



NOTAT

OPPDRAAG	Arena Fredrikstad	DOKUMENTKODE	+BY5619A-K-82-02
EMNE	Premissrapport energi	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Fredrikstad kommune	OPPDRAAGSLEDER	Kjetil Fosser
KONTAKTPERSON	Nina Merete Stene Wilhelmsen	SAKSBEHANDLER	Solveig Blandkjenn

SAMMENDRAG

Dette notatet setter premissene for energidesignet av Arena Fredrikstad. Valgt energikonsept innebærer at overskuddsvarme (med spisslast el) dekker oppvarming, og lokale kjølemaskiner dekker kjølebehovet på bygget.

Arena Fredrikstad tilfredsstillter byggeforskriftenes energikrav med de inndata som dette notatet beskriver. Energibehov i energirammeberegning er på 104,7 kWh/m², som er 28 % under kravet i TEK 17. I Fredrikstads Kommunedelplan for klima 2019-2030 står det at «Nye kommunale bygg skal bygges slik at de har 20 prosent lavere energiforbruk enn gjeldende teknisk forskrift», bygget tilfredsstillter kravet. Det reelle energibudsjettet for Arena er på 186,6 kWh/m².

I tabellen under oppsummeres sentrale forutsetninger for bygningskroppen og tekniske systemer.

Forutsetninger bygningskropp		Forutsetninger tekniske systemer	
Yttervegg	0,17 W/m ² K	SFP	1,5 kW/m ³ /s
Tak	0,10 W/m ² K	Temp.virkningsgrad varmegjenvinner	83 %
Gulv mot grunn (ekvivalent)	0,08 W/m ² K	Luftmengder	8 / 2 m ³ /hm ²
Gulv mot det fri	0,15 W/m ² K	SPP varmesystem	0,5 kW/l/s
Vindu/ytterdør (inkl. karm)	0,80 W/m ² K	SPP kjølesystem	0,6 kW/l/s
Normalisert kuldebroverdi	0,03 W/m ² K	Systemeffektfaktor kjøling	3,0
Lekkasjetall (N50)	0,15 /h	Effektbehov belysning i driftstid	5,5 W/m ²
		Normal isolering på tekniske installasjoner	
		Energiforsyning varme: overskuddsvarme fra isproduksjon og el	
		Energiforsyning kjøling: Lokale kjølemaskiner	
		Elektrisitet fra nett	

01	14.01.2021	Revidert etter oppdatert ARK-underlag	SOB	AFL	AFL
00	14.10.2020	Utsendelse	SOB	AFL	AFL
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Introduksjon.....	3
2	Krav til byggets energiytelse.....	3
2.1	TEK 17	3
2.2	Kommunedelplan for klima 2019-2030.....	3
3	Inndata i Simien 6.011	4
3.1	Beliggenhet	4
3.2	Sentrale inndata	4
3.3	Soning	5
3.4	Energiforsyning	5
3.5	U-verdier til bygningskomponenter	6
3.6	Solskjerming.....	6
3.7	Internlaster	6
3.8	Tekniske systemer	7
4	Resultater.....	8
4.1	Netto energibudsjett med reelle verdier.....	8
4.2	Verifisering av krav stilt i TEK 17.....	9

1 Introduksjon

Arena Fredrikstad er en ishall som skal bygges på Værste i Fredrikstad. Denne rapporten gir en vurdering av bygningens årlige energiytelse, i henhold til kravene i TEK17. Beregningene er utført i SIMIEN 6.011.



Figur 1 Arena Fredrikstad

Bygget består av en stor ishall, med tilhørende tribuner, vrangleareal, serveringssteder, garderober og kontorer. I tillegg er det en treningsbane i den vestlige delen av bygget. På nabotomtene til Arena skal det bygges ny Frederik II VGS og en interkommunal idrettshall.

2 Krav til byggets energiytelse

2.1 TEK 17

Arena Fredrikstad skal oppfylle krav til energiytelse som beskrevet i TEK17 §14.

Ifølge TEK17 §14-2 (1) skal totalt netto energibehov for en idrettsbygning ikke overstige 145 kWh/m² oppvarmet BRA per år.

TEK17 §14-3 oppgir minstekrav til U-verdier og lekkasjetall, som må være tilfredsstillt.

Tabell 1 Minstekrav TEK17 § 14-3

U-verdi yttervegg [W/m ² K]	U-verdi tak [W/m ² K]	U-verdi gulv på grunn og mot det fri [W/m ² K]	U-verdi vindu og dør inkludert karm/ramme [W/m ² K]	Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell (luftveksling per time)
≤ 0,22	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 1,2	≤ 1,5

I henhold til TEK17 §14-4 (1) er det ikke tillatt å installere varmeinstallasjon for fossilt brensel. Bygget benytter overskuddsvarme fra isproduksjonen til oppvarming

2.2 Kommunedelplan for klima 2019-2030

I Fredrikstads *Kommunedelplan for klima 2019-2030* står det at «Nye kommunale bygg skal bygges slik at de har 20 prosent lavere energiforbruk enn gjeldende teknisk forskrift».

3 Inndata i Simien 6.011

3.1 Beliggenhet

Bygningenes beliggenhet er i Fredrikstad. Siden Sarpsborg er nærmeste sted med tilgjengelig klimadata i beregningsprogrammet, benyttes dette som klimasted i beregningene.

3.2 Sentrale inndata

For beregningene er det tatt utgangspunkt i følgende inndata. Areal- og volumberegninger av bygningene er utført iht. NS 3940.

Tabell 2 Sentrale inndata i Simien for beregning ihht NS 3031:2014

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)			
Beskrivelse		Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:		3637	
Areal tak [m ²]:		9061	
Areal gulv [m ²]:		9079	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:		2567	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:		16658	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:		115800	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]		0,17	
U-verdi tak [W/m ² K]		0,10	
U-verdi gulv [W/m ² K]		0,09	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]		0,80	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]		15,4	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:		0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]		94	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:		0,15	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:		83	

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)			
Beskrivelse		Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:		83,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:		1,50	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]		8,00	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]		2,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:		3,46	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:		80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]		18,0	
Systemeffektfaktor kjøling:		3,00	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]		22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:		30	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:		0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:		0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:		0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:		0,60	
Driftstid oppvarming (timer)		12,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	12,0	
Driftstid belysning (timer)	12,0	
Driftstid utstyr (timer)	12,0	
Oppholdstid personer (timer)	12,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m ²]	5,50	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	5,50	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,00	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	9,50	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	10,00	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,25	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,16	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,84/0,80/0,88/1,00	

3.3 Soning

Bygget er delt i soner etter bruk, se tabellen under for oversikt over dem. Siden alle sonene er knyttet til Arenaen og aktivitetene i den, er alle definert som idrettsbygg.

Tabell 3 Oversikt over soneinndeling

Sone	Plan	BRA	Beskrivelse
Treningshall	1	2893	Treningsbane i vest-del
Hovedarena	1	1500	Hovedbane. Simulert for seg selv siden det er en egen klimasone.
1.etg	1	3957	Garderober, kontorer, inngangsparti
2.etg	2	4782	Vrimleareal, kiosker
3.etg	3	3025	Vrimleareal, loungen, kiosker
4.etg	4	501	Tekniske rom, trapperom til tak, volum av tak

3.4 Energiforsyning

Det er et stort varmeoverskudd fra isproduksjonen i Arena Fredrikstad, og planen er å bruke dette til oppvarming av bygget så langt det rekker. Det er gjennomført beregning med reelle driftsdata som viser at overskuddsvarme kan dekke over 90% av det samlede oppvarmingsbehov, / Frederik II videregående skole, interkommunal idrettshall og Arena: Beslutnings- og premissnotat for energikonsept/.

Det antas derfor at overskuddsvarme dekker 90 % av oppvarmingsbehovet til romoppvarming, ventilasjonsvarme og varmtvann. For å regne på levert energi er varmeoverskuddet lagt inn i Simien som varmepumpe med COP på 5,0.

Resten av oppvarmingsbehovet (10 %) dekkes av elektrisitet.

Lokale kjølemaskiner med kjølefaktor 3,0 dekker kjølebehovet.

3.5 U-verdier til bygningskomponenter

Følgende U-verdier er forutsatt for de ulike konstruksjonsdelene. Disse U-verdiene er valgt for å klare kravene til netto energibehov i Ene 23, og forutsettes for å klare de energimålene som beskrives i dette notatet.

Tabell 4 U-verdier for konstruksjoner i Arena

Element	U-verdi [W/m ² K]
Yttervegg	0,17
Tak	0,10
Gulv mot grunn (ekvivalent)	0,08
Gulv mot det fri	0,15
Vindu/dører (inkludert karm)	0,80

3.6 Solskjerming

Det er lagt inn total g-verdi på 53 % på alle vinduer unntatt glassfasadene på plan 2 og 3 som skal ha solskjerming i form av en folie. Folien har tynne, perforerte metallameller som er laminert inn i det ytterste glasset i vindusruten. G-verdien avhenger av solas høyde og vinkel. Det er lagt inn månedlige verdier for g-verdi på glassfasadene etter tabellen under.

Tabell 5 Månedlige effektive g-verdier for Oslo

Oslo

Solfaktor			Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
MS-A	3-lags	S	0,22	0,20	0,17	0,14	0,11	0,11	0,11	0,13	0,15	0,18	0,21	0,23
		Ø/V	0,11	0,13	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,12
	2-lags	S	0,29	0,26	0,22	0,18	0,15	0,14	0,15	0,17	0,20	0,24	0,27	0,29
		Ø/V	0,15	0,18	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,21	0,21	0,20	0,16	0,15
MS-D	3-lags	S	0,20	0,18	0,15	0,12	0,10	0,09	0,09	0,11	0,13	0,16	0,19	0,20
		Ø/V	0,10	0,12	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,14	0,14	0,13	0,11	0,10
	2-lags	S	0,26	0,23	0,20	0,16	0,13	0,13	0,13	0,15	0,18	0,21	0,25	0,26
		Ø/V	0,14	0,16	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,18	0,15	0,13

3.7 Internlaster

Følgende internlaster er brukt i beregningene. Driftstid for internlaster er fra 07-9, mandag til fredag, 44 uker i året (NS 3031). I energibudsjett med reelle verdier er det hentet internlaster fra NSPEK 3031:2020.

Tabell 6 Internlaster Arena

	TEK17 NS 3031:2014	Reelle verdier NSPEK 3031:2020
Effekt belysning	5,5 W/m ²	4,0 / 0,6 W/m ²
Effekt utstyr	1 W/m ²	0,9 / 0,1 W/m ²
Effekt tappevann	9,5 W/m ²	1,9 W/m ²
Varmeavgivning personer	10 W/m ²	8,4 W/m ²

3.8 Tekniske systemer

For evaluering mot TEK17 er det brukt minimumsluftmengder for idrettsbygning fra tabell A.6 i NS 3031:2014. Tabellen under oppsummerer settpunktene som er brukt i energiberegningen.

Tabell 7 Settpunkter for ventilasjon, varme og kjøling

	I driftstid	Utenfor driftstid
Luftmengde TEK17	8 m ³ /hm ²	2 m ³ /hm ²
Settpunkt varme (TEK 17)	19 °C	17 °C
Settpunkt varme reell	21 °C	21 °C
Settpunkt varme (reell verdi treningshall)	6 °C	6 °C
Settpunkt varme (reell verdi hovedarena)	14 °C	14 °C
Settpunkt kjøling	24,5 °C	24,5 °C

Følgende er forutsatt for ventilasjons-, oppvarmings- og kjølesystemer i beregningen.

Tabell 8 Virkningsgrader varme- og kjølesystemer

	Verdi	Kommentar
Distribusjonsvirkningsgrad oppvarming	0,96	Vannbåren varme med normalt isolerte rør, T/R 55/35°C. Normal rørisolering betyr at det regnes med et lineært varmetap på 0,4 W/(K*m) (NS 3031:2007).
Romvirkningsgrad oppvarming	0,90	Vannbåren gulvvarme, T < 35 °C, rør lagt i støp, TEK07
Distribusjonsvirkningsgrad varmtvann	1,0	
Distribusjonsvirkningsgrad varmebatterier	0,94	
Temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner	0,83	
Kjølefaktor kjølebatterier	3,0	
SFP	1,5 kW/m ³ /s	
SPP varmesystem	0,5 kW/l/s	
SPP kjølesystem	0,6 kW/l/s	
Tilluftstemperatur	19 °C	

4 Resultater

I dette kapitlet presenteres energibudsjettet til Arena Fredrikstad og evaluering mot TEK17. Resultatene gjelder for samlet bygg med hovedarena, publikumsområde og treningshall.

4.1 Netto energibudsjett med reelle verdier

Tabell 9 Netto energibudsjett

Energibudsjett reelle verdier (§14-2 (5))		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	1379655 kWh	82,8 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	684652 kWh	41,1 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	277268 kWh	16,6 kWh/m ²
3a Vifter	303995 kWh	18,2 kWh/m ²
3b Pumper	25705 kWh	1,5 kWh/m ²
4 Belysning	335596 kWh	20,1 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	72968 kWh	4,4 kWh/m ²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	27882 kWh	1,7 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	3107721 kWh	186,6 kWh/m ²

*I tilfeller der utendørs energibehov for oppvarming/snøsmelting, utstyr, belysning eller lignende utgjør en betydelig del av bygningens energibruk, skal dette angis som egen energipost under selve energibudsjettet. Men energibehov for dette skal ikke regnes inn i summen for totalt netto energibehov (sum 1-6).

Energibudsjett reelle verdier er beregnet med Sarpsborg som klimasted. Det er lagt inn varmetap til to isflater, reelle settpunkttemperaturer og internlast er hentet fra NSPEK 3031:2020 (se Tabell 6).

Energibruk i forbindelse med drift av isflatene er ikke inkludert i Tabell 9. I *Beslutnings- og premissnotat for energikonsept* fra optimaliseringsfasen er årlig energibruk til driften anslått, og den er presentert i Tabell 10. Det er beregnet at overskuddsvarme fra disse kjøleprosessene vil dekke 90 % av oppvarmingsbehovet i bygget.

Tabell 10 Anslått energibruk til drift av isbaner

<i>Varme</i>		
Vedlikehold is varmt vann	50.000	kWh/år
Smeltegrop	180.000	kWh/år
Total varme	230.000	kWh/år
<i>Kjøling</i>		
Kontinuert kjøling av bane	2.000.000	kWh/år
Vedlikehold is gjenfrysning	180.000	kWh/år
Avfukting ventilasjonsluft	130.000	kWh/år
Total kjøling	2.310.000	kWh/år

4.2 Verifisering av krav stilt i TEK 17

For å verifisere at bygningen tilfredsstiller krav i TEK 17 er energiberegningsprogrammet SIMIEN 6.011 benyttet. SIMIEN er et dynamisk beregningsprogram validert iht. NS-EN 15265.

Bygget tilfredsstiller kravene i TEK 17. Samlet netto energibehov er 104,7 kWh/m², som er 28% under kravet på 145 kWh/m². Dermed er også målet i *Kommunedelplan for klima 2019-2030* nådd. Minstekravene til bygningskomponentene er oppfylt, og bygget bruker ikke fossilt brensel til oppvarming.

Tabell 11 Verifisering av tilfredsstilt energiramme

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	4,9 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	12,4 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	50,4 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	13,9 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	1,4 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	14,6 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	2,7 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	4,3 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov	104,7 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	145,0 kWh/m ²

Tabell 12 Verifisering av tilfredsstilt minstekrav

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,17	0,22
U-verdi tak [W/m ² K]	0,10	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,09	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,8	1,2
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,2	1,5

Tabell 13 Validering av energiforsyning

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

Tabell 14 Validering av at TEK10 § 14 er tilfredsstilt

Resultater av evalueringen	
Evalueringsav	Beskrivelse
Energiramme	Bygningen tilfredsstiller energirammen ihht. §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