

ENERGIKONSEPT

OSC-30-H003-H-RA-00001

B18



1107304 OCEAN SPACE CENTRE

Prosjekt	Ocean Space Centre
Kontrakt	K203
Byggherre	Statsbygg
Utgiver	Multiconsult
Utskriftsdato	26.08.2022
Sist endret	12.08.2022
Henvendelser kan rettes til	Statsbygg Postboks 232 Sentrum, 0103 Oslo Telefon: 22 95 40 00 Epost: postmottak@statsbygg.no Internett: http://www.statsbygg.no

NOTAT

Oppdrag	Ocean Space Center	Dokumentkode	B18
Emne	OSC – Energikonsept Bygg B	Tilgjengelighet	Foreløpig
Oppdragsgiver	STATSBYGG	Oppdragsleder	Brynjar Sandvik
Kontaktperson	Kjersti Skjelle Paulsen	Utarbeidet av	Olav Rådstoga
Kopi		Ansvarlig enhet	Bygg og Eiendom-VVS

SAMMENDRAG

Som anbefalt energiløsning er det lagt opp til å benytte energibrønner med frikjølingsfunksjon samt varmepumpe med energiopptak fra energibrønnene. Som spisslast og reserveforsyning er det forutsatt energiforsyning fra eksisterende fjernvarmenett som dekker eksisterende bygningsmasse. På tak av bygg B er det forutsatt montert solcellepaneler hvor energiproduksjon hovedsakelig kan nyttiggjøres i byggene på Ocean Space Centre på Tyholt.

1 INNLEDNING

Multiconsult er engasjert av Statsbygg til å utføre energiberegninger for Ocean Space Center. Denne rapporten omfatter energikonseptet for Ocean Space Centre basert på rapport utarbeidet av Rambøll 28.03.2021. 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. I tillegg synliggjøres forslag til hva som må til for at fløy B skal tilfredsstillende følgende:

- krav som passivhus etter NS3701:2012
- en vurdering av faktisk forventet forbruk

Beregninger til Rambøll er utført basert på foreliggende tegningsgrunnlag for fløy B datert 27.09.21. Det er utarbeidet et konsept der det er forutsatt en del verdier for komponenter og tekniske anlegg. Energikonsept legges til grunn for videre vurdering av bygningsmessige og tekniske tiltak for å tilfredsstillende byggherrens ambisjonsnivå.

1.1 Beskrivelse av bygningskategori og beregning

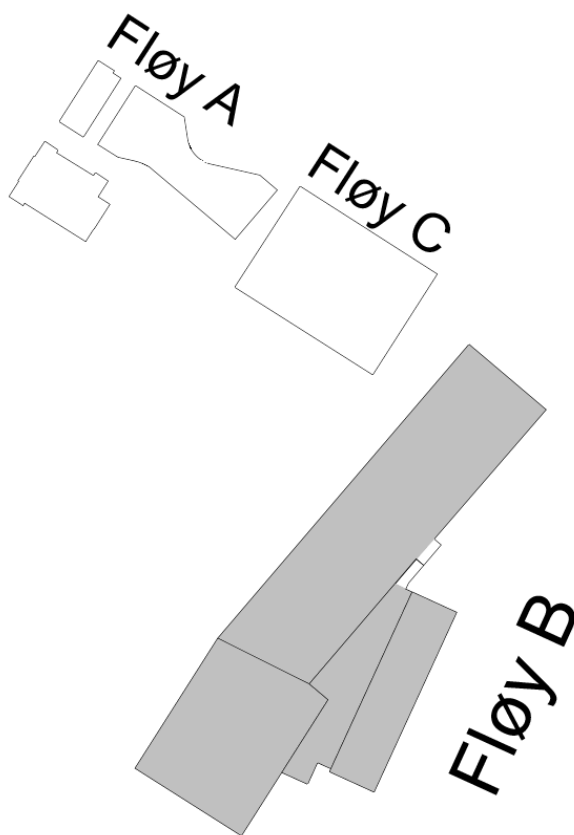
Ocean Space Center består av flere uavhengige bygg med mange ulike funksjoner. Det er gjort en nærmere vurdering av bygningskategoriene tilknyttet ulike bygg og standardiserte inputdata for beregningene basert på NS 3031:2014. NS 3031 er egentlig trukket tilbake av Standard Norge, samtidig er det ikke noe erstatning tilgjengelig og NS 3031 er fremdeles ansett som den standarden som legges til grunn for energiberegninger.

Ved utarbeidelse av dette energikonseptet er det utført energiberegning validert i det dynamiske beregningsprogrammet SIMIEN 6.015. Beregningen er utført med bygget som en sone, iht. NS 3031. Det ble laget 4 ulike modeller av Rambøll i tidligfase i prosessen og totalt energibehov ble samlet og deretter vektet. Denne rapporten tar for seg modellen for fløy B.

Trondheim er valgt som klimasted, men overstyrt 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. Vi har basert disse beregninger på input fra energimålinger og inndata fra RIV og RIE.

1.2 Om Ocean Space Center

Ocean Space Center (OSC) er et kombinert anlegg for forskning og undervisning. Prosjektet består av flere bygg, både nybygg og rehabilitering. Enkelte av de eksisterende byggene er vernet, de beholdes. De bygg som blir totalrehabilitert får nye funksjoner. Herunder er det en oversikt over byggene og tiltak (ombygg, nybygg):



Figur 1 Oversiktsbilde av byggene

Navn	Bygningskategori	Type	Tek 17 krav (kWh/m2år)
Fløy A - eks bygg Tankhodet	Kontor	Rehab	115
Fløy A – Kontor og undervisning	Høyskole	Nybygg	125
Fløy C - flexlab	Verksted/industri	Rehab/Nybygg	140
Fløy B – Havbasseng	Verksted/industri	Nybygg	140 (tørt bygg)

Prosjektets miljøambisjoner

Prosjektet har følgende miljøambisjoner for Bygg B, relatert til energi (konf. MOP og rapport RIM):

- TEK 17 krav – Energiklasse B

- Passivhusnivå iht. NS 3701 mht. bygningsmessige krav

Prosjektet har et overordnet mål om redusert klimagassutslipp som er nærmere behandlet i rapport fra RIM. Se B45 Klimagassnotat.

Prosjektering totalentreprise

Isolasjonstykkelser og løsninger skissert i denne rapporten er veiledende for prosjektet. For å oppnå de forutsatte energiambisjonene, er det derfor mulig å omfordele varmetapet innenfor minimumskravene stilt. Forslag til energikonsept er vedlagt totalentreprise. Entreprenøren står fritt til å endre teknisk løsning for å kunne oppnå prosjektets ambisjonsnivå. Endringen av foreslåtte løsninger i bygningsfysisk- energikonsept skal være i tråd med gjeldende regelverk og forskrifter.

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 samtidig som kravene i § 14-3 oppfylles.

(2)

Tabell 2 - Energiramme iht. TEK17, oppgir krav til årlig netto energibehov.

Bygningskategori	Maksimum netto energinivå
Verksted / industri	140 (160) kWh/m ² oppvarmet BRA pr år

Bygningskategori Maksimum netto energibehov

(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

Verdier i tabell 3 skal oppfylles

Tabell 3 - Minimumskrav.

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

(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 Grunnlag for beregninger

I tillegg til standardiserte inndata for internlast, driftstider og klimadata legges det inn en mengde prosjektspesifikke verdier. I dette kapitlet er det redegjort for noen nøkkeldata som omfatter varme- og luftlekkasjetap gjennom konstruksjonsdeler, samt ytelser til ventilasjonsaggregat. Det er fremdeles noe usikkerhet knyttet til oppbygging av enkelte eksisterende bygningsdeler, samt detaljert data for tekniske anlegg (spesielt brukerutstyr).

Ved å benytte seg av disse nøkkeldataene vil bygningene oppnå resultater som angitt i kapittel 3.1. Oppgitt varmekonduktivitet, λ , er maksimumsverdi som kan velges for å oppnå beskrevet U-verdi. Ved valg av bedre isolasjonskvalitet vil U-verdien forbedres.

2.2.1 Bygningsmessige inndata

I tillegg til disse verdiene er alle inndata samlet i kapittel Tabell 6, som inneholder en skjematisk framstilling hentet fra NS 3031.

Tabell 6. Forutsatte gjennomsnittlige verdier for varme- og luftlekkasjetap.

	Fløy A Tankhodet	Fløy A Kontor og undervisning	Fløy C Flexlab	Fløy B Havbasseng	
Bygningsdel	U-verdi [W/m ² K]	U-verdi [W/m ² K]	U-verdi [W/m ² K]	U-verdi [W/m ² K]	Oppbygging konstruksjon
Oppvarmet areal	2 661	9 091	7 634	22 958	
Yttervegg	1,0	0,15	0,12	0,17	
Vinduer/dører	1,0	0,8	0,8	0,8 / 1,2	Se bygningsfysisk rapport for nærmere detaljering og forslag til oppbygg konstruksjon. U- verdier for eksisterende konstruksjoner er på dette tidspunktet estimerer basert på foreliggende tegningsgrunnlag
Tak	0,4	0,12	0,12	0,12	
Gulv på grunn*	0,62	0,13	0,33	0,07	
Andre verdier					
Normalisert kuldebroverdi U-verdi [W/m²K]	0,12	0,06	0,09	0,06	Standardverdi fra NS 3031:2014, tabell A.4, som tilsvarer bygning med bæresystem i betong, mur

Lekkasjetall n50 [h*1]	2,5	0,3	0,6	0,3	eller stål og 10 cm kuldebro-bryter i fasadene Trykktest gjennomføres i utførelsesfasen iht. NS-EN ISO 9972:2015 for dokumentasjon på oppfyllelse av konseptkrav.
------------------------------------	------------	------------	------------	------------	--

2.2.2 Ventilasjon

For evaluering mot de ulike ambisjonsnivåer er det forutsatt balansert ventilasjon med behovsstyrt ventilasjon / varierende luftmengder. For ventilasjon og oppvarming benyttes normative verdier for driftstiden iht. NS 3031, og ventilasjonsanlegget er utstyrt med vannbåret varmebatteri.

Tabell 7 viser forutsatt inndata for ventilasjonsaggregatet benyttet i energiberegningen. Veiledende verdier oppgitt i tabell B.1. NS 3031 er lagt til grunn i beregninger.

Iht. TEK17 benyttes luftmengder i tabell B.1. som dimensjonerende luftmengder ved sammenligning mot forskriftskrav. Forutsatt varmegjenvinning og SFP-faktor må bekreftes av RIV.

Tabell 7. Ventilasjonsdata basert på passivhuskonsept

Ventilasjonsdata	Kontor	Undervisning	Verksted	Referanse
Varmegjenvinner [%]	83	83	80(1)	Forutsatt verdi. Må ivaretas av RIV.
SFP-faktor [kW/(m ² /s)]	1,50	1,50	0,80	Forutsatt verdi. Må ivaretas av RIV.
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	8,00	12,00	12,00	NS3031:2014, tabell B.1
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	2,00	2,00	2,00	NS3031:2014, tabell B.1

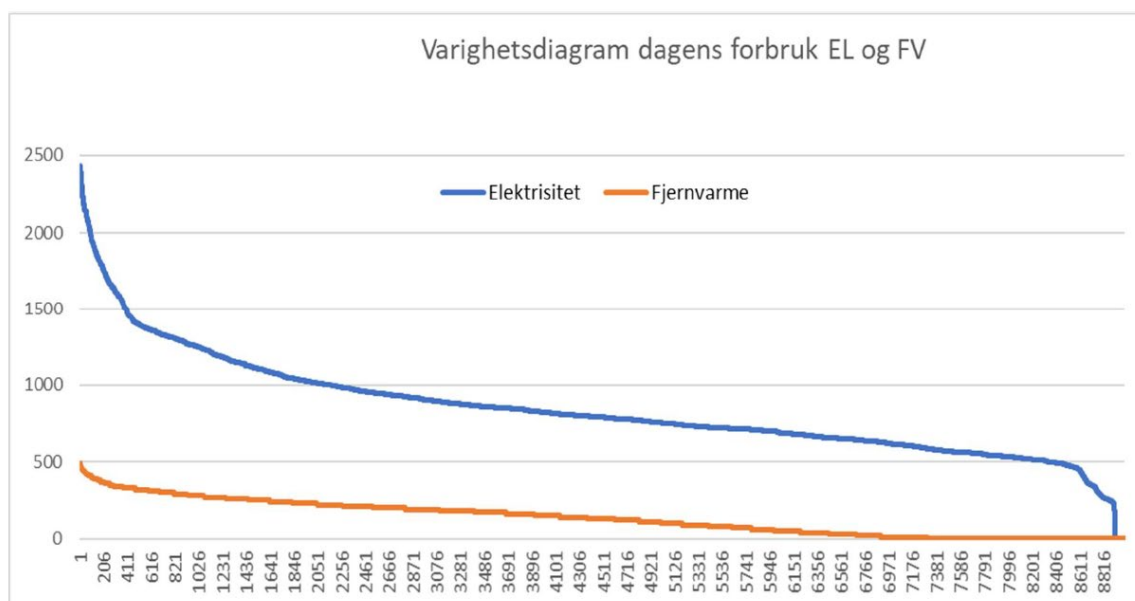
1) Det er lagt til grunn bruk av Menerga ventilasjonsaggregater med høy virkningsgrad, i tillegg at deler av bygget har aggregater med lavere virkningsgrad på grunn av vekslertype.

2.2.3 Interne laster

Ved evaluering mot TEK17 og mot passivhus benyttes normative verdier gitt av NS 3031:2014 og NS 3701 for driftstid, effekt og varmetilskudd fra teknisk utstyr, tappevann og personer. Disse inndata kan være nok så representativ for enkelte bygningstyper, men er nok ikke slikt for OSC. Det er gjort en nærmere vurdering av byggets interne laster til utstyr basert på dialog med RIE og energimålinger fra Otto Nilsens vei 10. Det foreligger noe manglende info rundt energimålingene derfor er det gjort en egen vurdering av de interne laster som vi mener er korrekte. Totalt energiforbruk for 2019 er på ca. 7.500.000 kWh/år. Det er fremdeles usikkerhet om interne laster fra brukerutstyr da det foregår et parallelt arbeid med utvikling av bølgeomaskiner.

Data fra energimålingene er brukt til å lage en varighetskurve og gir et bedre bilde av dagens forbruk. Den viser følgende:

- Maks. effekt direkte EL er på ca. 2400 kW
- Gjennomsnittlig effekt på ca. 850 kW
- Når vi antar en gjennomsnittlig driftstid på 8t / 5 dager / 45 uker, så resulterer dette i ca.1800 driftstimer. Der ligger effektforbruket på ca. 1000 kW. Vi antar at dette kan være representativt for faktisk forbruk for driftstiden til havbasseng / sjøgangsbasseng med verksteder.



Figur 2. Varighetsdiagram for EL og FV (blå kurve er EL) 2019 – 2020

Tabell 8. Interne laster per beregning og type bygg

Bygg / Simulering		1	2	3	4
		Tankhode	Innovasjons senter	Flexlab	Havbasseng
		Kontor	Høyskole	Verksted	Verksted
TEK17 / NS 3031	Belysning (W/m ²)	4,0	4,0	4,0	4,0
	Utstyr (W/m ²)	11,0	11,0	10,0	10,0
	Tappevann (W/m ²)	0,8	0,8	1,6	1,6
	Personsbeklastning (W/m ²)	4,0	6,0	2,0	2,0
Passivhus / NS3701	Belysning (W/m ²)	4,0	4,0	4,0	4,0
	Utstyr (W/m ²)	6,0	5,0	10,0	10,0
	Tappevann (W/m ²)	0,8	0,8	1,6	1,6
	Personsbeklastning (W/m ²)	4,0	6,0	2,0	2,0
Faktisk forbruk	Belysning (W/m ²)	4,0	4,0	4,0	4,0
	Utstyr (W/m ²)	6,0	5,0	100,0	100,0
	Tappevann (W/m ²)	0,8	0,8	1,6	1,6
	Personsbeklastning (W/m ²)	4,0	6,0	2,0	2,0

Interne laster fra belysning, utstyr og personer vil overføres direkte til internt varmetilskudd. Normalt er dette 100%, og et viktig bidrag til oppvarming av bygget. For tekniske anlegg i flexlab og havbasseng er interne laster til brukerutstyr store, men bruk av elektromotorer med høy virkningsgrad gjør at denne energien ikke overføres til direkte varmetilskudd. Det er lagt til grunn at ca. 10% av effekten overføres til romoppvarming.

SINTEF / NTNU har gjort oppmerksom på at også bølgeenergien som genereres av bølgemaskiner vil skape friksjon og dermed varme. Vi har ikke klart å ta høyde for dette i simuleringene, men mener at dette må vurderes nærmere i neste fase.

Tabell 9. Driftstider.

Bygg / Simulering		Driftstider (timer / dager per uke / uker)			
		Bygg A Tankhode	Bygg A Undervisning	Bygg B Havbasseng	Bygg C Flexlab
TEK17 / NS 3031 / NS 3701 passivhus	Belysning	12 / 5 / 52	12 / 5 / 52	9 / 5 / 52	9 / 5 / 52
	Utstyr	12 / 5 / 52	12 / 5 / 52	9 / 5 / 52	9 / 5 / 52
	Personsbeklastning	12 / 5 / 52	12 / 5 / 52	9 / 5 / 52	9 / 5 / 52
	Ventilasjon	12 / 5 / 52	12 / 5 / 52	9 / 5 / 52	9 / 5 / 52
Faktisk forbruk	Belysning (W/m2)	12 / 5 / 52	12 / 5 / 52	12 / 5 / 52	12 / 5 / 52
	Utstyr (W/m2)	12 / 5 / 52	12 / 5 / 52	6 / 5 / 52	6 / 5 / 52
	Personsbeklastning	12 / 5 / 52	12 / 5 / 52	12 / 5 / 52	12 / 5 / 52
	Ventilasjon	12 / 5 / 52	12 / 5 / 52	12 / 5 / 52	12 / 5 / 52

Ved evaluering mot forskrifter og passivhuskravene blir interne laster automatisk overstyrt til det som er lagt til grunn i gjeldende regelverk. Dette er for å kunne sammenligne bygg i Norge og valideres mot det samme grunnlaget (interne laster), og justert for klimasted.

2.2.4 Solskjerming

Det er lagt til grunn bruk av utvendig solavskjerming på alle solutsatte fasader; øst, sør og vest, fra 45° – 315° grader.

3 RESULTATER

3.1 Evaluering mot forskriftskrav iht. TEK17

For å evaluere prosjektet mot forskriftskrav i TEK17 er det utført en energirammeberegning i SIMIEN. Det presiseres nok en gang at dette ikke må forveksles med reelle energiytelser, ettersom dette ikke er formålet med denne evalueringen.

Tabell 10. Beregningsresultater TEK17 evaluering.

Post	Navn	1 Tankhode (kWh/m2år)	2 undervisning (kWh/m2år)	3 flexlab (kWh/m2år)	4 havbasseng (kWh/m2år)
1a	Romoppvarming	91,8	7,9	48,3	58,1
1b	Ventilasjonsvarme	10,8	7,6	15,5	20,5
2	Tappevann (NS 3031)	5,0	5,0	10,0	10,0
3a	Vifter	8,5	12,0	9,0	6,2
3b	Pumper	0,5	0,4	0,6	0,2
4	Belysning (NS 3031)	12,5	12,5	9,4	9,4
5	Utstyr (NS 3031)	34,5	34,4	23,5	23,5
6a	Romkjøling	0,0	0,0	0,0	0,0
6b	Ventilasjonskjøling	3,8	4,2	3,3	0,0
	Sum	167,3	84,1	119,5	127,9
	Krav TEK 17	115	125	140 (160)	140 (160)

3.2 Evaluering mot passivhus iht. NS 3701:2012

Tabell 11 viser hhv. verifisering av krav til energiytelsen og beregnet varmetapsbudsjett.

Tabell 11. Validering passivhus.

	Navn	1 Tankhode (kWh/m ² år)	2 undervisning (kWh/m ² år)	3 flexlab (kWh/m ² år)	4 havbasseng (kWh/m ² år)
1A	Varmetapstall beregnet	1,26	0,39	0,63	0,78
1B	Varmetapstall minstekrav	0,40	0,40	0,40	0,40
2A	Netto oppvarmingsbehov	116,5	20,9	68,0	81,5
2B	Maks tillatt netto oppvarmingsbehov	24,1	24,3	29,4	29,4
3A	Beregnet kjølebehov	0,7	0,8	0,6	0,0
3B	Maks. tillatt kjølebehov	6,2	6,6	4,8	4,8
4	Minstekravene	Oppfyller ikke alle minstekravene	Oppfyller ikke alle minstekravene	Oppfyller ikke alle minstekravene	Oppfyller ikke alle minstekravene

3.3 BREEAM NOR

For fløy B er det ikke forutsatt sertifisering etter BREEAM NOR-krav.

3.4 Forventet faktisk energiforbruk

3.4.1 Energibehov

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:

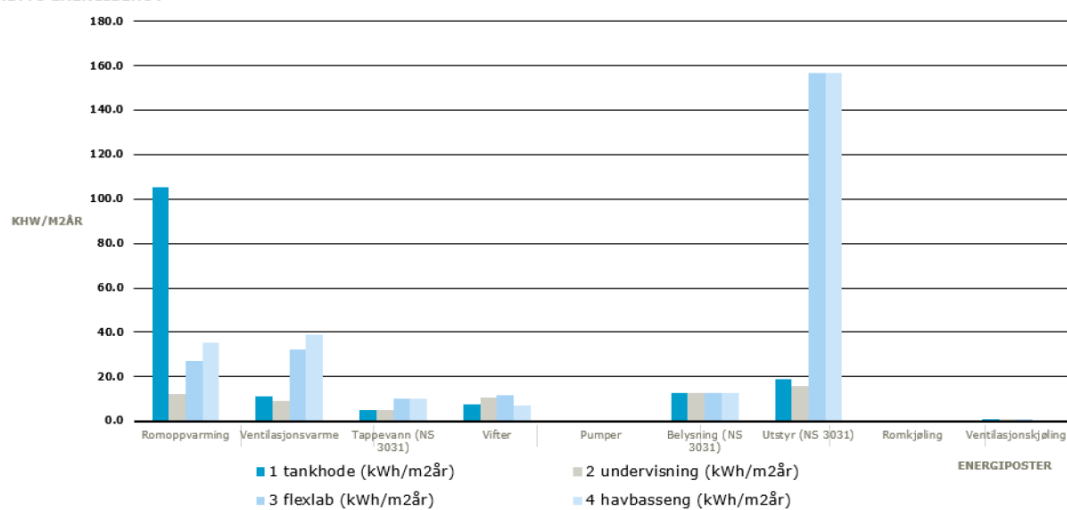
- Lokale klimadata
- Skjerming av bygningen
- Innetemperatur
- Driftstider
- Ventilasjonsluftmengder i og utenfor driftstid
- Varmetilskudd fra belysning, utstyr og personer
- Energibehov for varmt tappevann
- Kjøling

For validering mot forskrifter skal det legges til grunn standard temperaturer som er for alle bygg 21°C i driftstid og 19°C utenfor driftstid. I de faktiske forholdene vil disse innetemperaturer være varierende. Erfaringer tilsier at dag- og nattsinking skaper høyere effekttopper, og bør justeres til dagsinking og nattoppvarming. For verkstedene er det lagt til grunn en konstant temperatur på 18°C.

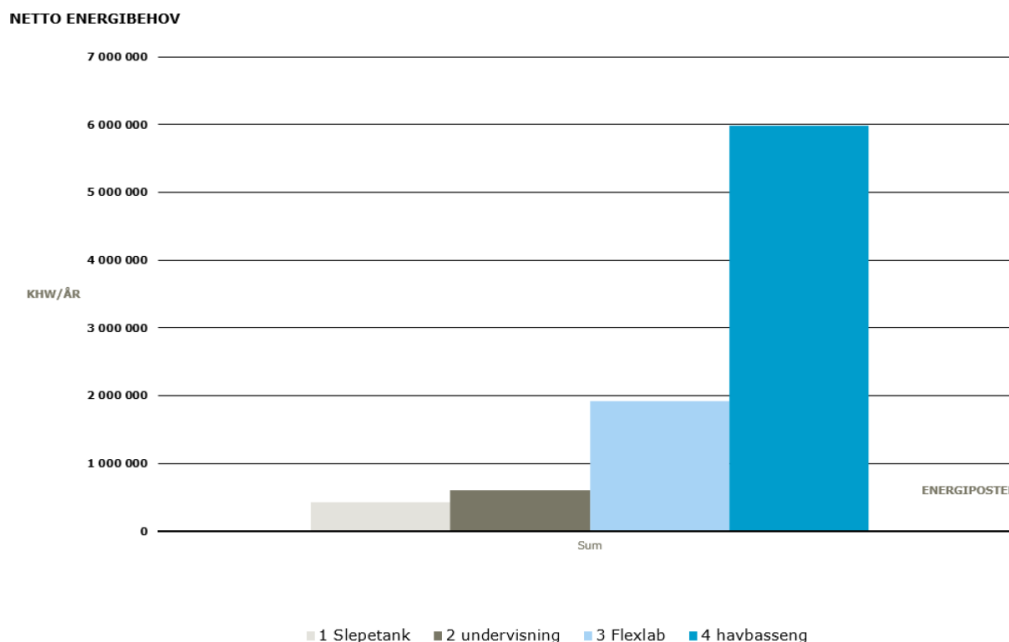
Tabell 18. Beregningsresultater Forventet energiforbruk per bygningstype.

Post	Navn	1 tankhode (kWh/m2år)	2 undervisning (kWh/m2år)	3 flexlab (kWh/m2år)	4 havbasseng (kWh/m2år)	Spesifikk sum (kWh/m2år)
1a	Romoppvarming	105,2	12,1	27,3	36,4	33,3
1b	Ventilasjonsvarme	11,3	8,8	32,2	38,9	29,5
2	Tappevann (NS 3031)	5,0	5,0	10,0	10,0	8,6
3a	Vifter	7,7	10,7	11,4	7,0	8,6
3b	Pumper	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3
4	Belysning (NS 3031)	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
5	Utstyr (NS 3031)	18,8	15,7	156,6	156,6	117,7
6a	Romkjøling	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6b	Ventilasjonskjøling	0,7	0,8	0,7	0,0	0,3
	Sum	161,5	65,9	251,1	260,6	210,9

NETTO ENERGIBEHOV



Figur 3. Netto energibehov per energipost.



Figur 4. Netto energibehov per bygningstype.

3.4.2 Levert energi

Det er utført en nærmere vurdering mht. energiforsyning til bygget. TEK17 tillater at bygget kan ha 100% leveranse basert på EL med et vannbårent varmeanlegg / distribusjonssystem, med mindre det ligger i et område med konsesjonsplikt for fjernvarme. Området på Tyholt ligger innenfor konsesjonsområde og bruk av fjernvarme er derfor aktuell løsning. Det er tilknytningsplikt og eksisterende bygningsmasse har fjernvarmetilknytning som er forutsatt videreført i en ny felles energisentral for OSC-prosjektet.

Det er utført beregninger for levert energi for følgende alternativer (med utgangspunkt i faktisk forventet forbruk):

1. Direkte EL og fjernvarme.
2. Direkte EL og varmepumpe basert på brønner. Det er lagt til grunn en høy virkningsgrad COP, da det forutsettes at brønnpark kan lades med overskuddsvarmen fra bygget (hydrolikkanlegg bassenger, datarom, mm.)
3. Direkte EL og varmepumpe basert på brønner med noe PV (solceller). Det er lagt til grunn at store deler av bygningsmasse i stor grad dekkes med PV.
4. Konsept for å oppnå null-energi nivå basert på 0 kWh/m²år med forventet forbruk, (dette konseptet må ikke forveksles med nær 0-energikonsept som beskrevet i kap. 3.4.)

Tabell 19. Resultater levert energi basert på forventet forbruk.

Beregning	Beregnet levert energi (kWh/m2år)	Beregnet levert energi (GWh / år)	Areal PV
1. EL + Fjernvarme	214,4	9,08	
2. EL + varmepumpe	164,1	6,95	
3. EL + VP + PV	96,1	4,07	Ca. 17 000
4. 0-energi (faktisk forventet forbruk)	0	0,00	Ca. 44 000

En energisentral med varmepumpeanlegg dimensjoneres normalt ikke for full effekt ved vinterforhold. Det gir kostbar installasjon. Normalt legges det opp til kombinasjonsdrift med varmepumpe som grunnlast med begrenset effektdekning og spisslastdekning / reserveforsyning fra en annen energikilde. Her ville det være naturlig å benytte fjernvarme for dette.

Anbefalt løsning for energiforsyning til OCS er bruk av energibrønner med varme- og kjølefunksjon. For kjøling benyttes primært frikjølingsfunksjon. I maskindrift vil fordamperside kunne benyttes for kjøling og kondensatorside benyttes i varmeanlegget.

Tabellen under viser beregning med dette alternativet.

Tabell 21. levert energi for alt. 2 med bruk av varmepumpe.

Post	Navn	Energiebehov (kWh/m2år)	Energiforsyning		Energiebehov	Energiforsyning			
			System	% andel		System virkningsgrad	Levert Energi (kWh/m2år)	Levert Energi (kWh/år)	Energivare
1a	Romoppvarming	33.3	Varmepumpe vann - vann	90 %	30.0	4.00	7.50	317 488	EL
			Fjernvarme (Statkraft varme Trondheim)	10 %	3.3	0.95	3.51	148 533	FV
1b	Ventilasjonsvarme	29.5	Varmepumpe vann - vann	90 %	26.5	4.00	6.64	281 014	EL
			Fjernvarme (Statkraft varme Trondheim)	10 %	2.9	0.95	3.10	131 469	FV
2	Tappevann (NS 3031 verdi)	8.6	Varmepumpe vann - vann	70 %	6.0	4.00	1.51	63 819	EL
			Fjernvarme (Statkraft varme Trondheim)	30 %	2.6	0.95	2.72	115 162	FV
3a	Vifter	8.6	Elektrisitet	100 %	8.6	1.00	8.63	365 497	EL
3b	Pumper	0.3	Elektrisitet	100 %	0.3	1.00	0.26	11 171	EL
4	Belysning	12.5	Elektrisitet	100 %	12.5	1.00	12.50	529 300	EL
5	Utstyr (NS 3031 verdi)	117.7	Elektrisitet	100 %	117.7	1.00	117.69	4 983 463	EL
6a	Romkjøling	0.0	Elektrisitet	100 %	0.0	1.00	0.00	0	EL
6b	Ventilasjonskjøling	0.3	Frikjøling via geobrønner	100 %	0.3	25.00	0.01	579	EL
			Elektrisitet	0 %	0.0	1.00	0.00	0	EL
		210.9	Energiebehov sum		210.9	Sum levert energi	164.1	6 947 494	6 947 494

4 VURDERING BEHOV SOLPRODUKSJON

Ved validering mot forskrifter, er nødvendig areal for solceller (PV) vurdert opp imot de ulike valideringskriteriene (se 3.5). Ved et anlegg av den størrelse vil det være store deler av året der overskuddsproduksjon må eksporteres til nett. Dette er ikke noe ønskelig løsning på grunn av lønnsomhet. Gjennom sommermånedene vil naturligvis produksjonen av solenergi være stor, men samtidig er det lite aktivitet i bygget.

I samarbeid med fagrådgivere hos Statsbygg, har vi kommet frem at det må ses nærmere på dimensjonering av selve solcelleanlegget basert på typisk sommerbruk og forventet effektforbruk i disse perioder. Vi har i denne fasen gjort kun en noe forenklet vurdering på grunn av noe manglende datagrunnlag fra brukerutstyr (interne laster).

Vi har vurdert at det ikke kan ses på kun ett bygg, men at energiproduksjon fra sol skal kan benyttes av hele bygningsmasse. Om sommeren må det forventes lavere aktivitet i alle bygg på grunn av sommerferier og ingen undervisning.

Til tross er det fremdeles flere prosesser som vil foregå i sommerperioder:

- Drift av varmepumpe til produksjon av tappevann
- Vifter og pumper i ventilasjonsanlegg
- Datarom
- Teknisk utstyr i havbasseng samt flere mindre laboratorier, brukere ser for seg at det skal foregå testing gjennom disse deler av året også.
- Belysning i laboratorier uten tilgang til dagslys

Havbassenget har et belegg på 250 dager per år. Av disse er det antatt at 20 dager benyttes til rigging hvor strøm til bølger ikke kjøres. For resterende 230 dager er det stor variasjon fra prosjekt til prosjekt hvordan anlegget kjøres, ref. SINTEF. Installert effekt for flexlab og havbasseng er på ca. 8.000 kW. I gjennomsnitt er det forventet drift på strømningsanlegg og bølgegenereringsanlegg 2 h/døgn. I tillegg kommer det et større datarom i bygg A med forventet maksimalt effektbehov på ca. 250 -300 kW ved full utbygging.

Vi ser at Figur 5 viser en grunnlast over året 2018 på ca. 500 kW, og om sommeren middelværdier på ca. 1000 kW med topper opp mot 2000 kW. Det nye anlegget er vesentlig større og ved tilsvarende driftsmønster må vi anta at grunnlast og effektopper dermed vil være høyere.

For fløy B planlegges det installert solcelleanlegg på tak med 6000 m² paneler.

Bygget vil ved normal drift kunne benytte produsert energi fra angitt anleggsstørrelse og det vil være begrenset behov for levering av energi ut på nettet.

5 OPPSUMMERING

Kort oppsummering om hvilken bygg oppfyller de ulike valideringskriteriene. Det er vurdert både enkelt bygg (basert på bygningskategori) og samlet bygningsmasse. Se Tabell 24 for en komplett oversikt.

Tabell 24. Samlet oversikt valideringskriterier.

Valideringskriterier	1 Tankhode	2 under-visning	3 flexlab	4 hav-basseng	Sum Komplett bygg
	Bygg A	Bygg A	Bygg C	Bygg B	
TEK17 kap. 14 krav	Nei	OK	OK	OK	-
Passivhus NS 3701	Nei	OK	-	-	-
Nær 0 energi	-	-	-	-	OK
ZEB-O (-EQ) bygg	-	-	-	-	-
BREEAM NOR	Nei	OK	-	-	-

Vurdering er at:

Havbasseng – Bygg B

Bygget kan prosjekteres etter TEK17, men det legges i tillegg opp til at klimaskall skal tilfredsstillere kravene for passivhus mht. U-verdier og tetthet i den del av bygget som ligger over bakken. Full tilfredsstillende av passivhusstandard kan ikke oppnås på grunn av noe uheldig formfaktor, og noe dårligere varmegjennvinningsgrad på ventilasjonsanlegg pga. Prosess-anlegg. Store deler av kjeller mot grunn kan ikke isoleres og vil dermed bidra til et større varmetap for dette bygningselement enn hva passivhuskrav tillater.

6 ANBEFALINGER OG VIDERE ARBEID

Basert på de utførte beregninger og valideringer mot forskrifter og andre kriteriene mener vi at følgende bør legges til grunn for prosjektet utover minstekravene i TEK17:

Overordnede forskriftskrav

Alle bygg skal naturligvis tilfredsstillere kravene i TEK17.

Spesifikke bygningsmessige tiltak

Nybygg utføres med godt isolert termisk skille, bruk av komponenter med «passivhus» Verdier, der dette er relevant som bl.a. vinduer og dører, tak- og veggkonstruksjoner. Isolering av vegger mot grunn der det er mulig langs bassengene i Bygg B. Konstruksjoner i dette område gir begrensninger med isoleringstiltak, fylling med lett fyllingsmasse må vurderes. Samtidig kan det med drift av store sirkulasjonspumper samt bølgeanlegg tilføres betydelig effekt til bassengene ved drift. Dette kan generere overskuddsvarme og behov for kjøling for å holde ønsket vanntemperatur. Denne overskuddsvarme / kjøling forutsettes utnyttet i varmepumpeanlegget når det er varmebehov i andre deler av bygningsmassen på OCS-anlegget.

Spesifikke tekniske anlegg

Verksteder/Laboratorier samt aggregater for våt sone / bassengrom utføres med ventilasjonsaggregater med høy varmegjennvinningsgrad (type Menerga eller lign.) Utstrakt bruk av lavenergi belysning iht. kravene i NS 3701

Energiforsyning og produksjon

1. Forutsettes bruk av varmepumpe med brønnpark både for varme- og kjøleforsyning.
2. PV anlegg installeres med effekt areal på omkring 6000 m², med forventet produksjon på omkring 850.000 kWh/år.
3. Bruk av fjernvarme til spisslast og back-up (må avklares nærmere med Statskraft Varme, da bygget ligger i konsesjonsområde for fjernvarmeforsyning)