

Oppdragsgiver

Grimstad Kommune v/Ida Kristine Steffensen og Sigvard Laurendz

Rapporttype

Energivurdering

Rapporttype

22.05.2020

Revidering

-

ENERGIVURDERING AV FJÆRE SKOLE



Oppdragsnr.: 1350034000-030
Oppdragsnavn: Fjære skole, utredning
Dokument nr.: 01
Filnavn: H-rap-01 Energivurdering av Fjære skole.docx

Revisjon	-			
Dato	22.05.2020			
Utarbeidet av	AURE			
Kontrollert av	ABR			
Godkjent av	ABR			
Beskrivelse	Energivurdering			

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder

INNHOOLD

1.	INNLEDNING	4
2.	GENERELL BESKRIVELSE AV BYGNINGENE	4
2.1	Konstruksjoner	4
2.2	Ventilasjon	4
2.3	Oppvarmingssystemet	5
3.	REELT ENERGIBRUK	5
4.	ENERGIBEREGNING AV EKSISTERENDE BYGG	6
5.	TILTAK FOR Å OPPNÅ PASSIVHUSNIVÅ	6
5.1	Tiltak 1: Utskiftning av ventilasjonsanlegg	6
5.2	Tiltak 2: Etterisolering av tak.....	6
5.3	Tiltak 3: Etterisolere yttervegger.....	7
5.4	Tiltak 4: Utskifting av vinduer og dører	7
5.5	Tiltak 5: Utskiftning av belysning	7
5.6	Oppgradering av energiforsyningssystem	7
6.	EVALUERING ETTER TILTAK	8
7.	OVERHOLDELSE AV RAMMEKRAV I TEK 17	9
8.	OPPSUMMERING	9

TABELLOVERSIKT

Tabell 1: Målt energiforbruk.....	5
Tabell 2: Beregnet forventet energiforbruk pr. år	6

1. INNLEDNING

Det vurderes å transformere Fjære ungdomsskole til ny barneskole for 1-7 trinn. Ungdomsskolen er fra 1968 og ble rehabilitert i 2003 etter en brann. Rambøll har fått i oppgave å komme med en rapport hvor dagens standard skal kartlegges, og hvor det samtidig skal sees på hvilke bygningsmessige og tekniske oppgraderinger som er nødvendig for oppnå et passivhus nivå. I rapporten vil det også bli omtalt hvilke tiltak som er nødvendig å utføre for å overholde energikrav i TEK 17.

2. GENERELL BESKRIVELSE AV BYGNINGENE

Delkapitlene nedenfor tar for seg oppbygging eller antatt oppbygging av konstruksjonene samt egenskaper til de tekniske anleggene på skolen.

2.1 Konstruksjoner

Yttervegg

Bindingsverksvegg: Skolen består av bindingsverksvegg med antatt 100 mm isolasjon. Samme oppbygging er lagt til grunn for tekniske rom på tak.

Teglforblinding: Ytterveggen med teglforblending er i hovedsak gitt som innvendig betongvegg med luftesjikt og utvendig tegl. Det er antatt en 50 mm murplate i luftesjiktet.

Betongvegg: Betongveggen er i hovedsak tilbakefylt og oppført med innvendig Leca (100 mm). Enkelte steder er betongen uisolert (ingen Leca), mens det i noen felt er 100mm isolasjon på innvendig side i tillegg til lecablokk. Der hvor veggen ikke er tilbakefylt er det lagt opp til 125 mm Leca på innvendig side av betongvegg.

Tak

Taket er i hovedsak et oppforet tretak med betongdekke og 200 mm isolasjon på overside. Taket over kantinen er at oppforet tak av tre med anslagsvis 170 mm isolasjon. Tekniske rom på tak er angitt på snitt tegninger som luftet skråtak av tre med 150 mm isolasjon.

Gulv

Ut ifra snittegninger ser gulv på grunn ut til å være varierende isolert. Det er dermed antatt en gjennomsnittlig isolasjon på 50 mm.

Vinduer og dører

Vinduer og dører er i hovedsak skiftet i 2003 og har en antatt u-verdi på henholdsvis 1,70 og 1,60 W/m²K. Bygget består også en del av glassbyggerstein, med en antatt u-verdi på 3,0. Tilbakemeldingen fra drift er at det lekker fra glassbyggersteinen.

2.2 Ventilasjon

Det finnes fire ventilasjonsanlegg i bygget, 360.01-04. Anleggene 360.01-03 har reimdrevne vifter og hvor 360.04 har frekvensstyrt vifte. Videre har alle anleggene roterende varmegjenvinnere bortsett fra 360.03 som har kryssveksler. Det er opplyst i «energivurdering av tekniske anlegg» fra Energima at roterende varmegjenvinnere har en temperaturvirkningsgrad på 80 %, og kryssveksler på 60%. SFP varierer mellom 2,30 til 4,60 kW/m³/s for de ulike anleggene.

Anleggene 360-01-03 styres på ur med driftstid mellom 7 og 16. Anleggene slås av om natten og i helg/ferier. Settpunkttemperatur på anleggene er 18 grader, men utekompenseres ved kaldere temperaturer og kan oppnå en tillufttemperatur på 20 grader. Anlegg 360.04 styres via lysbryter. Når lys er på går anleggene på full hastighet, når lyset er slått av går anleggene på halv hastighet.

2.3 Oppvarmingssystemet

Fjære skole har et fyrrom hvor det er installert en el-kjel samt oljekjel på henholdsvis 400 og 440 kW. Det er opplyst om at oljen i tanken ble brukt opp i september 2019 og at oljekjelen derfor har vært noe i bruk de siste årene. Varmesystemet dekker varmebatterier og radiator samt gulvvarme (inngangsparti plan u i spesialromfløy). Store deler av tappevannet varmes av det vannbårne systemet da anlegget er høytemperert. Kursene i oppvarmingssystemet utekompenseres ved kald uteluft. Radiatorer har manuelle ventiler, som medfører at det ikke er mulighet for å stille inn ønsket temperatur i de forskjellige klasserommene via SD anlegget.

3. REELT ENERGIBRUK

Rambøll har mottatt målt energiforbruk for Fjære ungdomsskole. Det er angitt en måler på strømforbruk og en på elektrokjel. De målte verdiene gjelder for 2017, 2018 og 2019.

Tabell 1: Målt energiforbruk

	2017 [kWh]	2018 [kWh]	2019 [kWh]	Gjennomsnitt [kWh]
Måler for strøm	249 158	281 744	306 327	279 076
Måler for elkjel	286 901	326 994	269 070	294 322
(graddagskorrigert*)	(316 583)	(339 073)	(285 505)	(313 720)
Totalt	536 059 (565 741)	608 738 (620 816)	575 397 (591 833)	573 395 (592 797)

*Graddagskorrigert energiforbruk på oppvarming med graddagstall pr. år for Grimstad kommune (hentet: <https://www.enova.no/om-enova/drift/graddagstall/>)

Som Tabell 1 viser, er gjennomsnittlig energiforbruk for de tre siste årene på 573 395 kWh/år. Med graddagskorrigerings blir gjennomsnittlig energiforbruk 592 797 kWh/år. Oljetanken ble målt i februar 2016 og inneholdt 8602 liter og ble brukt opp i september 2019. Det utgjør ca. 87 700 kWh/år¹ som er antatt brukt jevnt over 3,5 år. Dvs. at 25 100 (graddagskorrigert 26 800) kWh pr. år blir tatt med i det spesifikke energiforbruket til skolen. Skolen får da ett snittforbruk på ca. 619 600 kWh/år.

Oppvarmet BRA for den skolen er beregnet til å være ca. 4230 m², som gir et spesifikt målt energiforbruk på 146,5 kWh/m².

¹ Energiinnholdet til olje (lett fyringsolje) 10,2 kWh/liter. Kilde: <https://gasnor.no/naturgass/typiske-data-energi/>

4. ENERGIBEREGNING AV EKSISTERENDE BYGG

Rambøll har med bakgrunn i mottatt tegningsunderlag, NVE Praktisk veileder for energimerking, innspill fra drift, egne vurderinger og registreringer fra befaring beregnet et forventet energiforbruk. Beregningene inkluderer energiforsyningssystemet (levert energi til bygget).

Med gitte inndata er det beregnet et forventet energiforbruk for skolen, som Tabell 2 viser. Spesifikt beregnet forbruk for skolen er på 145,6 kWh/m², noe som er tett opp mot målt spesifikt energiforbruk for bygget.

Tabell 2: Beregnet forventet energiforbruk pr. år

	Fjære skolen
Forventet energiforbruk (levert energi) [kWh/år]	615 540

Beregnet teoretisk energiforbruk vil kunne avvike fra reelt energiforbruk. Det er benyttet standardiserte klimadata for Arendal hentet fra klimadatabasen til SIMIEN. Dette kan avvike noe fra reelle klimadata for de tre siste år. Det er også benyttet verdier for internlaster iht. NS 3031, hvilket kan avvike noe fra virkelige internlaster.

5. TILTAK FOR Å OPPNÅ PASSIVHUSNIVÅ

Kommunen ønsker å vurdere hvilke tiltak som må til for å oppnå passivhuskrav, evt. et TEK 17 nivå. Siden skolen er et eksisterende bygg kan det være komplisert å oppfylle passivhuskravene fullt ut. Det er dermed vurdert at skolen oppnå et passivhusnivå, hvor krav til maksimalt netto energibehov til oppvarmingsbehov er lagt til grunn for vurderingene. Kravet til netto oppvarmingsbehov er på 20 kWh/m² iht. NS 3701. 20 kWh/m² gjelder oppvarming knyttet til rom og ventilasjonsoppvarming.

De forskjellige tiltakene foreslått under må vurderes nærmere før det besluttes å gå for tiltak. Teknisk rom på tak er ikke hensyntatt i etterisoleringstiltakene.

5.1 Tiltak 1: Utskiftning av ventilasjonsanlegg

For å kunne nå et passivhusnivå, må det legges opp til behovsstyrt ventilasjon. Dette vil kreve nye ventilasjonsanlegg med VAV spjeld.

Det er i tiltaket lagt opp til at nye ventilasjonsanlegg leveres med en temperaturvirkningsgrad på minimum 85% hvor det kan benyttes roterende varmegjenvinner og 80% for anlegget med kryssvekslere. Anleggene må leveres med frekvensstyrte vifter, med en SFP på maks 1,50 kW/m³/s.

Estimert besparelse er beregnet til å bli **ca. 110 000 kWh/år**.

Merknad: Det kan vurderes om eksisterende kanalnett kan beholdes.

5.2 Tiltak 2: Etterisolering av tak

Tak over plan 2 (betongdekke) må etterisoleres med ytterligere 150mm isolasjon slik at total isolasjonstykkelse blir på 350mm. Energibesparelse for tiltaket er estimert til **ca. 16 400 kWh/år**.

Merknad: Det må gjøres en nærmere bygningsfysisk vurdering om tiltaket kan gjennomføres.

5.3 Tiltak 3: Etterisolere yttervegger

For alle vegger som ikke er tilbakefylte er det lagt opp til utvendig etterisolering på 150 mm for alle veggtyper. Betong- og teglvegger er tenkt etterisolert med kontinuerlig isolasjon, eksempelvis Rockwools REDair. For teglveggene fjernes eksisterende murplate og teglforblending i forbindelse med en eventuell etterisolering. For bindingsverksvegg legges det opp til total isolasjonstykkelse blir 250 mm.

Med forutsetningene over vil dette kunne gi en energibesparelse på inntil **86 000 kWh/år**.

Merknad: Det er lagt opp til at dagens kledning og teglforblending fjernes. Det må videre vurderes om det er mulig å legge opp til oppgitt isolasjonstykkelse uten at dette går utover lufting av tak i overgang mellom vegg/tak. Dersom mulig, anbefales det at eksisterende isolasjonen i bindingsverksveggen skiftes ut. Gjennomsnittlig u-verdi for veggene som gjennomgår etterisolering overholder minstekravet til yttervegg på 0,22 i TEK 17 med dette tiltaket.

5.4 Tiltak 4: Utskifting av vinduer og dører

Vinduer og dører er skiftet ut i 2003. Dører har en antatt U-verdi på 1,60 W/m²K og vinduer 1,70 W/m²K. Glassbyggerstein har en antatt u-verdi på 3,00 W/m²K.

Glassbyggestein anbefales å bytte ut med glassfasade med u-verdi 0,80. Nye vinduer, glassfasader og dører bør ha en gjennomsnittlig U-verdi på 0,80 W/m²K. Antatt energibesparelse er på **ca. 86 400 kWh/år**.

Merknad: Minstekrav på u-verdi til vinduer og dører i passivhusstandarden er på 0,80 W/m²K. Ved utbedringer av skolens bygningsmasse, bør det legges opp til utvendig solavskjerming for økt komfort i sommerhalvåret.

5.5 Tiltak 5: Utskiftning av belysning

Dagens belysning inne består i hovedsak av T5 armaturer og lysstoffrør. Antatt gjennomsnittlig effekt er hentet fra NS3031 på 10 W/m². Det anbefales å gå over til LED-belysning med mulighet for styring. I tiltaket legges det opp til å overholde LENI-kravet på 4,5 W/m² iht.

Passivhusstandarden. Energibesparelse for tiltaket er estimert til **ca. 17 200 kWh/år**.

5.6 Oppgradering av energiforsyningssystem

Dersom skolen skal gjennomgå en rehabilitering bør det vurderes å oppgradere energiforsyningssystemet for å redusere energi forbruket. Eksisterende elkjel kan beholdes som spisslast og hvor det investeres i en ny luft-vann varmepumpe som grunnlast. En luft-vann varmepumpe bør ha en SCOP på 3,00 og en energidekning på 70% for rom- og ventilasjonsvarme samt 40% energidekning av varmt tappevann. Det bør vurderes om eksisterende radiatorer kan beholdes. Som ett minimum bør manuelle ventiler oppgraderes til automatisk styrte ventiler for å bedre kunne regulere temperaturen i de forskjellige rommene. Tiltaket vil ikke ha noe effekt i forhold overholdelse av passivhuskrav i NS 3701, men vil gi en betydelig energibesparelse. Anslagsvis besparelse **ca. 150 000 kWh/år**.

6. EVALUERING ETTER TILTAK

Ved å legge til grunn forutsetninger fra kapittel 5 i denne rapporten, vil Fjære skole overholde krav til netto oppvarmingsbehov i passivhusstandarden på 20 kWh/m². Det er lagt til grunn at tiltakene i kapittel 5 vil redusere lekkasjetallet til 0,60 luftskifter pr. time, dette må dokumenteres med lekkasjetest etter rehabilitering.

Som det fremkommer av tabellene under overholdes krav til netto oppvarmingsbehov i passivhusstandarden. Noe som betyr at bygget er på ett passivhusnivå med foreslåtte tiltak.

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

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,11
Varmetapstall tak	0,06
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,09
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,11
Varmetapstall kuldebroer	0,09
Varmetapstall infiltrasjon	0,04
Totalt varmetapstall	0,50
Krav varmetapstall	0,40

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	19,2 kWh/m ²	20,0 kWh/m ²
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m ²	1,4 kWh/m ²
Gjennomsnittlig effektbehov belysning	4,5 W/m ²	4,5 W/m ²

Minstekrav enkeltkomponenter		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,80	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,09	0,03
Oppgraderingsprosjekt hvor det er praktisk umulig å tilfredsstillende kravet til norm. kuldebroverdi	-	-
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	85	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,50	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	0,60

7. OVERHOLDELSE AV RAMMEKRAV I TEK 17

En enklere tilnærming kan være å se på nødvendige tiltak for å overholde energirammekravet i TEK 17. Energirammekravet for skolebygg ligger på 110 kWh/m².

Basert på tiltakene som er beskrevet i kapittel 5, vil det være tilstrekkelig å utføre Tiltak 1:

Utskiftning av ventilasjonsanlegg, Tiltak 4: Utskiftning av vinduer og dører og Tiltak 5: Utskiftning av belysning.

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

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	50,5 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	12,5 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	10,1 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	12,8 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	0,6 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	9,9 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)	0,0 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov	109,6 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	110,0 kWh/m ²

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,58	0,22
U-verdi tak [W/m ² K]	0,20	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,19	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,80	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	2,50	1,50

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

8. OPPSUMMERING

Ved å gjennomføre tiltakene beskrevet i kapittel 5 i denne rapporten vil Fjære skole oppnå et passivhusnivå for netto oppvarmingsbehov, i tillegg til å oppfylle energirammekravet i TEK 17 for skolebygg. Det må vurderes nærmere om alle tiltak er mulig å gjennomføre.