

NOTAT

OPPDRAAG	Sandslihaugen 30, ISB skole og barnehage	DOKUMENTKODE	616759-2-RIBfy-NOT-001
EMNE	Vurdering av fravik fra energikrav i TEK	TILJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Bergen kommune, Etat for utbygging	OPPDRAAGSLEDER	Tom Arne Olsen
KONTAKTPERSON	Elena Castillo	SAKSBEHANDLER	Oddmund Vingdal
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233043 Bygningsforvaltning og Bygningsfysikk Vest

SAMMENDRAG

Det eksisterende undervisningsbygget i Sandslihaugen 30 er planlagt bruksendret fra kontorer og verksteder til skole og barnehage. I dette notatet er det vurdert om en eventuell søknad om fravik fra energikrav i TEK 17 kan forsvares. Energikravene kan fravikes mht. unntaksbestemmelser i PBL, §31-2, fjerde ledd og dersom:

- Kostnaden er uforholdsmessig stor
- Tiltakene er urimelig i forhold til potensiell energibesparelse

Bygningsdeler har lang gjenværende levetid og tiltak medfører rivning eller utskifting. Tiltak på yttervegg, golv mot grunn, yttertak og ventilasjonsanlegg er derfor en uforholdsmessig kostnad. Potensiell energibesparelse er i tillegg forholdsvis liten for tiltak på yttervegg og golv mot grunn. Det anbefales derfor at kommunen gir tillatelse til å fravike energikravene i TEK 17.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
01	07.05.2018	Revidert mht oppdatert informasjon fra RIV	Oddmund Vingdal	Runar W. Hjørnevåg	Øyvind Skumsnes
00	23.04.2018	Utsendt	Oddmund Vingdal	Bjarne Høstmark	Øyvind Skumsnes

1 Innledning

Det eksisterende undervisningsbygget i Sandslihaugen 30 er eid av DNB Eiendom. Bygget er planlagt bruksendret fra kontorer og verksteder til skole og barnehage tilknyttet ISB. Bygget leies da ut til Bergen kommune. Bruksendring av bygget medfører at krav til energi i kapittel 14 i Byggeteknisk forskrift (TEK) skal tilfredsstilles.

I dette notatet er det vurdert om en eventuell søknad om fravik fra energikrav i TEK 17 kan forsvares.

Søknad om fravik fra kapittel 14 Energi i TEK 17

Søknad om rammetillatelse planlegges, og bygget må følgelig tilfredsstille krav til TEK 17 for nye tiltak.

Veiledning til § 14-1 i TEK 17 sier at «Reglene i forskriftens kapittel 14 skal bidra til at bygninger som oppføres eller oppgraderes, har lavt energibehov og miljøvennlig energiforsyning. For tiltak i eksisterende bygg gjelder i utgangspunktet de relevante energikravene i dette kapitlet. Tiltak i eksisterende bygg omfatter blant annet tilbygg, påbygg, underbygg og bruksendring. Etter søknad kan kommunen gi unntak fra de tekniske kravene på visse vilkår, jf. plan- og bygningsloven (pbl) § 31-2. Dette gjelder ved bruksendring, nødvendig ombygging og rehabilitering. Det kan for eksempel være tilfeller der kravene er urimelige, sett i forhold til energibesparelsen tiltaket vil gi».

PBL § 31-2 fjerde ledd sier at «Kommunen kan gi tillatelse til bruksendring og nødvendig ombygging og rehabilitering av eksisterende byggverk også når det ikke er mulig å tilpasse byggverket til tekniske krav uten uforholdsmessige kostnader, dersom bruksendringen eller ombyggingen er forsvarlig og nødvendig for å sikre hensiktsmessig bruk. Kommunen kan stille vilkår i tillatelsen.»

Følgelig kan man argumentere for å fravike energikravene i TEK 17 dersom de vurderes som urimelig i forhold til potensiell energibesparelse, men også dersom kostnaden er uforholdsmessig stor.

Unntak fra en bestemmelse i TEK17 kan gis helt eller delvis. I forbindelse med søknad om unntak er det viktig at tiltakshaver tilstreber å finne kompenserende løsninger så langt det er mulig.

Kort om bygget

Bygget er på omtrent 6150 m² BRA og har fire fløyer som har fra to til tre etasjer. ISB-barnehage skal lokaliseres i Bygg A på plan 1, mens resterende deler av bygget vil romme ISB-skole.

Foreløpig planlagte tiltak på bygningskroppen er at eksisterende porter skal skiftes ut med vinduer/glassfasader, enkelte nye utsparinger for vinduer, og at mesanin over gymsal rives.

Det planlegges å anlegge gulvvarme i gymsal/garderobe, samt å rive eldre oppforet datagulv i barnehagedelen. Dette medfører at det er mulig å tilleggisolere gulv mot grunn i disse delene.

Informasjon som ikke er gitt av tegningsgrunnlag eller oppdaget under befaring, er hentet fra tidligere prosjekt som omhandler energitiltak av det daværende Treningscenteret til Statoil. Iht. til informasjon gitt av prosjektdeltagere ble utskifting av ventilasjonsanlegget, installering av lokal kjøling og behovsstyring av lys utført i 2012.

2 Eksisterende bygningsmasse

Eksisterende bygningsmasse er fra 1984. Noe tegningsgrunnlag er oppdatert i 1992, men omfanget av eventuelle bygningsmessige arbeider fra denne tiden er ikke klart.



Bilde 1 Østvendt fasade Sandslihaugen 30

Uttrykket til bygget er ønskelig å bevare, men bygget har ikke noe formelt vern. Som Bilde 1 viser har fasaden en karakteristisk teglfasade, og saltak med godt takutstikk. Befaring utført 17.04.2018 viser at teglmuren er i god befatning.

Informasjon om eksisterende bygningsdeler er hentet fra arkitekttegninger datert 1984 og 1992. Det er varierende beskrivelse av oppbyggingen til konstruksjonene. U-verdier for vegger, tak og gulv på grunn er beregnet etter NS NS-EN ISO 6946:2007 og NS-EN ISO 13370, og med følgende oppbygging av konstruksjonene:

Gulv på grunn

Gulv på grunn er av betong, isolert med 100 mm trykkfast isolasjon. Eldre tegningsgrunnlag viser at gulvet er bygget opp med konstruktivplate av betong under isolasjonssjiktet, og med betongpåstøp over.

Ekvivalent U-verdi er beregnet til 0,18 W/m²K for golv mot grunnen og er medregnet grunnens varmemotstand.

Yttervegger under grunn

Yttervegger under grunn er av betong, innvendig isolert med 100 mm mineralull. Innvendig overflate er i hovedsak av tegl. Det antas at veggene er bygd opp som en typisk skallmur, med bruk av kontinuerlig isolasjonssjikt.

Ekvivalent U-verdi er beregnet til 0,26 W/m²K for vegg mot grunnen og er medregnet grunnens varmemotstand.

Vurdering av oppfyllelse av energikrav i TEK

Yttervegger over terreng

Yttervegger over terreng er utført med ½-steins yttervange av tegl. Innenfor ytre teglvange er det hovedsakelig en luftspalte med varierende tykkelse. Veggene måles på tegningsgrunnlag til å være isolert med 150 mm isolasjon. For innvendig del varierer utførelsen mellom tegl, platekledning og betong. Ved utførelse med innvendig platekledning medregnes 12%-treandel i isolasjonsjiktet. For veggene der innvendig sjikt er av tegl eller betong, antas det at veggen er bygd opp som en typisk skallmur, med bruk av kontinuerlig isolasjonssjikt.

Med forbehold om riktig vurdering av konstruksjonsmåte er beregnet U-verdi til vegger mellom 0,21-0,27 W/m²K.

Vinduer

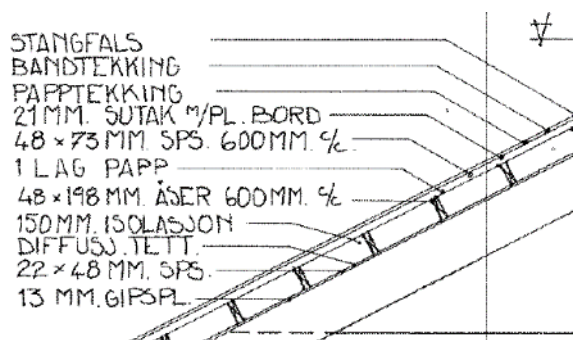
Vinduene er i hovedsak vinduer med fastkarm datert 1984, mens åpningsbare rømningsvinduer med sidesving er datert 1987.

Vinduer er tre-lags luftfylt isolerglass med avstandslister og karmen av aluminium.

Luftrommet i vinduene med fastkarm anslås til å være 12 mm for begge spalter, se Bilde 2. Total U-verdi for denne vinduskonstruksjonen er beregnet å være mellom 2,0 og 2,3 W/m²K (Pilkington Spectrum og SIMIEN).



Bilde 2 Tre-lags luftfylt isolerglass med avstandslister og karmen av aluminium.



Figur 1 Utklipp av Snitt A-A (aall-løkeland-ragde a/s 1992)

Yttertak

Taket er et åstak med 200 mm åser, som bæres av laminerte sperrer. Taket er isolert imellom åsene med bruk av 150 mm med bruk av 150 mm mineralull. Taket har lufting under taktro og er tekket med båndtekkning.

Figur 1 viser angitt oppbygging av tak.

Vurdering av oppfyllelse av energikrav i TEK

3 Kontroll av energistandard

3.1 Generelt

ISB-skole og barnehage i Sandslihaugen 30 er modellert i SIMIEN versjon 6.008. SIMIEN er et dynamisk simuleringsprogram validert etter NS-EN 15265. Det er laget to modeller, som deretter er benyttet for evaluering mot energikravene i TEK 17.

Lengder og areal er målt av RIBfy på ARK tegninger av dato 16.04.2018. Øvrig informasjon er hentet fra IFC-modell av daværende Statoil Treningscenter revidert 24.08.2011.

3.2 Sentrale inndata

I tabell 1 nedenfor er de viktigste inndataverdiene gjengitt.

Tabell 1 Sentrale inndata for ISB-skole og barnehage i Sandslihaugen 30

Beskrivelse	Barnehage	Skole
U-verdi yttervegg [W/m ² K]	0,27	0,24
U-verdi tak [W/m ² K]	-	0,28
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,18	0,18
U-verdi vinduer/dører [W/m ² K]	2,22	1,99
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,09	0,09
Lekkasjetall [luftvekslinger pr time]	3,0	3,0
Virkningsgrad varmegjenvinner [%]	80	80
Samlet vindus- og dørrareal delt på BRA [%]	9,2	10,2
Luftmengde i driftstid [m ³ /h m ²]	8,0	10,1
Luftmengde utenfor driftstid/ferie [m ³ /h m ²]	2,0	2,0
Tilluftstemperatur normal [°C]	19	19
Tilluftstemperatur sommer [°C]	19	19
Varmetilskudd fra belysning [W/m ²]	6,4	8,0
Varmetilskudd fra teknisk utstyr [W/m ²]	2,0	6,0
Varmetilskudd fra personer [W/m ²]	6,0	12
Driftstid for oppvarming, belysning, utstyr og ventilasjon [h]	10	10
Oppholdstid for personer [h]	10	10
Totalt installert effekt kjølebatterier [W/m ²]	32,5	38,9
Totalt installert effekt lokal kjøling [W/m ²]	15,3	37,9

3.3 Energiforsyning

Sandslihaugen 30 er oppvarmet med vannbåren varme og at oppvarmingssystemet vil være i form av en fjernvarmeløsning fra BKK Varme.

Vurdering av oppfyllelse av energikrav i TEK

Det er forutsatt at fjernvarme står for 100 % av varmebehovet til romoppvarming, oppvarming av tappevann og varmem batterier til ventilasjonsaggregater.

Det benyttes lokal kjøling via vannbårent distribusjonsanlegg og vannbårent kjølebatteri i ventilasjonsanlegg.

3.4 Varmetap

U-verdier

U-verdier for vegger, tak, gulv, vinduer og dører er angitt i tabell 1.

Den gjennomsnittlige U-verdien til vindu i tabell 1 er medregnet at de eksisterende portene skiftes ut med glassfasader med U-verdi 0,8 W/m²K. Dette er iht. til foreløpige planlagte tiltak.

Kuldebroer og tetthet

Bygget har bæresystem i betong og 100 mm isolasjon i dekkeforkant. I henhold til NS 3031 tilsvarer dette normalisert kuldebroverdi lik 0,09 W/m²K.

Bygningens tetthet kommer bl.a. an på materialvalg, antall overganger og bygningens volum. Bygget er ikke trykktestet og gjeldene krav fra byggeåret på 3,0 h⁻¹ er derfor benyttet.

3.5 Varmekapasitet

Skillekonstruksjoner tar opp og avgir varme til rommet. Materialets evne til å lagre varme kalles varmekapasitet og avgjør hvor godt en bygning holder på varmen. Tunge konstruksjoner som betong har større varmekapasitet enn lette konstruksjoner som for eksempel gipsplater. Etasjeskillere i bygget består av betong. Innvendige vegger er stort sett kledd med gips, eller består av tegl. Normalisert varmekapasitet for bygget er av Simien beregnet til 80 Wh/m²K for barnehagen og 77 Wh/m²K for skolebygningen.

3.6 Solskjerming

Det er lagt til variabel solavskjerming i form av utvendige persienner på de vinduene der dette er montert. Dette er ikke gjeldende for alle vinduer i solbelastet fasade. Solfaktor i aktivisert stilling for disse vinduene er forutsatt til 0,15. Verdi for solfaktor i ikke-aktivisert stilling er identisk som rutens g-verdi, og forutsatt lik 0,71.

Gjennomsnittlig total solfaktor for vindu og solskjerming er beregnet lik 0,44 for barnehagen og 0,58 for skolebygget.

3.7 Internlaster

Ved evaluering mot TEK 17 er verdier for internlaster fra NS 3031 benyttet.

3.8 Oppvarming

Oppvarmingsbehov er forutsatt dekket med fjernvarme og bruk av vannbåren radiatorvarme.

Oppvarmingssystemets virkningsgrad tas med i beregning av levert energi til bygget. Hvis ikke annet er oppgitt benyttes veiledende inndata for systemvirkningsgrader fra tillegg B i NS 3031.

For oppvarming med fjernvarme foreskriver tillegget en systemvirkningsgrad på 0,80. Det er da forutsatt vannbåren varme i normalt isolerte rør og lavtemperatur system med turtemperatur mindre enn 70°C.

Oppvarmingssystemet har tur-/returtemperatur lik 60/45 °C.

Vurdering av oppfyllelse av energikrav i TEK

3.9 Kjøling

Det er i beregningene lagt inn lokal kjøling, og sammen med kjølebatteri i ventilasjonsanlegg er det lagt til grunn total kjøleeffekt på 450 kW. Kjølefaktor er satt iht. NS 3031 til 2,4 for vann-luft kjølemaskin.

3.10 Ventilasjon

Bygget har VAV-ventilasjonsanlegg styrt av CO₂ og temperatur. Gjennomsnittlig maksimal luftmengde er av RIV angitt til å være 9,30 m³/hm² og minimum 5,00 m³/hm². Luftmengde utenfor driftstid er 2,0 m³/hm². SFP-faktor er 2,0. Bygget har 6 aggregat med roterende varmegjenvinnere med virkningsgrad på 80 %, og 2 kryssvekslervarmegjenvinnere med 60% virkningsgrad.

Luftmengdene i barnehagen begrenses av tabell B.1 og A.6 i NS 3031, og settes til 12 m³/hm² i driftstid og minimum 8,0 m³/hm² i driftstid.

Ettersom ventilasjonssystemet i tidligere verksteder i skoledelen er utstyrt med kryssvekslere og har slik betydelig lavere virkningsgrad enn resterende del, er denne modellert som en egen sone.

Gjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for kryssvekslene er 60 % og SFP-faktor på 2,0.

Luftmengdene i denne sonen er 18,9 m³/hm² i driftstid. Minimum luftmengde er satt til 10,0 m³/hm² i driftstid. iht. tabell A.6 i NS 3031.

Beregningsmessig er VAV-anleggene i skoledelen, utenom sone i tidl. verksted, lagt inn i SIMIEN-modellen som CAV-anlegg med 80 % av dimensjonerende luftmengde, noe som resulterer i en forbedring av varmegjennvinning og SFP-faktor. SFP-faktor er beregnet til å være 1,65 kW/m³/s i driftstiden, samt 0,9 kW/m³/s utenfor driftstiden. Ventilasjonsaggregatene er utstyrt med roterende varmegjenvinner. Gjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for roterende varmegjenvinnere i denne delen er 83 %, som er en beregningsmessig forbedring som følge av reduserte luftmengder. Luftmengdene begrenses av tabell B.1 og settes til 10,0 m³/hm² i driftstid.

Luftmengde utenfor driftstiden og i helger og ferier er lik 2 m³/hm².

Driftstid for anleggene er satt til 10 timer etter NS 3031 og tilluftstemperaturer er satt til 19 °C.

4 Evaluering mot TEK for eksisterende bygg

4.1 Krav

I henhold til §14-2 Energieffektivitet i TEK 17 kan barnehage og skolebygg kun oppfylle kravene til energieffektivitet ved Energirammemodellen. I tillegg skal minstekrav i §14-3 tilfredsstilles. Ved evaluering mot TEK 17 benyttes Oslo klima og standardverdier i henhold til NS 3031.

Bygningen tilfredsstiller krav til energiforsyning med at det ikke benyttes fossilt brensel og at energikilden er energifleksibel. Bygning over 1000 m² oppvarmet BRA skal ha energifleksible varmesystemer og tilrettelegges for bruk av lavtemperatur varmeløsninger. Energifleksibel varmekilde innebærer at bytte av varmekilde er en reell mulighet, noe som et vannbårent oppvarmingsanlegg muliggjør. En preakseptert ytelse ved lavtemperatur varmeløsninger er at de har turtemperatur på 60 °C eller lavere ved dimensjonerende forhold. Varmeanlegget vil derfor tilfredsstille dette kravet.

Energirammemodellen angitt i §14-2 tillater et samlet netto energibehov på 110 kWh/m²år for skolebygg og 135 kWh/m²år for barnehage.

Gitt forutsetningene i kapittel 3, vil beregnet netto energibehov for barnehagen være på 132,6 kWh/m²år, mens tilsvarende tall for skoledelen er beregnet til 131,8 kWh/m²år.

Energirammemodellen er følgelig ikke tilfredsstilt for skoledelen, mens barnehagen er innenfor rammekravet. Minstekravene tilfredsstilles ikke for noen av bygningskategoriene.

Vurdering av oppfyllelse av energikrav i TEK

Bygget vil ved disse forutsetningene ikke tilfredsstillere energikravene i kapittel 14 i TEK 17, se tabellene nedenfor.

Tabell 2 Barnehage – Energiramme TEK 17

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)		Verdi
Beskrivelse		
1a Beregnet energibehov romoppvarming		62,4 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)		15,2 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)		10,0 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter		14,7 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper		2,4 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning		16,7 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr		5,2 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling		0,8 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)		5,1 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov		132,6 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov		135,0 kWh/m ²

Tabell 3 Barnehage – Minstekrav TEK 17

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,27	0,22
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]	2,22	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	3,00	1,50

Tabell 4 Skole – Energiramme TEK 17

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)		Verdi
Beskrivelse		
1a Beregnet energibehov romoppvarming		44,7 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)		15,7 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)		10,1 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter		13,9 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper		4,6 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		7,1 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)		4,6 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov		131,8 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov		110,0 kWh/m ²

Tabell 5 Skole – Minstekrav TEK 17

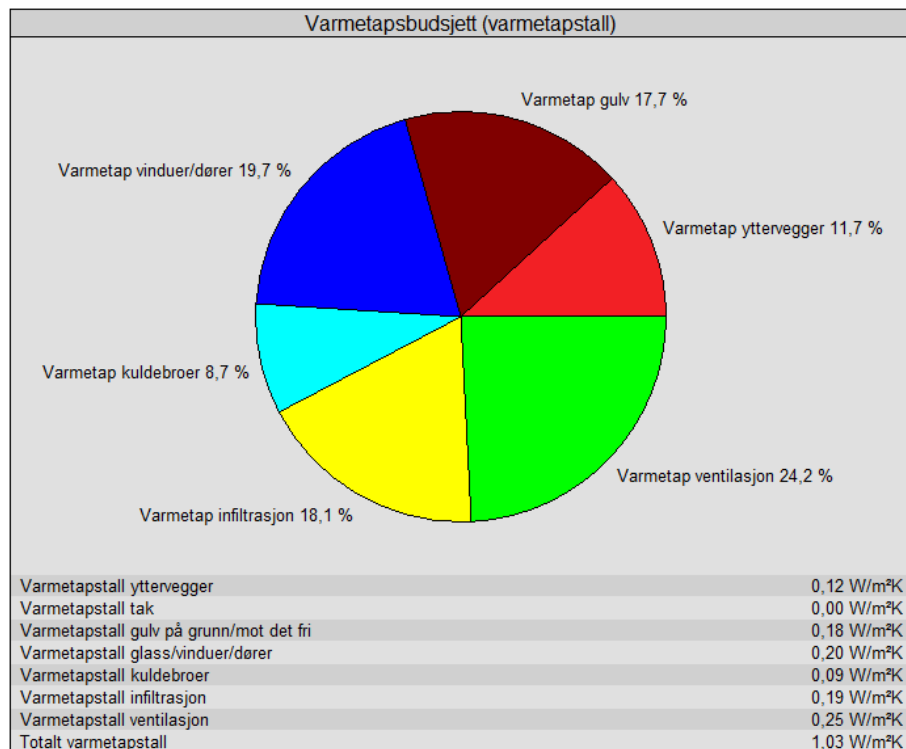
Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,24	0,22
U-verdi tak [W/m ² K]	0,28	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,18	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	1,99	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	3,00	1,50

Vurdering av oppfyllelse av energikrav i TEK

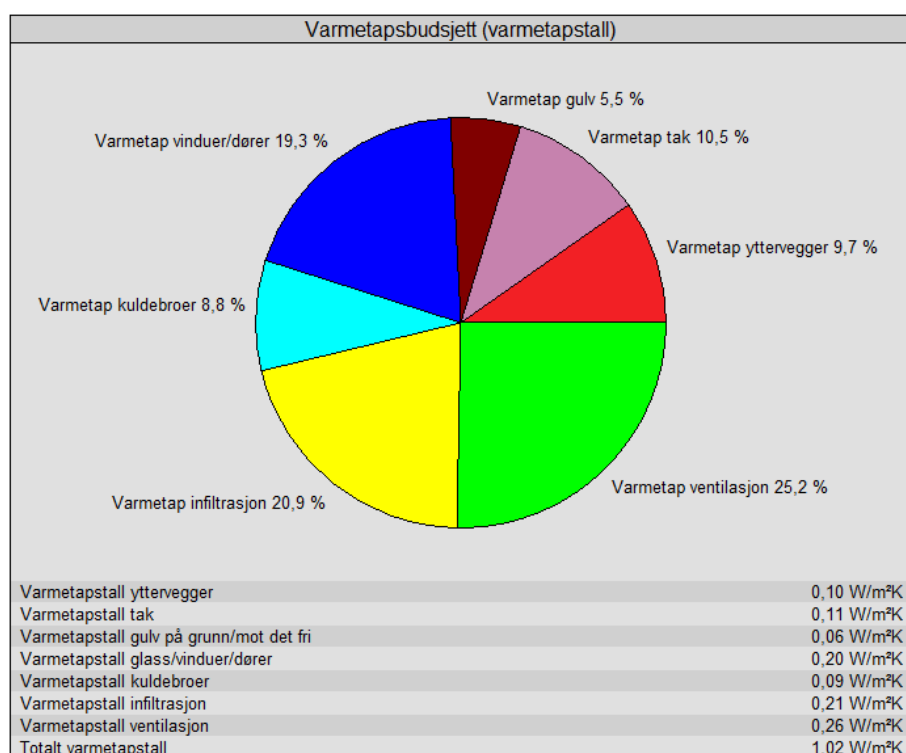
4.2 Fordeling av varmetap

Tabellen under viser fordeling av varmetapstall. Fordelingen viser at det er varmetap tilknyttet til ventilasjon, vinduer og dører, samt infiltrasjon som er høyest. Varmetapsbudsjettet for skolen viser at varmetap gjennom yttervegger, gulv, tak og kuldebroer utgjør lite i forhold til totalt varmetapstall.

Tabell 6 Barnehage – Varmetapsbudsjett



Tabell 7 Skole - Varmetapsbudsjett



5 Vurdering av egnede tiltak

Følgende tiltak vurderes å være egnede å gjennomføre mht. å redusere netto energibehov:

- Trykktesting og termografering av bygget anbefales for å verifisere lekkasjetall, samt for å oppdage og utbedre luftlekkasjer.
- Redusere bruk av lokal kjøling og kjølebatteri i ventilasjonsanlegg. Dette fordrer at det gjøres tiltak med hensyn til solavskjerming i vinduer, men også i form av at det monteres variabel utvendig solavskjerming på alle vinduer i solutsatte fasader. Kjølebehovet er estimert med bakgrunn i dagens effekt, og med forholdsmessig reduksjon av nødvendig behov etter beregning med Bergen-klima. Effekten av tiltak på kjølebehov er usikker og bør i utgangspunktet verifiseres av RIV.
- Skifte alle vinduer til nye lavenergivinduer med total U-verdi på 0,8 W/m²K. Dagens vinduer er fra byggeår. Med hensyn på potensiell energibesparelse, bør det planlegges utskifting av vinduene. Ved utskifting av vinduer og dører vil man samtidig sørge for tett utførelse i overganger mot andre bygningsdeler. Dette vil gi mindre varmetap i form av luftlekkasjer. Anslagsvis vil gjennomføring av tetttiltak rundt vinduer og dører gi et lekkasjetallet ned mot 1,0 luftvekslinger pr. time ved 50 Pa trykkforskjell. Dette må i tilfelle verifiseres gjennom trykktesting av bygget.
- Tilleggisolere gulv i gymsal/garderobe. 100 mm tilleggisolasjon med konduktivitet 0,038 W/mK er lagt til grunn for tiltaket.

Vurdering av effekt av anbefalte tiltak

Det er her vurdert effekten av tiltakene. Tabell 8 og Tabell 9 viser at etterisolering av gulv i gymsal/garderobe har liten innvirkning på energirammen sammenlignet med virkning av utskifting av vinduer/dører og oppnåelse av lavere lekkasjetall. Effekten av tiltak på solavskjerming er usikker og derfor ikke presentert i Tabell 8.

Resultat av beregningene vises i tabellene nedenfor. Barnehagen tilfredsstillers energirammen uten tiltak, mens for skoledelen må det iverksettes tiltak for å komme innenfor. Minstekravene tilfredsstilles ikke, som følge av at det vurderes som lite aktuelt å gjøre tiltak på yttervegger og tak. På neste side presenteres samlet virkning av iverksetting av alle tiltakene som er nevnt ovenfor. Beregningen av netto energibehov av gjennomførte tiltak gjøres med samme forutsetninger som nevnt i kapittel 3, men nå med tiltakene og lekkasjetallet som presenteres i dette kapitlet.

Tabell 8 Årlige besparelser ved gjennomføring av tiltak

Tiltak	Barnehage [kWh]	Skole [kWh]
Ny isolasjon i gulv, 100mm + 100mm	3 420	1 954
Nye vinduer og dører	6 917	68 296
Samlet virkning vinduer og lavere lekkasjetall	13 432	138 714

Tabell 9 Energirammen ved iverksetting av tiltak. Grønn markering viser at energirammekravet er tilfredsstillt, og rød viser at den ikke er tilfredsstillt.

Tiltak	Barnehage [kWh/m ²]	Skole [kWh/m ²]
Ingen	132,6	131,8
Ny isolasjon i gulv, 100mm + 100mm	126,5	131,6
Samlet virkning vinduer og lavere lekkasjetall	107,0	105,6
Alle	100,9	105,4

Vurdering av oppfyllelse av energikrav i TEK

Tabell 10 Barnehage – Energiramme TEK 17

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)		Verdi
Beskrivelse		
1a Beregnet energibehov romoppvarming		31,2 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)		14,8 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)		10,0 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter		14,7 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper		2,7 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning		16,7 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr		5,2 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling		0,5 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)		5,1 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov		100,9 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov		135,0 kWh/m ²

Tabell 11 Barnehage – Minstekrav TEK 17

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,27	0,22
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,12	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,87	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	1,00	1,50

Tabell 12 Skole – Energiramme TEK 17

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)		Verdi
Beskrivelse		
1a Beregnet energibehov romoppvarming		20,6 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)		15,5 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)		10,1 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter		14,0 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper		3,6 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		6,2 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)		4,7 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov		105,4 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov		110,0 kWh/m ²

Tabell 13 Skole – Minstekrav TEK 17

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,24	0,22
U-verdi tak [W/m ² K]	0,28	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,17	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,80	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	1,00	1,50

6 Tiltak som vurderes som lite hensiktsmessige

Det vurderes som lite hensiktsmessig å gjøre tiltak mht. vegger over bakken, gulv på grunn, yttertak og ventilasjonsanlegget. Tiltakene på bygningsdelene vurderes både som en uforholdsmessig stor kostnad, men også som urimelig i forhold til potensiell energibesparelse.

Vegger

Etterisolering av teglvegger bør fortrinnsvis gjøres utvendig, ettersom innvendig etterisolering medfører økt fare for fukt- og frostskafer i ytre teglvange. For å opprettholde uttrykket til bygget, vil etterisolering medføre at enten må ytre teglvange rives eller så må det mures ny teglforblending utenfor etterisolering. Tiltak i form av riving og muring av ny forblending er å anse som en uforholdsmessig store kostnad, særlig ettersom eksisterende fasade er av god tilstand.

Som Tabell 6 og Tabell 7 viser er ikke andelen varmetap gjennom vegger stor i forhold til øvrige deler som påvirker oppvarmingsbehovet. Ytterveggene er antatt isolert med 150 mm isolasjon. Dette er en fornuftig mengde i skallmurvegger, og utgjør ikke noe urimelig varmetap. U-verdiene tilsvarer verdier mellom 0,21 - 0,27 W/m²K, noe som ikke er lagt unna å tilfredsstille minimumskrav til energieffektivitet etter TEK 17 § 14-3 på 0,22 W/m²K.

Gulv på grunn

Etterisolering av gulv på grunn medfører at enten må gulvet skjæres/pigges opp, eller så må det isoleres på oversiden av gulvet.

Det første alternativet utgjør en uforholdsmessig kostnad. Tiltaket vil kunne forsvares dersom føring av gulvvarme og vannbåren varme i grunnen er ønskelig. Bygget er imidlertid allerede påkoblet fjernvarme i form av føring i det eldre radiatorsystemet. Isolering på oversiden av gulvet medfører at nødvendig høyde i bygget reduseres og er slik ikke aktuelt. Det er ønskelig å anlegge gulvvarme i garderobes og gymsal, samt i barnehagen. I barnehagen er ikke høyden noen begrensning som følge av at det er tilstrekkelig høyde å ta av i oppforet datagulv. Beregning i kapitlet ovenfor viser at tiltak på gulv på grunnen har minimal innvirkning på samlet netto energibehov.

Gulv på grunn utgjør det laveste varmetapstallet for skoledelen. U-verdien tilsvarer 0,18 W/m²K, noe som tilfredsstiller minimumskrav til energieffektivitet etter TEK 17 § 14-3. Tiltak på gulv på grunn vil slik være urimelig i forhold til potensiell energibesparelse.

Yttertak

For å tilfredsstille minstekrav til U-verdi på yttertak må man anslagsvis tilleggisolere med 100 mm i tillegg til den eksisterende isolasjonsmengden i taket.

Etterisolering av yttertak med 100 mm isolasjon i underkant av åser, i mellom underliggende sperrer av limtre, vil gå på bekostning av fuktsikkerhet. Dette med hensyn på kondensvurdering ved innvendig etterisolering av en eldre takkonstruksjon.

Etterisolering bør fortrinnsvis utføres fra utsiden, noe som medfører rivning av båndtekningen. Båndtekning regnes å ha en levetid på 50-60 år, og har følgelig flere år igjen av levetiden. Rivning av båndtekningen når den i utgangspunktet har mellom 16-26 år igjen av levetiden vurderes som en uforholdsmessig kostnad. Tiltaket vurderes også som lite gunstig med hensyn til miljø.

Ved innvendig etterisolering av taket kan maksimalt 50 mm innvendig etterisolering tillates mht. kondensvurdering. Tiltaket gir en begrenset energibesparelse.

Ventilasjonsanlegg

Ettersom ventilasjonsanlegget er et VAV anlegg styrt av CO₂ og temperatur, er dette i utgangspunktet å regne som energieffektivt.

Vurdering av oppfyllelse av energikrav i TEK

Ventilasjonsanlegget er kun 5-6 år gammelt. Levetiden kan i utgangspunktet settes til 13-14 år. Nye komponenter, som f.eks. forbedret varmegjenvinner vil derfor innebære en uforholdsmessig kostnad på et anlegg av nyere dato. Når levetiden til anlegget nærmer seg utløpt vil det være naturlig å skifte kryssvekslervarmegjenvinnere i det tidligere verkstedet først. Dette aggregatet har betraktelig lavere virkningsgrad enn resterende aggregat. Verkstedet vil nå bli benyttet til undervisningsformål og varmegjenvinning av ventilasjonsluft vil ikke medføre risiko for spredning av forurensning. Roterende varmegjenvinner kan derfor benyttes også for denne delen.

Anlegget ble utstyrt med kjølebatteri i 2012-2013 for å bedre inneklimate sommertid. Kjølingen bidrar imidlertid negativt til netto energibehov. For å unngå overtemperaturer og for å sikre et godt inneklimate, anses det som lite hensiktsmessig å ikke benytte komfortkjølingen i bygget. Bygget har allerede noe variabel solavskjerming på solutsatt fasader, men ytterligere skjerming kan vurderes å installeres for å redusere energibehovet til kjøling av bygget.

7 Vurdering av mulighet for fravik fra energikravene i TEK 17

Ettersom tiltak på yttertak og tak vurderes som lite aktuelt å gjennomføre vil man ikke tilfredsstillere minstekravene, og slik ikke energikravene.

Det er i dette notatet vurdert at utskifting av vinduer er et egnet tiltak, som medfører at det totale netto energibehovet tilfredsstilles. Imidlertid er utskifting av vinduer en kostnad som er naturlig at tilfaller eier av bygget, og ikke leietaker. Utskifting av vinduer vil i dette tilfelle være naturlig å legge inn i den periodiske vedlikeholdsplanen.

Tiltak på yttertak, yttervegg, golv mot grunn og ventilasjonsanlegg medfører rivning eller utskifting av bygningsdeler eller komponenter med lang gjenværende levetid. Tiltakene som kreves for å innfri energikravene i TEK 17 vurderes derfor samlet som en uforholdsmessig kostnad. Med disse forutsetningene bør det gis tillatelse til å fravike energikravene i TEK 17 i forbindelse med den planlagte bruksendringen.