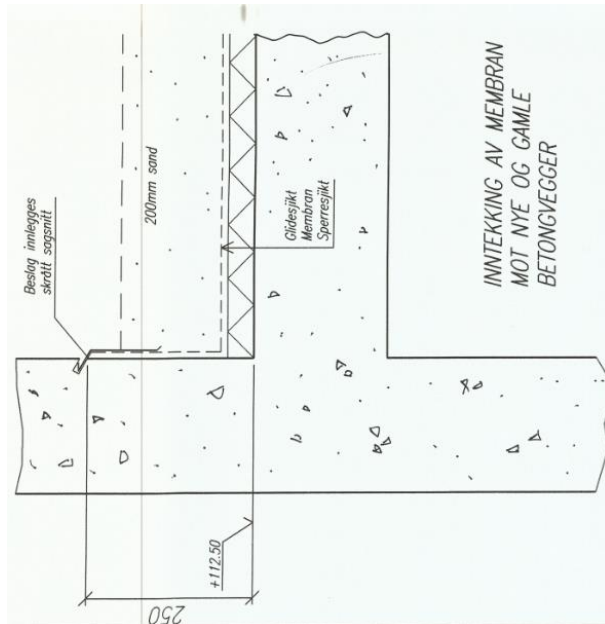
Dersom utvendig isolasjon ikke er ønskelig kan en alternativ løsning være innvendig etterisolering av 70 mm ubrennbare, damp- og vanntette isolasjonsplater av skumglass. Dette forutsetter skumglassplater med varmekonduktivitet lik eller lavere enn 0,036 W/mK.

Platene hellimes til bakvegg og til hverandre med to-komponentlim og forankres til bakvegg med ankerbolter. Det kan så bygges opp en tilsvarende innvendig pusset overflate på aquapanel/sementplate festet til skumglassplatene. Dette vil utgjøre en kompakt veggkonstruksjon hvor man unngår åpne porøse sjikt der kondens kan forekomme.

3.4.5 Yttervegger mot terreng bygg A

Eksisterende vegger

Eksisterende vegger mot terreng vurderes til å være betongvegger med utvendig isolasjon på 40-50 mm EPS, se Figur 1.



Figur 1 Antatt utførelse av isolasjon for vegg mot grunnen i Bygg A. hentet fra Tegning nr. 2.18 «Tekking – tunneldekke akse H – Bygg E».

Kravs nivå

U-verdikrav for yttervegger mot terreng i bygg A er satt til 0,23 W/m²K.

Anbefalt løsning

Det forutsettes at alle rom for varig opphold etterisoleres.

Det anbefales utvendig etterisolering for alle yttervegger mot terreng. Dette reduserer kuldebroer og man kan samtidig sikre at ytre drenerende og kapillærbrytende sjikt mot grunnen er tilfredsstillende.

U-verdikravet kan tilfredsstilles med bruk av 100 mm tilleggsisolasjon, medregnet grunnens varmemotstand etter NS-EN ISO 13370. For å unngå sprang mellom del av vegg over terreng og del under terreng anbefales det å tilpasse isolasjonstykkelsen i sokkel/mot terreng, slik at veggen går i ett. Dette gir en bedre løsning mht. estetikk, energi og rent fuktteknisk.

Varveisolasjonen mot grunnen skal være av trykkfast, kapillærbrytende varveisolasjon, med konduktivitet lik eller lavere enn 0,036 W/mK.

Alternativ løsning

Dersom utvendig isolasjon ikke er ønskelig kan en alternativ løsning være innvendig etterisolering av 100 mm ubrennbare, damp- og vanntette isolasjonsplater av skumglass. Dette forutsetter skumglassplater med varmekonduktivitet lik eller lavere enn 0,036 W/mK.

Platene hellimes til bakvegg og til hverandre med to-komponentlim og forankres til bakvegg med ankerbolter. Det kan så bygges opp en tilsvarende innvendig pusset overflate på aquapanel/sementplate festet til skumglassplatene. Dette vil utgjøre en kompakt veggkonstruksjon hvor man unngår åpne porøse sjikt der kondens kan forekomme.

3.4.6 Yttertak for bygg C, D og E

Eksisterende tak

Yttertak for bygg C, D, og E er vurdert til å være utført med følgende sjikt:

- Laminerte sperrer 200x900mm
- Himling, plassert mellomliggende eller i underkant av sperrer
- Åser 3x7" c/c 400 mm, med 100 mm mellomliggende isolasjon og luftrom over isolasjonen
- Bordtak
- 2-lag bitumenbasert takbelegg



Bilde 7 Tak mellom bygg D og C

Kravsnivå

U-verdikrav for yttertak til bygg D og E er satt til 0,13 W/m²K.

U-verdikrav for bygg C er satt til 0,10 W/m²K.

Anbefalt løsning

U-verdi krav til bygg D og E tilfredsstilles ved at taket isoleres utvendig med 300 mm isolasjon gjennomsnittlig isolasjonstykkelse.

U-verdi krav til bygg C tilfredsstilles ved at taket isoleres utvendig med 400 mm isolasjon gjennomsnittlig isolasjonstykkelse. Det kan eventuelt velges å isolere med ¼ av isolasjonsmengden på varm side av dampsperrsjiktet.

Det forutsettes isolasjon med konduktivitet lik eller lavere enn 0,038 W/mK.

Det anbefales å bygge om tak til et kompakt tak. Det er noe usikkerhet om eksisterende takoppbygning, og konstruksjonen bør kontrolleres i detalj før man velger etterisoleringsmetode. Dersom takkonstruksjonen er oppforede tretak bør disse rives og nytt kompakt tak anlegges.

Forutsatt oppbygging med sperrer og tekning på bordtak som angitt ovenfor kan ombyggingen gjøres ved å etterisolere direkte på eksisterende takpapp, som da vil fungere som dampsperre/byggetidstekking. Taket vil slik bli et kompakt tak, med innvendige nedløp. Innvendig himling rives og eksisterende isolasjon mellom åser fjernes. Det sikres da at det ikke bygges inn trevirke mellom to damptette sjikt. Eventuelle luftespalter må tettes.

Det skal bygges opp parapet i gesims rundt takene.

3.4.7 Yttertak for bygg A

Eksisterende tak

Eksisterende tak vurderes til å være kompakt tak på betongdekke.

Varmegjennomgangskoeffisient til eksisterende tak vil være i henhold til Byggeforskrift av 1987, og da med U-verdi mindre eller lik $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dette tilsvarer en isolasjonstykkelse oppå dekke lik 200 mm.



Bilde 8 Tak bygg A (Google maps)

Kravsnivå

U-verdikrav for yttertak til bygg A er satt til $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Anbefalt løsning

U-verdi krav tilfredsstilles ved at taket isoleres med 300 mm gjennomsnittlig isolasjonstykkelse, forutsatt varmekonduktivitet på $0,038 \text{ W/mK}$.

Det anbefales å rive eksisterende tekning og isolasjon, for så å anlegge et nytt kompakt tak, inkludert dampspærre, isolasjon og taktekning på bærekonstruksjonen.

Det skal bygges opp parapet i gesims rundt taket.

Eventuell løsning

Dersom det ikke er avdekket skader på taket til bygg A, kan det velges å etterisolere direkte på eksisterende tekning, slik at eksisterende tekning utgjør en byggetidstekning i byggeperioden. Taket vil slik bli et kompakt duotak, med innvendige nedløp.

Det anslås at etterisolering med gjennomsnittlig tykkelse på 100 mm isolasjon på eksisterende takisolasjon vil være tilstrekkelig for å tilfredsstille angitt krav til U-verdi. Det er her forutsatt at eksisterende isolasjon på eksisterende dekke har minimum 200 mm gjennomsnittstykkelse og bruk av ny isolasjon med konduktivitet lik eller lavere enn $0,036 \text{ W/mK}$.

Det skal bygges opp parapet i gesims rundt taket.

3.4.8 Gulv mot grunnen

Eksisterende gulv

Eksisterende gulv mot grunnen i bygg C, D og E antas å være utført med følgende oppbygging fra grunnen:

- 250 mm kult
- 50 mm magerbetong
- 0,15 mm plastfolie
- 40 mm EPS
- 100 mm betong (kan variere i tykkelse)

Eksisterende gulv i bygg A mot grunnen er et støpt gulv med varmegjennomgangskoeffisient i henhold til Byggeforskrift av 1987. Dette gir en U-verdi mindre eller lik $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Kravsnivå

U-verdikrav for gulv mot grunnen er satt til $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Anbefalt løsning

I rom for varig opphold anbefales det å skjære opp gulvet helt ned til kultlag og bygge opp nytt gulv på grunn.

U-verdikrav kan tilfredsstilles med bruk av 150 mm isolasjon i gulv mot grunn, medregnet grunnens varmemotstand etter NS-EN ISO 13370.

Varmeisolasjonen mot grunn skal være av trykkfast, kapillærbrytende varmeisolasjon, med konduktivitet lik eller lavere enn $0,035 \text{ W/mK}$.

3.4.9 Gulv mot det fri

Eksisterende gulv

Det er ikke klarhet i hvordan eksisterende gulv mot det fri er isolert.

Kravsnivå

U-verdikrav for gulv mot det fri er $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Anbefalt løsning

U-verdikrav kan tilfredsstilles med bruk av 250 mm isolasjon i isolert fôring i underkant av bærekonstruksjonen, forutsatt konduktivitet lik eller lavere enn $0,037 \text{ W/mK}$.

3.4.10 Vinduer, glassfasader, dører og porter

U-verdikrav for vinduer, glassfasader, glasstak, overlys og dører er satt til $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Eksisterende vinduer

Det er antatt at eksisterende vinduer tilsvarer energiglass av TEK 87, og har U-verdi i gjennomsnitt på $2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Anbefalt løsning:

U-verdikrav kan tilfredsstilles med bruk av nye vinduer, glassfasader og dører med gjennomsnittlig U-verdi på $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Kravet gjelder total U-verdi for hele vinduskonstruksjonen. Dette innebærer at vinduets U-verdi fremkommer som en kombinasjon av U-verdi i rutens senterpunkt, U-verdi til karm/ramme og kuldebroverdi i rutens randsone.

Lav U-verdi oppnås ved å benytte 3-lagsruter, med eksempelvis 2 energisparebelegg, argonfylling og varmkant, i tillegg til at karm og ramme isoleres. Dører og porter må være isolerte.

Det anbefales at det utarbeides en flerfaglig utredning av nye vinduer til bygget videre i prosjektet.

3.4.11 Normalisert kuldebroverdi og lekkasjetall

Normalisert kuldebroverdi er satt til $0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Gjennomgående kuldebroer skal unngås. Det betyr at f.eks. betongdekker og stålsøyler plasseres innenfor ytterveggene, slik at et kontinuerlig og uavbrutt isolasjonssjikt i fasaden muliggjøres.

Krav til lufttetthet er satt til 0,60 luftvekslinger pr. time ved 50 Pa trykkforskjell.

Lekkasjetallet bør være så lavt som mulig av hensyn til termisk komfort og for å unngå kondensproblematikk.

Lavt lekkasjetall oppnås ved å være nøye med tetning imellom bygningsdeler og gjennomføringer. Det benyttes kontinuerlig vindsperre- og dampsperrsjikt så langt det lar seg gjøre. Sperresjiktene skal avsluttes med klemt og klebet utførelse. Yttervegger med indre overflate av mur pusses for å sørge for tilstrekkelig tetthet.

3.4.12 Bygningsdeler mot uoppvarmede rom

Vegger mot uoppvarmede rom

Eksisterende vegger er forutsatt utført med minst 75 mm porebetongblokk inntil betongvegg.

Det anbefales at veggene tilleggis isoleres med 70 mm isolasjon, fortrinnsvis på kald uoppvarmet side av konstruksjonen. Det forutsettes isolasjon med varmekonduktivitet lik eller lavere enn $0,036 \text{ W/mK}$. Denne anbefalingen er f.eks. gjeldende mot tilfluktsrom og tekniskrom.

U-verdi for vegg mot kalde uoppvarmede vil da bli $0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Etasjeskiller mot uoppvarmede rom

Etasjesskillere er angitt utført med 100 mm porebetongblokk innstøpt i betongdekke.

Det anbefales at etasjesskiller tilleggis isoleres med 70 mm isolasjon med varmekonduktivitet lik eller lavere enn $0,036 \text{ W/mK}$. Denne anbefalingen er f.eks. gjeldende mot tilfluktsrom og tekniskrom. Isolasjonen plasseres fortrinnsvis på kald uoppvarmet side av konstruksjonen.

U-verdi for etasjesskiller mot kalde uoppvarmede rom vil da bli $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$.

3.4.13 Tekniske rom på tak - yttervegger

U-verdikrav for nye og eksisterende yttertak på tekniske rom til bygg A, C, D og E er satt til $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Anbefalt løsning yttervegger

U-verdi krav til yttervegger til tekniske rom på tak til bygg A, C, D og E kan tilfredsstilles ved bruk av bindingsverksvegger på 250 mm gjennomsnittlig isolasjonstykkelse, forutsatt varmekonduktivitet på $0,035 \text{ W/mK}$.

3.4.14 Tekniske rom på tak - yttertak

U-verdikrav for nye og eksisterende yttertak på tekniske rom til bygg A, D og E er satt til $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$.

U-verdikrav for nye og eksisterende yttertak på tekniske rom på tak til bygg C er satt til $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Anbefalt løsning yttertak – Bygg A, D og E

U-verdi krav til yttertak til tekniske rom på tak til bygg A, D og E tilfredsstilles ved at taket isoleres med 250 mm gjennomsnittlig isolasjonstykkelse, forutsatt varmekonduktivitet på $0,038 \text{ W/mK}$.

Anbefalt løsning yttertak – Bygg C

U-verdi krav til yttertak til tekniske rom på tak til bygg C tilfredsstilles ved at taket isoleres med 300 mm gjennomsnittlig isolasjonstykkelse, forutsatt varmekonduktivitet på $0,038 \text{ W/mK}$.

Det anbefales å rive eksisterende tekning og isolasjon, for så å anlegge et nytt kompakt tak, inkludert dampspærre, isolasjon og taktekning på bærekonstruksjonen.

Det skal bygges opp parapet i gesims rundt taket.

3.5 Fukt og spesielle forhold

3.5.1 Fukt

Kravene i Teknisk forskrift er ikke-kvantifisert og det overordnede generelle kravet er som følger (§ 13-9):

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

For øvrig stilles krav til:

- Fukt fra grunnen, overvann og nedbør (§§ 13-10 – 13-12).
- Fukt fra inneluft, dvs. å unngå oppfukting av konstruksjonen av kondensert vanndamp fra inneluften (§ 13-13).
- Byggfukt, dvs. å unngå innbygging av fuktige materialer (§ 13-14).
- Våtrom og rom med vanninstallasjoner, dvs. sluk, fall, vanntetthet og materialbruk (§ 13-15).

Eksisterende konstruksjoner har bygningsskader som følge av fuktbelastning. Porøse mineralske materialer som puss og betong har riss og malingsavflassing, se eksempel i Bilde 9. Overflater av ulike materialer har svertesopp og algevekst se eksempel i Bilde 10.



Bilde 9 Riss i murvegg, samt avflassing i betongdekke i østfasade bygg C.



Bilde 10 Algevekst på østfasade til bygg C.

Det må legges vekt på effektiv bortledning av regn og god fuktsikring for å unngå fuktskader. Dette gjelder tak, fasader, vinduer, dører, men også rundt installasjoner som perforerer klimaskjermen. Konstruksjonene bør utføres etter prinsippet om totrinnstetting mot regn- og vindpåkjenning.

I den videre detaljprosjekteringen presiseres det at det må utformes en komplett rapport vedrørende Bygningsfysiske premisser, hvor varmeisolering, fuktsikring, materialkrav og tetthet detaljprosjekteres.

3.5.2 Spesielle forhold

Radon

Byggene har rom for varig opphold mot grunnen.

Iht. § 13-5 (1) skal en bygning prosjekteres og utføres med radonforebyggende tiltak slik at innstrømming av radon fra grunn begrenses. Radonkonsentrasjon i inneluft skal ikke overstige 200 Bq/m³.

Det bør utføres radonmålinger for å dokumentere radonkonsentrasjonen i bygningen mens den er i bruk. Målinger utføres i løpet av den kalde årstiden.

Eventuelle gulv som skal skjæres/pigges opp skal ha radonsperre mot grunnen som tettes godt mot inntilliggende konstruksjoner. Videre skal det tilrettelegges for trykkreduserende tiltak i grunnen under bygningen som kan aktiveres når radonkonsentrasjonen i inneluften overstiger 100 Bq/m³. Dette bør vurderes nærmere når grunnforhold avklares.

Radonsikring må detaljprosjekteres senere i prosjektet.

4 Energiberegninger

4.1 Generelt

4.1.1 Relevante standarder og forskrifter

Ved kontroll av energistandard iht. kapittel 14 i TEK 17 benyttes normerte verdier gitt i NS 3031:2014 for internlaster, settpunkttemperaturer, driftstid osv., slik at bygget, og ikke bruken av det, er avgjørende. Ved evaluering mot energikravene i TEK 17 benyttes normalisert klima (Osloklima).

I følge TEK 17 må bygningen tilfredsstille krav til energigrammer for totalt netto energibehov iht. bygningskategorien angitt i § 14-2. Minimumskrav i § 14-3 skal i tillegg oppfylles.

4.1.2 Simuleringsmodell

Landåssvingen 15 er modellert i det validerte energisimuleringsprogrammet SIMIEN versjon 6.013. SIMIEN er et dynamisk simuleringsprogram validert etter NS-EN 15265. Energimodellene er benyttet for å evaluere bygget mot TEK 17 og NS 3701.

Tabell 3 Sentrale inndata, skoledelen

Beskrivelse	TEK 17	NS 3701 / nZEB
U-verdi yttervegg [W/m ² K]	0,20	0,20
U-verdi tak [W/m ² K]	0,15	0,15
U-verdi gulv på grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,13	0,13
U-verdi vinduer/dører [W/m ² K]	0,80	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,03	0,03
Lekkasjetall [h ⁻¹]	0,6	0,6
Virkningsgrad varmegjenvinner [%]	80	80
Samlet vindus- og dørareal delt på BRA [%]	14,7	14,7
SFP-faktor ventilasjonsanlegg	1,5	1,5
Gjennomsnittlig luftmengde i driftstid, VAV [m ³ /hm ²]	12	12
Luftmengde utenfor driftstid/ferie [m ³ /hm ²]	2	2
Tilluftstemperatur normal [°C]	19	19
Varmetilskudd fra belysning [W/m ²]	8	4,5
Varmetilskudd fra teknisk utstyr [W/m ²]	6	4
Varmetilskudd fra personer [W/m ²]	12	12
Driftstid for ventilasjon og internlaster [h]	10	10

Tabell 4 Sentrale inndata, kontordelen

Beskrivelse	TEK 17	NS 3701 / nZEB
U-verdi yttervegg [W/m ² K]	0,16	0,16
U-verdi tak [W/m ² K]	0,11	0,11
U-verdi gulv på grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,18	0,18
U-verdi vinduer/dører [W/m ² K]	0,80	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,03	0,03
Lekkasjetall [h ⁻¹]	0,6	0,6
Virkningsgrad varmegjenvinner [%]	85	85
Samlet vindus- og dørareal delt på BRA [%]	9,0	9,0
SFP-faktor ventilasjonsanlegg	1,5	1,5
Gjennomsnittlig luftmengde i driftstid, VAV [m ³ /hm ²]	8	8
Luftmengde utenfor driftstid/ferie [m ³ /hm ²]	2	1
Tilluftstemperatur normal [°C]	19	19
Varmetilskudd fra belysning [W/m ²]	6,4	4,0
Varmetilskudd fra teknisk utstyr [W/m ²]	11	6
Varmetilskudd fra personer [W/m ²]	4	2
Driftstid for ventilasjon og internlaster [h]	12	12

5 Evaluering mot TEK 17, per 19.11.2019

Energirammemodellen angitt i §14-2 tillater et samlet netto energibehov på 110 kWh/m²år for skolebygg og 115 kWh/m²år for kontorbygg.

Landåssvingen har et beregnet netto energibehov på 85,9 kWh/m²år for skoledelen og 96,1 kWh/m²år for kontordelen. Energirammemodellen er følgelig tilfredsstilt. Det samme er minstekravene i §14-3.

Ved å benytte vannbåren varme med fjernvarme som energikilde vil også kravet i §14-4 til energifleksible varmesystem være tilfredsstilt. Det forutsettes at det benyttes lavtemperatur varmeløsning.

Ved å følge forutsetningene i Tabell 1 og Tabell 2 vil Landåssvingen 15 tilfredsstille energikravene i TEK 17, se Tabell 5 - Tabell 10.

Preaksepterte ytelser til størrelse på varmesentral gitt i VTEK kapittel 14-4 er imidlertid ikke evaluert og det oppfordres at dette vurderes nærmere av øvrige fag.

Tabell 5 Evaluering TEK 17

Resultater av evalueringen	
Evaluering av	Beskrivelse
Energiramme	Bygningen tilfredsstiller energirammen iht. §14-2 (1)
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekravene i §14-3
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3031:2014 (tabell A.6)
Energiforsyning	Fossilt brensel benyttes ikke i oppvarmingsanlegget (§14-4)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstiller byggeforskriftenes energikrav

Tabell 6 Energiramme TEK 17, skoledelen

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	7,3 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	14,6 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	10,1 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	13,6 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	4,2 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	17,7 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	13,3 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	5,2 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov	85,9 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	110,0 kWh/m ²

Tabell 7 Minstekrav TEK 17, skoledelen

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,20	0,22
U-verdi tak [W/m ² K]	0,15	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,13	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,80	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	1,50

Tabell 8 Energiramme TEK 17, kontordelen

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	7,8 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	7,8 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	5,0 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	12,6 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	2,5 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	20,0 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	34,5 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	5,9 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov	96,1 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	115,0 kWh/m ²

Tabell 9 Minstekrav TEK 17, kontordelen

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,16	0,22
U-verdi tak [W/m ² K]	0,11	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,18	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,80	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	1,50

Tabell 10 Energiforsyning

Energiforsyning (§14-4 (1))	
Beskrivelse	Verdi
Bruker fossilt brensel til oppvarming	Nei

6 Evaluering mot NS 3701, per 19.11.2019

Ved evaluering mot NS 3701 benyttes lokale klimadata og standardiserte inndata for beregning av energibehov etter NS 3031, i tillegg til normerte verdier i NS 3701 Tillegg A.

For Landåssvingen benyttes klimadata for Bergen.

Både skoledelen og kontordelen vil ved gjeldende forutsetninger tilfredsstille kriteriene til passivhus iht. NS 3701, se Tabell 11-15.

Tabell 11 - Evaluering

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

Tabell 12 – Varmetapsbudsjett, skoledelen

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,06
Varmetapstall tak	0,03
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,04
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,12
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,05
Totalt varmetapstall	0,32
Krav varmetapstall	0,40

Tabell 13 – Energiytelse, skoledelen

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	14,7 kWh/m ²	20,0 kWh/m ²
Netto kjølebehov	0,9 kWh/m ²	2,7 kWh/m ²
Gjennomsnittlig effektbehov belysning	4,5 W/m ²	4,5 W/m ²

Tabell 14 Varmetapsbudsjett, kontordelen

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,08
Varmetapstall tak	0,09
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,01
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,07
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,06
Totalt varmetapstall	0,34
Krav varmetapstall	0,40

Tabell 15 Energiytelse, kontordelen

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	14,8 kWh/m ²	20,0 kWh/m ²
Netto kjølebehov	1,0 kWh/m ²	5,0 kWh/m ²
Gjennomsnittlig effektbehov belysning	4,0 W/m ²	4,0 W/m ²

7 Evaluering mot nZEB, per 19.11.2019

Det er valgt å benytte FutureBuilt sin nZEB-definisjon. Denne tillater et vektet levert energi på 35 kWh/m²år for skolebygg og 40 kWh/m²år for kontorbygg.

Landåssvingen har beregnet vektet levert energi på 29 kWh/m²år for skoledelen og 38 kWh/m²år for kontordelen. Valgte kriterier til nZEB vil da være tilfredsstillt.

Ved evaluering mot nesten nullenergibygg (nZEB) benyttes beregningsregler iht. NS 3701 og NS 3031. For å ta hensyn til miljøvekting av fjernvarme og biovarme benyttes forenklete vektingsfaktorer som multipliseres med levert energi iht. rapporten "Energiregler 2015. Forslag til endringer i TEK for nybygg" (Rambøll 2013).

Solstudie viser at det er mulig å produsere maksimalt 228 000 kWh/år på egnede takflater, se rapport 616759-RIEn-RAP-001. Dette fordrer solcellepaneler på alle egnede takflater. Det bør i neste fase av prosjektet gjøres en vurdering om dette er ønskelig, samtidig som man gjennomgår energimålene som er satt for bygningen.

Tabell 16 og Tabell 17 viser beregnet for nZEB-nivå, mens Tabell 18 og Tabell 19 viser nødvendig levert energi for bygningsmassen. Strømproduksjonen er arealvektet pr. bygningskategori.

Tabell 16 Vektet levert energi, for skoledelen

Energivare	Vekting	[kWh]	Etter vekting [kWh]
Strømproduksjon skole	1	-206 622	-206 622
Direkte el kontor	1	423 461	423 461
Fjernvarme kontor	0,43	348 027	149 652
Sum			366 491
nZEB-nivå. Vektet levert energi [kWh/(m ² ·år)]			29

Tabell 17 Vektet levert energi, for kontordelen

Energivare	Vekting	[kWh]	Etter vekting [kWh]
Strømproduksjon kontor	1	-21 378	-21 378
Direkte el kontor	1	58 626	58 626
Fjernvarme kontor	0,43	29 970	12 887
Sum			50 135
nZEB-nivå. Vektet levert energi [kWh/(m ² ·år)]			38

Tabell 18 Levert energi, skoledelen

Levert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	423461 kWh	33,4 kWh/m ²
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh	0,0 kWh/m ²
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m ²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme	348027 kWh	27,5 kWh/m ²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m ²
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-7	771488 kWh	60,9 kWh/m ²
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Netto levert energi	771488 kWh	60,9 kWh/m ²

Tabell 19 Levert energi, kontordelen

Levert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	58626 kWh	44,7 kWh/m ²
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh	0,0 kWh/m ²
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m ²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme	29970 kWh	22,9 kWh/m ²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m ²
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-7	88596 kWh	67,6 kWh/m ²
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Netto levert energi	88596 kWh	67,6 kWh/m ²