

Beregnet til
Færder kommune

Dokument type
Notat - Energikonsept

Dato
19.11.2019

Oppdragsnummer
1350037222

Revisjon
04

TJØME UNGDOMSSKOLE ENERGIKONSEPT



TJØME UNGDOMSSKOLE ENERGIKONSEPT

Oppdragsnr.: 1350037222
Oppdragsnavn: Tjøme Ungdomsskole – RIE
Dokument nr.: 04
Filnavn: 1350037222_Tjøme u.skole_Energikonsept.docx

Revisjon	04			
Dato	15.09.2020			
Utarbeidet av	Thea von Hirsch			
Kontrollert av	Roald Jean Meyer			
Godkjent av	Roald Jean Meyer			
Beskrivelse	Energikonsept			

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder
02	16.12.19	endring på vindu- og dørareal fra tidligere tot. 432 m ² til tot. 447 m ² .
03	01.09.2020	Endring arealer fra tot. 1667 m ² til tot. 1475 m ²
04	15.09.2020	Endring i arealer, tatt bort overgang mellom gammelt og nytt bygg. Fra 1475 m ² til 1393 m ²

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	INNLEDNING	4
1.1	Beskrivelse av bygningskategori og beregning	4
1.2	Om bygget	4
2.	ENERGIBEREGNING	5
2.1	Krav til energi iht. TEK17	5
2.2	Krav til passivhusstandard iht. 3701:2012	6
2.3	Grunnlag for beregning	7
3.	RESULTATER	8
3.1	Evaluering mot forskriftskrav iht. TEK17	8
3.2	Evaluering mot Energimerking	9
3.3	Evaluering mot passivhus iht. NS 3701:2012	10
3.4	Oppsummering	11

1. INNLEDNING

Rambøll Norge AS er engasjert av Færder kommune til å utføre energiberegninger for Tjøme ungdomsskole. Denne rapporten omfatter energikonseptet for dette prosjektet. Formålet med rapporten er å synliggjøre hvordan energikravene i «Forskrift om teknisk krav til byggverk» – TEK17 § 14 kan ivaretas, og det evalueres mot energikrav i teknisk forskrift gjeldende fra 1. januar 2016. Energimålet for bygget er satt til minimum energiklasse A. Det foreligger ikke bygningsfysikk rapport for dette bygget pr. dags dato. U-verdier, lekkasjetall og tekniske data er forutsatt og tilpasset slik at energikravene i TEK 17 ivaretas samt bygget får energiklasse A. Videre har vi vurdert aktuelle tiltak for å oppnå passivhus standard.

1.1 Beskrivelse av bygningskategori og beregning

Bygget er vurdert under bygningskategorien «skolebygning», og standardiserte inputdata for beregningene stammer fra NS 3031:2014. Utførte energiberegninger er basert mottatt IFC og DWG-arkitekttegning fra 20.08.2020.

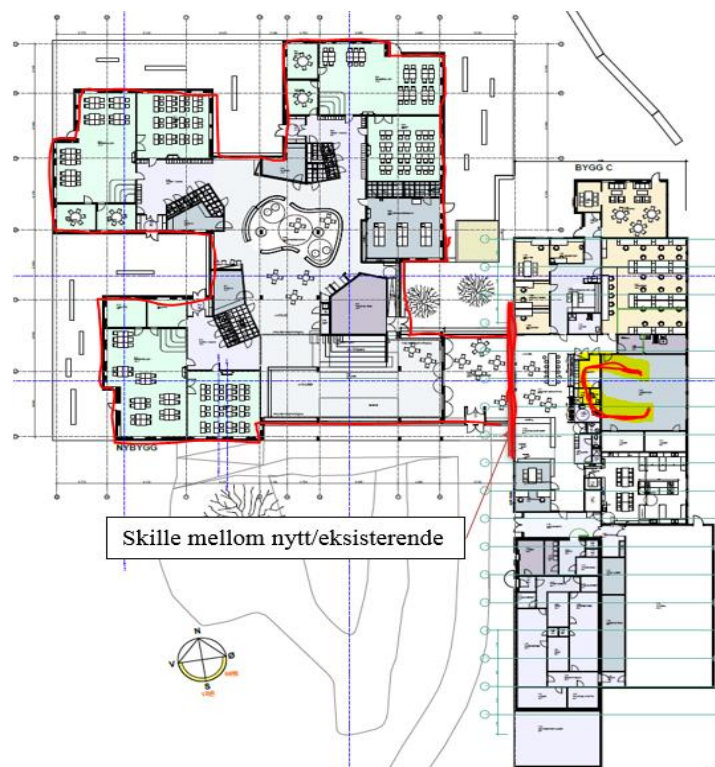
Ved utarbeidelse av energikonsept er det utført energiberegning validert i det dynamiske beregningsprogrammet Simien 6.013. Beregningen er utført med bygget som en sone, iht. NS 3031. Sandefjord er valgt som klimasted, men overstyrert til normalisert klimaforhold i forbindelse med evaluering mot forskriftskrav i TEK. Dette er iht. NS 3031:2014 «Beregning av bygningers energiytelse. Metode og data», og årsaken er at det er ønskelig å sammenligne bygningens energiytelse mot offentlige krav uten å bli påvirket av bruksmønster og klimasted. Det benyttes derfor standardiserte inndata for internlaste og driftstider, hentet fra samme standard, Tillegg A. Dette gjør at beregningene for evaluering mot offentlige krav ikke vil være representative for bygningens *faktiske* energibruk/-behov.

1.2 Om bygget

Skolen består i dag av 3 separate bygg: undervisningsbygget (bygg A), administrasjonsbygget (bygg B), samt et bygg (bygg C) for spesialrom (gymsal, sløyd, naturfag, skolekjøkken osv.).

Bygg A og B skal rives og et nytt bygg skal bygges.

Nybygget skal oppføres i en etasje av massivtre og skal være tilkoblet eksisterende bygg C som vist under.



2. ENERGIBEREGNING

2.1 Krav til energi iht. TEK17

Iht. TEK17 skal bygninger prosjekteres og utføres slik at det tilrettelegges for forsvarlig energibruk. Energikravene gjelder for bygningens oppvarmede bruksareal (BRA). Dette innebærer at bygningen skal tilfredsstillere kravene som settes i § 14-2 til § 14-5.

§ 14-2 Krav til energieffektivitet

- (1) Totalt netto energibehov for bygningen skal ikke overstige energirammene i Tabell 1 samtidig som kravene i § 14-3 oppfylles.

Tabell 1. Energiramme iht. TEK17, oppgir krav til årlig netto energibehov.

Bygningskategori	Maksimum netto energibehov
Skolebygning	110 kWh/m ² oppvarmet BRA pr. år

- (3) I flerfunksjonsbygninger skal bygningen deles opp i soner ut fra bygningskategori og de respektive energirammene oppfylles for hver sone.
- (5) For yrkesbygning skal det beregnes energibudsjett med reelle verdier for den konkrete bygningen. Denne beregningen kommer i tillegg til kontrollberegning med normerte verdier

§ 14-3 Minimumskrav til energieffektivitet

- (1) Verdier i Tabell 2 skal oppfylles

Tabell 2. Minimumskrav.

U-verdi				Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell
Yttervegg	Tak	Gulv på grunn og mot det fri	Vindu og dør	
≤ 0,22 W/(m ² K)	≤ 0,18 W/(m ² K)	≤ 0,18 W/(m ² K)	≤ 1,2 W/(m ² K)	≤ 1,5 h ⁻¹

- (2) Rør, utstyr og kanaler som er knyttet til bygningens varmesystem skal isoleres. Isolasjonstykkelsen skal være økonomisk optimal beregnet etter norsk standard eller en likeverdig europeisk standard

§ 14-4 Krav til løsninger for energiforsyning

- (1) Det er ikke tillatt å installere varmeinstallasjon for fossilt brensel
- (2) Bygning over 1000 m² oppvarmet BRA skal
- Ha energifleksible varmesystemer, og
 - Tilrettelegges for bruk av lavtemperatur varmeløsning

Preaksepterte ytelser:

- Energifleksible systemer må dekke minimum 60 % av normert netto varmebehov, beregnet etter NS 3031:2014.
- Lavtemperatur varmeløsninger må ha turtemperatur på 60 °C eller lavere ved dimensjonerende forhold. Dette gjelder ikke for varmt tappevann.
- Minimumareal avsatt til varmesentral skal beregnes etter formelen: 10 m² + 1 % av BRA, opptil 100 m².
- Takhøyden i rom for varmesentral skal være minimum 2,5 meter.
- Fri bredde for alle dører i transportveien inn til varmesentralen skal være minimum 1,0 meter.

2.2 Krav til passivhusstandard iht. 3701:2012

Bygget skal tilfredsstillere passivhusstandard i henhold til NS 3701:2012 «Kriterier for passivhus og lavenergibygninger-Yrkesbygg».

Til sammenligning med evaluering mot TEK17 settes det også krav til energibehov til oppvarming og kjøling, samt til varmetapstall for transmisjon- og infiltrasjonstap, se Tabell 3. I motsetning til ved evaluering mot TEK17 tas det nå hensyn til lokalt klima når det settes krav til energibehov. Byggets oppvarmede BRA vil påvirke kravet til varmetapstall.

Tabell 3. Krav til Passivhus iht. NS 3701:2012.

Bygningskategori	Skolebygning
Varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonstap	0,40 W/m ² K
Høyeste beregnede netto spesifikt energibehov for oppvarming	20 kWh/m ²
Høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til kjøling	3,0 kWh/m ²
Krav til høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til belysning	4,5 W/m ²

I tillegg til kravene i Tabell 3 er det satt minstekrav til bygningsdeler, komponenter og tekniske installasjoner og lekkasjetall iht. kapittel 5 i standarden, se Tabell 4.

Tabell 4. Minstekrav til bygningsdeler, komponenter og lekkasjetall for passivhus.

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

2.3 Grunnlag for beregning

I dette kapittelet er det redegjort for noen forutsatte nøkkeldata som omfatter varme- og luftlekkasjetap gjennom konstruksjonsdeler, målte arealer fra tegninger, samt ytelser til ventilasjonsaggregatet. Basert på forutsatte verdier og inndata presentert i tabellene under vil ny bygget tilfredsstillende energikrav i TEK17 med energikarakter A.

Tabell 5. Forutsatte verdier for varme- og luftlekkasjetap.

Bygningsdel		Verdi	Konstruksjonstype
U-verdi	Yttervegg	0,10 W/m ² K	Forutsatt verdi i energiberegning for å tilfredsstillende energiramme i TEK 17. Verdien skal dokumenteres av bygningsfysikk
	Vinduer/dører	0,80 W/m ² K	Forutsatt verdi i energiberegning for å tilfredsstillende energiramme i TEK 17. Verdien skal dokumenteres av bygningsfysikk
	Tak	0,09 W/m ² K	Forutsatt verdi i energiberegning for å tilfredsstillende energiramme i TEK 17. Verdien skal dokumenteres av bygningsfysikk
	Golv på grunn	0,08 W/m ² K (*)	Forutsatt verdi i energiberegning for å tilfredsstillende energiramme i TEK 17. Verdien skal dokumenteres av bygningsfysikk
Normalisert kuldebroverdi		0,03 W/m ² K	Forutsatt verdi i energiberegning, skal beregnes og dokumenteres av bygningsfysikk
Lekkasjetall, n ₅₀		0,06 h ⁻¹	Trykktest gjennomføres i utførelsesfasen iht. NS-EN 13829 for dokumentasjon på oppfyllelse av konseptkrav.
(*) Ekvivalent U-verdi som inkluderer varmemotstand til grunnen.			

Tabell 6. Sentrale målte inndata for energiberegningen.

Størrelser		Inndata	Dokumentasjon
Arealer [m ²]	Yttervegger	789	Målt fra ARK-tegninger DWG og IFC-fil fra 20.08.2020.
	Tak	1349	
	Gulv	1393	
	Vinduer, dører, porter og glassfelt	351	
Oppvarmet del av BRA (A _{ri}) [m ²]	1393		
Oppvarmet luftvolum (V) [m ³]	5572		

Tabell 7. Ventilasjonsdata

Ventilasjonsdata	Verdi	Referanse
Varmegjenvinning ventilasjon	85 %	Oppgitt av RIV
SFP-faktor	1,5 kW/m ³ s	Oppgitt av RIV
Gjennomsnittlig luftmengde i driftstiden	10.0 m ³ /hm ²	Oppgitt av RIV (ca. 12.500 m ³ /h)
Gjennomsnittlig luftmengde utenfor driftstiden	2.0 m ³ /hm ²	Min. luftmengde gitt i tab. A6 i NS3031.

3. RESULTATER

3.1 Evaluering mot forskriftskrav iht. TEK17

For å evaluere prosjektet mot forskriftskrav i TEK17 er det utført en energirammeberegning i SIMIEN, se Figur 1. I følge energirammeberegning i TEK17 skal maksimum energibehov ikke overstige 110 kWh/m² årlig for skolebygning. Våre beregninger gir teoretisk beregnet totalt netto energibehov for bygget på **92,6 kWh/m²** og kravet i TEK17 er dermed innfridd. Det presiseres nok en gang at dette ikke må forveksles med reelle energiytelser, ettersom dette ikke er formålet med denne evalueringen.

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	11,8 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	14,4 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	10,1 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	14,7 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	1,7 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	22,1 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)	4,5 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov	92,6 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	110,0 kWh/m ²

Figur 1. Evaluering mot energiramme i § 14-2 (1) TEK17.

Iht. nye energikrav skal det for yrkesbygg også beregnes energibudsjett med reelle verdier, i tillegg til beregning med normerte verdier. Målet er å gi byggeier og bruker et anslag for forventet energibruk. Energibudsjettet skal beregnes iht. NS 3031:2014, men med spesifikke verdier som gjelder for den konkrete bygningen. Som minimum benyttes reelle verdier for:

- Lokale klimadata, Skjerming av bygningen
- Innnetemperatur, Driftstider
- Ventilasjonsluftmengder i og utenfor driftstid, Kjøling, Energebbehov for varmt tappevann
- Varmetilsudd fra belysning, utstyr og personer
- Energebbehov for varmt tappevann

Ettersom det på nåværende tidspunkt ikke er tilstrekkelig informasjon om bygget er det ikke sett som hensiktsmessig å sette opp en fullstendig beregning. Foreløpig legges energibudsjett med standardiserte verdier med, men der lokalt klima for Sandefjord er hensyntatt (Figur 2). Det vil gjøres en revisjon av konseptet der reell beregning er inkludert når tilstrekkelig underlag er tilgjengelig.

Energibudsjett reelle verdier (§14-2 (5))		
Energipost	Energebbehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	19763 kWh	14,2 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	6915 kWh	5,0 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	14040 kWh	10,1 kWh/m ²
3a Vifter	20428 kWh	14,7 kWh/m ²
3b Pumper	1703 kWh	1,2 kWh/m ²
4 Belysning	44212 kWh	31,7 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	27593 kWh	19,8 kWh/m ²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	3927 kWh	2,8 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	138580 kWh	99,5 kWh/m ²

Figur 2: Energibudsjett med reelle verdier iht. § 14-2 (5).

Videre skal minstekravene til bygningskomponenter og lekkasjetall i TEK17 § 14-3 tilfredsstilles. I tillegg skal rør, utstyr og kanaler knyttet til bygningens varme- og distribusjonssystem iht. TEK17 § 14-5 (2) isoleres for å hindre varmetap. Figur 3 viser at minstekrav til komponenter og lekkasjetall, samt at varmetapstall for glass/vindu/ dør er innfridd.

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,10	0,22
U-verdi tak [W/m ² K]	0,09	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,08	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

Figur 3: Evaluering mot minstekrav i TEK17 § 14-3.

Evaluering mot forskriftskrav ved bruk av SIMIEN viser at bygget totalt sett tilfredsstillter kravene i TEK17 med hensyn på kapittel 14 Energi, se Figur 4.

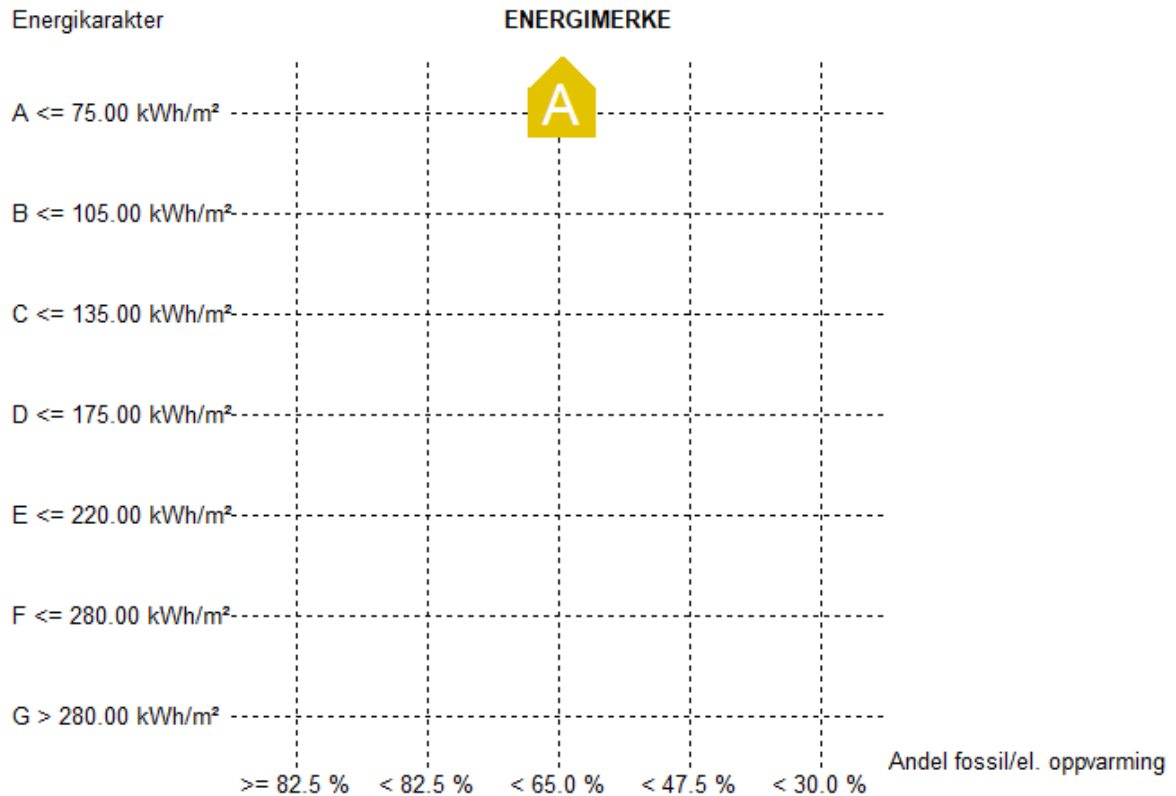
Resultater av evalueringen	
Evaluering av	Beskrivelse
Energiramme	Bygningen tilfredsstillter energirammen iht. §14-2 (1)
Minstekrav	Bygningen tilfredsstillter minstekravene i §14-3
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstillter minstekrav gitt i NS3031:2014 (tabell A.6)
Energiforsyning	Fossilt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

Figur 4: Oppsummering av evaluering av energikrav i TEK17.

3.2 Evaluering mot Energimerking

Bygget er evaluert mot energimerkeordningen basert på varmepumpe som hoved energikilde (dekker grunnlast varme, ventilasjon og varmtvann), samt forutsatte verdier/kriterier presentert i kap. 4, tab. 7.

Levert energi i normalisert klima er da beregnet til å være 74 kWh/m² BRA, der 52,0 % av oppvarmingsbehovet dekkes av elektrisitet (Figur under).



Beregnet levert energi normalisert klima: 73.20 kWh/m²
 Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 52.1 %

3.3 Evaluering mot passivhus iht. NS 3701:2012

Figur 5 og Figur 6 viser hhv. verifisering av krav til energiytelsen og beregnet varmetapsbudsjett.

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	22,8 kWh/m ²	20,0 kWh/m ²
Netto kjølebehov	2,8 kWh/m ²	3,0 kWh/m ²
Gjennomsnittlig effektbehov belysning	10,0 W/m ²	4,5 W/m ²

Figur 5: Verifisering av krav til energiytelse.

Høyeste varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonstap er 0,40 W/m²K for skolebygning der oppvarmet bruksareal er større eller lik 1000 m² som skal utføres som passivhus. Som vi ser av Figur 6 er det beregnede varmetapstallet for dette bygget på totalt **0,53 W/m²K**, og kravet er dermed ikke innfridd.

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,05
Varmetapstall tak	0,10
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,08
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,21
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,05
Totalt varmetapstall	0,53
Krav varmetapstall	0,40

Figur 6: Totalt beregnet varmetapstall for bygget.

NS 3701:2012 stiller også minimumskrav til komponenter og tekniske løsninger. Figur 7 viser at de forutsatte verdiene tilfredsstill disse minstekravene.

Minstekrav enkeltkomponenter		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,80	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,03	0,03
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

Figur 7. Dokumentasjon på oppfyllelse av minstekrav i NS 3701:2012.

I tillegg skal følgende minstekrav være oppfylt vedrørende belysning:

Krav til energibehov belysning
Minst 60 % av installert effekt skal være underlagt dynamisk dagslys- og konstantlysstyring.
Alle rom skal ha dynamisk behovsstyring ved tilstedeværelse. Store rom skal ha minst en styringszone per 30 m ² .
Energibehovet skal dokumenteres etter NS-EN 15193 basert på prosjektert eller installert effekt og styringssystemets innvirkning på energibehovet.
All belysning skal minst tilfredsstill kvalitetskravene for belysning gitt i NS-EN 12464-1.

Figur 8. Krav til energibehov belysning

Evaluering mot passivhuskrav ved bruk av SIMIEN viser at bygget ikke tilfredsstill alle kravene i passivhus NS 3701:2012.

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

Figur 9. Oppsummering av evaluering av energikrav i NS 3701:2012.

3.4 Oppsummering

Tiltak for å oppnå energikarakter A og passivhus

I tabell 8 presenteres forslag til energitiltak for å oppnå energikarakter A og passivhusstandard. Resultat av energisimuleringer i forhold til energikarakter A er vist i kap. 3.1 og 3.2.

Nr.	Tiltak	Energikarakter A	Passivhus (NS 3701)
1	U-verdi yttervegg [W/(m ² K)]	0,10	0,10
2	U-verdi tak [W/(m ² K)]	0,09	0,07
3	U-verdi gulv [W/(m ² K)]	0,08	0,08

4	U-verdi vinduer og dører [W/(m ² K)]	Vinduer og glassfasader: 0,8 Ytterdører: 0,8	Vinduer og glassfasader: 0,6 Ytterdører: 0,75
5	Andel vindus- og dørareal av oppvarmet BRA (%)	Målt vindus- og dørareal fra ARK-tegninger: 351 m ² Dette utgjør ca. 25 % av oppvarmet BRA.	Vindus- og dørareal Bør reduseres til 279 m ² Det da vil utgjøre ca. 20% av oppvarmet BRA. Dette skal sjekkes om det er OK ift. dagslyskrav.
6	Temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg	85%	85%
7	SFP-faktur (ventilasjon)	1,5	1,5
8	Luftlekkasjetall per time ved 50 Pa trykkforskjell	0,6	0,4
9	Normalisert kuldebroverdi, oppvarmet BRA [W/(m ² K)]	0,03	0,03
10	Belysning – gjennomsnittlig effektbehov i driftstid [W/m ²]	10 Iht. NS3031	4,5 Iht. NS 3701
11	Energikilde oppvarming	VP	VP

Tabell 8. Forslag til energiltak.

Inputdata som er lagt til grunn for våre beregninger resulterer i at **nybygget tilfredsstillende energikrav i TEK 17 med energikarakter A**. Hvis forutsetningene for energiberegningene endres må det gjennomføres en ny energiberegning for å dokumentere at energikravene i TEK17 er oppfylt.