

NOTAT Innledende energiberegning basert på Akutt Hjerne og Lungesenteret ved St. Olavs hospital i Trondheim

1	INNLEDNING BAKGRUNN	2
2	DEFINISJONER	2
3	ENERGI- OG EFFEKTBUDSJETT	2
3.1	BEREGNINGSMETODIKK	2
3.2	ENERGIRAMME KONTRA ENERGIBUDSJETT	2
3.3	FORUTSETNINGER	3
3.4	ENERGI- OG EFFEKTBUDSJETT FOR AKUTT HJERTE- OG LUNGESENTERET	5
	KONKLUSJON OG ANBEFALING	6
4	REFERANSER	7
5	VEDLEGG - AKTUELLE TILTAK OG STRATEGIER FOR Å TILFREDSTILLE PROSJEKTETS ENERGIMÅL	8

01	29.05.08	Vedlegg skisseprosjekt	29.05.08	Sli	29.05.08	Ost	29.05.08	Wea
00	24.04.08	Forløpig versjon, utsendt internt	24.04.08	Sli	24.04.08	OSt		
Rev	Dato	Tekst	Egenkontroll		Sidemannskontroll		TFK/ Godkjent	
Oppdragsnavn: Nye Molde sjukehus			Oppdragsnr: 125756					
Oppdragsgiver: Helse Nordmøre og Romsdal HF			Fil/ark: P:\1257\125756 Nye Molde Sjukehus\12-Faglig gjennomføring\Felles\NO-COWI-HNR-003-Energiberegning.doc					
Dokumenttittel: Innledende energiberegning basert på Akutt Hjerne og Lungesenteret ved St. Olavs hospital i Trondheim			Oppdragsgivers ref:					
			Dokument nr: NO-COWI-HNR-003- Energiberegning.doc					
			Saksbehandlere: Seemi Lintorp					
			Sted/ dato: Trondheim 24.04.2008					
			Fagansvarlig: Olav Steinsham					

1 Innledning Bakgrunn

Energimålsetningen for Nye Molde Sjukehus er definert i "Overordnet teknisk program. Grunnlag for konseptfaserapport. Molde, 03.12.2007." Nye Molde Sjukehus skal bygges i energiklasse B, dvs med energibruk lavere enn 240 kWh/m². Kravet gjelder faktisk brukt energi og ikke kjøpt energi.

Med utgangspunkt i Akutt Hjerte og Lungesenteret (AHL) ved St. Olavs hospital i Trondheim er det gjennomført orienterende beregninger for å kontrollere effekten ved bygningsmessige og tekniske tiltak for å oppnå spesifisert energimål.

AHL er senteret som vil ligne mest på Nye Molde Sjukehus og beregningene kan i så måte gi føringer for å komme videre i prosessen i tidlig skisseprosjekt.

Energibehov til prosesser som: desinfisering/sterilisering, storkjøkken, røntgen, mm er ikke inkludert i de beregnede energi- og effektbudsjettene. Prosessenergi er ikke inkludert i beregnede energirammer i revidert NS3031.

2 Definisjoner

Netto energibehov: Energibehov hvor det ikke er tatt hensyn til de ulike energikilders virkningsgrad.

Brutto energibehov: Energibehov hvor det er korrigert for de ulike energikilders virkningsgrad. Dette angir hvor mye energi som må tilføres for å dekke byggets interne energibehov.

3 Energi- og effektbudsjett

3.1 Beregningsmetodikk

Energi- og effektbudsjettene er retningsgivende og basert på beregningsprogrammet "Energi i bygninger" [2].

Det er i tillegg benyttet "håndregnemetoder" for å beregne energiforbruk til kjøling.

Beregnete energi- og effektbudsjett viser netto forbruk. Dette innebærer "forbrukt" energi uten å korrigere for virkningsgrad.

3.2 Energiramme kontra energibudsjett

NS3031 beskriver prosedyren for beregning av en bygnings energiramme. Energirammen benyttes til kontroll av byggets energiforbruk i forhold til forskriftskrav.

I kontrollberegningen skal de fleste inndata være reelle data for den spesifikke bygningen. Imidlertid skal en del brukeravhengige inndata være i tråd med normative verdier, tilsvarende verdier benyttet som grunnlag for energirammene. Dette gjelder:

- Innetemperaturer
- Varmetilskudd fra personer
- Energibehov til varmt tappevann
- Utstyr og driftstider.
- Tilsvarende gjelder for belysning og kjølefaktor, men her kan andre verdier benyttes dersom disse kan dokumenteres.
- I tillegg skal kontrollberegningen utføres for Oslo-klima.

I beregningen av et energibudsjett er det følgende avvik:

- Beregningene er utført for Molde-klima.
- Angitte driftstider for ventilasjonsanleggene er i prosedyren for kontrollberegningen satt til 16 timer/dag. I beregningen av energibudsjettet har vi valgt å legge inn driftstider tilpasset reell sykehusdrift for å gjenspeile de reelle forholdene. For enkelte aggregat vil dette medføre økt energibehov i forhold til energirammen.

I det videre arbeidet har vi valgt å vektlegge de reelle energibudsjettene ved kontroll opp mot de fastlagte energimålene. Dette med bakgrunn i at dette gir et riktigere bilde av det reelle bygget enn tidligere angitte kontrollberegninger.

3.3 Forutsetninger

Areal

Beregninger er basert på tegningsgrunnlag samt gjennomførte arealberegninger av AHL pr 10.12.2004. Bruttoarealet er lagt til grunn for alle beregninger av spesifikt energiforbruk. I bruttoarealet er det inkludert alle arealer med unntak av plan U2 samt tekniske rom på tak. Disse arealene er ikke forutsatt oppvarmet.

Bygningskropp/Fasade

Følgende antagelser er gjort i beregningene:

- U-verdi for vinduer er satt til $1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- U-verdi for en generell klimavegg er forutsatt $0.18 \text{ W/m}^2\text{K}$
- U-verdi for tak er satt til $0.13 \text{ W/m}^2\text{K}$
- U-verdi for gulv på grunn er satt til $0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$
- U-verdi for gulv mot uoppvarmet rom er satt til $0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Kuldebroer er ivaretatt gjennom en normalisert kuldebroverdi på $0.03 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Infiltrasjonen er antatt lik 0.1 veksling/time.
- Areal av glass/dører er i beregningene ca 17 % av brutto oppvarmet areal.

Ventilasjon

I beregningene er det forutsatt normalluftmengder i driftsperioden. I perioden utenom normal driftstid er det forutsatt at ventilasjonen reduseres etter følgende nøkkel:

Areal	Driftstid	Luftmengde i driftstid	Luftmengde utenom driftstid	Kommentar
Sengerom	06 ⁰⁰ -23 ⁰⁰	100 %	50 %	
Operasjon	07 ⁰⁰ -19 ⁰⁰	100 %	30 %	
Kontor/poliklinikk	07 ⁰⁰ -19 ⁰⁰	100 %	20 %	
Lab 1	00 ⁰⁰ -24 ⁰⁰	100 %	-	Anlegg med krav til døgnskuttet drift
Lab 2	07 ⁰⁰ -19 ⁰⁰	100 %	20 %	
Kjøkken/kantine/	07 ⁰⁰ -19 ⁰⁰	100 %	20 %	
Auditorier	07 ⁰⁰ -19 ⁰⁰	70 %	20 %	Midlere ventilasjonsmengde gjennom døgnet er redusert som følge av behovsstyring

Det er tatt utgangspunkt i batterigjenvinnere med 65 % årsvirkningsgrad alternativt roterende gjenvinnere med 80 % årsvirkningsgrad. Aggregat med batterigjenvinnere betjener kjøkken, isolat, samt enkelte laboratorie-arealer. Øvrige plasser er det benyttet roterende gjenvinnere.

Det er ingen befuktning av tilluften.

Varmtvann

Energibehovet til varmtvann i sykehus er angitt til 30 kWh/m² år [3, 4].

Belysning

Det er tatt høyde for bruk av tilstedeværelsesdetektorer samt dagslysstyring. Følgende verdier lagt til grunn for beregning av energiforbruk til belysning:

Belysning i perioden 0800-2100: 8,00 W/m²

Belysning i perioden 2100-0800: 2,67 W/m²

Dette gir et midlere effektbehov til belysning på 5.6 W/m² og et spesifikt energiforbruk på 48,7 kWh/m²år.

Utstyr

Diverse utstyr

Tallgrunlag i revidert NS3031 er lagt til grunn. Dette innebærer et årlig energiforbruk på 47 kWh/m²år.

Utvendig

Det er ikke medtatt utvendig energiforbruk. Dette er i henhold til revidert NS3031.

Kjøling

Normtall for kjøling eksisterer ikke, og det er vanskelig å finne verdier fra tilsvarende bygg.

Sykehuset vil ha et prosess-kjølebehov til datarom, medisinsk teknisk og næringsmiddel hele året i tillegg til komfortkjøling om sommeren.

Måling av kjølebehovet for fase 1 ved St. Olavs hospital viser et midlere kjølebehov på 64 kWh/m²år. Av dette utgjør ca 43 kWh/m²år prosesskjøling.

Tallgrunnlaget fra fase 1 er benyttet videre i beregning av energibudsjett.

Vifter og pumper

Det er tatt utgangspunkt i en oppnådd SFP-faktor på alle vifter på 2 kW/m³/s. Nattetid, med redusert ventilasjonsluftmengde, er det forutsatt en SFP-faktor på 1 kW/m³/s.

Effekten til pumper er beregnet etter revidert NS3031.

3.4 Energi- og effektbudsjett for Akutt hjerte- og lungesenteret

Energibudsjett (netto energibehov)		
Beskrivelse	[kWh]	[kWh/m ²]
1. Romoppvarming	1270749	35
2. Varmebatterier	433913	12
3. Vannoppvarming	1087578	30
4. Vifter og pumper	1640734	45
5. Belysning	1765503	49
6. Teknisk utstyr	1693600	47
7. Kjøling (ventilasjon/prosess)	2356250	65
Totalt energibehov	10248327	283

Beregningene er relatert et bruttoareal på 36 250 m². Beregningene viser et netto energibehov (uten produksjonsenergi) på 283 kWh/m²år.

De 3 største enkeltpostene i energibudsjettet er kjøling, belysning og teknisk utstyr. Av hele budsjettet utgjør postene i underkant av 57 %. Fokus på energibruk til belysning og teknisk utstyr er viktig. Reduksjon i internlastene gir positive resultater i energibudsjettet i den enkelte post parallelt som kjølebehovet reduseres.

Energiforbruk til vifter og pumper er også en vesentlig energipost. I overordnet teknisk program er det spesifisert behovsstyring av ventilasjonen i alle romkategorier. Prinsipper og investeringsomfang må klarlegges og vurderes i forprosjektet.

Hovedfokus i det videre arbeid vil være å redusere energibehovene så langt som mulig og så prøve å dekke resterende energibehov på en mest mulig miljøvennlig måte. Videre i prosjektet må det tilstrebes følgende strategi:

1. Energikonserverende bygningskropp med lavt varmetap, god lufttetthet og maksimal utsnyttelse av passive soltilskudd.

2. Passive tiltak for å unngå overoppvarming om sommeren
3. Behovsstyring av ventilasjon/oppvarming
4. Høyeffektiv varmegjenvinning
5. Energieffektivt utstyr og belysning
6. Et moderne styrings- og overvåkningsanlegg for energioptimal styring av de tekniske anleggene.
7. Effektiv og miljøvennlig energiforsyning

I vedlegg er det gjort en oppsummering av elementer som må vektlegges i det videre tværfaglige arbeidet med å nå byggherrens ambisiøse energimål.

4 Konklusjon og anbefaling

Energi- og effektbudsjettet er et nyttig verktøy under prosjekteringen av et bygg samt under planleggingen av fremtidig drift. Budsjettene sikrer ivaretagelse av myndighetskrav samt fokus og forutsigbarhet på energi som driftskostnad. I prosjekteringsprosessen kan dette bidra til valg av energiteknisk gode løsninger med lave driftskostnader samt redusert miljøbelastning gjennom bygningens levetid.

Det etablert et energimål på 240 kWh/m²år. Rammen inkluderer ikke "produksjonsenergi" definert som energi til desinfisering/sterilisering samt lignende energikrevende prosesser.

Detaljeringen av sykehuset i Molde er ennå på et overordnet nivå. Innledende beregninger av energibudsjettet er derfor basert på Akutt hjerte- og lungesenteret i Trondheim. Beregningene viser et årlig netto energibehov på 283 kWh/m²år.

Karakteristisk for energibudsjettet er størrelsen på kjølebehovet. De 3 største enkeltpostene i energibudsjettet er kjøling, belysning og teknisk utstyr. Av hele budsjettet utgjør postene i underkant av 57 %. En reduksjon i internlastene vil gi positive resultater i energibudsjettet i den enkelte post parallelt som kjølebehovet reduseres. Energiforbruk til vifter og pumper er også en vesentlig energipost.

Hovedfokus i det videre arbeid vil være å redusere energibehovene så langt som mulig og så prøve å dekke resterende energibehov på en mest mulig miljøvennlig måte. Videre i prosjektet må det tilstrebes følgende strategi:

1. Energikonserverende bygningskropp med lavt varmetap, god lufttetthet og maksimal utnyttelse av passive soltilskudd.
2. Passive tiltak for å unngå overoppvarming om sommeren
3. Behovsstyring av ventilasjon/oppvarming
4. Høyeffektiv varmegjenvinning
5. Energieffektivt utstyr og belysning
6. Et moderne styrings- og overvåkningsanlegg for energioptimal styring av de tekniske anleggene.
7. Effektiv og miljøvennlig energiforsyning

I vedlegg er det gjort en oppsummering av elementer som må vektlegges i det videre tværfaglige arbeidet med å nå byggherrens ambisiøse energimål.

for det reelle bygget.

5 Referanser

- [1] NO-TSO-HBMN-0036 "Energiberegninger-Normtall for fase 2". Team St. Olav. 05.03.2004.
- [2] "Energi i bygninger". Versjon 3.11. Programbyggerne ANS.
- [3] Jens Tønnesen, Jacob Stang: "Teknisk rapport. Måltall for energibruk i sykehus". Trondheim 2000-07-06.

6 Vedlegg - Aktuelle tiltak og strategier for å tilfredsstille prosjektets energimål

Energimålsetningen for Nye Molde Sjukehus er definert i "Overordnet teknisk program. Grunnlag for konseptfaserapport. Molde, 03.12.2007." Nye Molde Sjukehus skal bygges i energiklasse B, dvs med energibruk lavere enn 240 kWh/m². Kravet gjelder faktisk brukt energi og ikke kjøpt energi.

Det er en rekke strategier, teknologier og løsninger som kan brukes for å redusere energibehovet. Det som er viktig er å se ulike teknologier og løsninger i sammenheng, slik at man får en kostnadseffektiv, robust og innemiljøvennlig totalløsning. Det er også viktig å unytte de lokale forholdene best mulig, slik som topologi og lokal-klimatiske forhold, samt eventuell eksisterende infrastruktur for energiforsyning.

Generelt er det fornuftig å spare energi så langt som mulig og så prøve å dekke resterende energibehov på en mest mulig miljøvennlig måte. Med hensyn til mest mulig spart energi og mest mulig omlagt energibruk foreslås følgende strategi:

1. Energikonserverende bygningskropp med lavt varmetap, god lufttetthet og maksimal utsnyttelse av passive soltilskudd.
2. Passive tiltak for å unngå overoppvarming om sommeren
3. Behovsstyring av ventilasjon/oppvarming
4. Høyeffektiv varmegjenvinning
5. Energieffektivt utstyr og belysning
6. Et moderne styrings- og overvåkningsanlegg for energioptimal styring av de tekniske anleggene.
7. Effektiv og miljøvennlig energiforsyning

Energiforsyning omtales i eget notat og er ikke bearbeidet i dette oppsettet.

Elementer for å oppnå lavt energiforbruk

Viktige elementer for å oppnå prosjektets energimål er listet opp under. Energimålet er ambisiøst og tverrfaglig samarbeid er påkrevd for at prosjektet skal lykkes. Listene er på ingen måte komplett, men er et utgangspunkt for videre arbeid.

Administrasjon /avklaringer:

- Opplæring på byggeplass med tanke på spesifisering av utførelse samt krav
- Oppfølging i byggeperiode (kontrollmåling/oppfølging av detaljer i byggeperioden)
- Avklaring mot byggherre vedrørende krav til temperaturlidning, krav til luftmengder, mm. Forholdet gir føringer for valg av teknisk løsning. Kan større temperaturlidning gjennom døgn aksepteres?
- Utstyrprogram. Legge til rette for bruk av lavenergiutstyr for redusert kjølebehov. Utstyrets energibruk skal være del av tildelingskriteriene

Fasader:

- Kritisk granskning av tegningsdetaljer ved etasjeskiller/skillevegger i betong/med mer mtp kuldebroer. Det bør oppnås en normalisert kuldebroverdi under 0.02 W/m²K
- Utnyttelse av passivhus-konsept. Fordeling av vinduer mot solrik orientering (reduisert glassareal mot nord og økt mot sør). Dreining av fasade i den grad dette ikke er låst for alle bygningsblokker
- Aktiv / passiv solavskjerming
- Automatisk styrte persiener
- Aktiv bruk av utvendige persiener i fyringssesong
- Reduksjon av kaldrasfare fra vinduer ved kritisk gjennomgang av høyde på vinduer, kaldrasavvisere alternativt bedret U-verdi på glass
- Plassering, størrelse og utforming på vinduer (dagslys, soltilskudd, utsikt)
- Enkle løsninger / byggbarhet

Isolasjon:

- Vegg: Forslag U-verdi: 0,18 W/m²K
- Tak: Forslag U-verdi: 0,12 W/m²K
- Gulv på grunn: Forslag U-verdi: 0,13 W/m²K
- Gulv mot kald kjeller: Forslag U-verdi: 0,13 W/m²K
- Vindu: Forslag U-verdi: 1,1 W/m²K
- Granskning og gjennomgang av detaljer mtp å oppnå lave kuldebroverdier

Innvendig bygg:

- Bruk av tunge konstruksjoner for termisk lagring
- Redusert omfang av himling
- Støpte konstruksjoner i solutsatte areal
- Samle bruksareal med lik brukstid (aggregatinndeling ventilasjon)
- Bruk av lavemiterende byggematerialer

Infiltrasjon:

- Kritisk granskning av detaljer med fokus på lufttette detaljer i fasade samt internt i bygget.
- Velge ukompliserte fasadeløsninger/detaljer
- Riktig utforming av inngangspartier / vindfang
- Behov for dobbel vindtetting? Infiltrasjonen må reduseres under 0.1 veksling pr time.
- Plassering og utforming av sjakter og åpne trapperom. Ideelt er tetting mellom hvert plan.
- Unngå åpne arealer direkte knyttet til sjakter og trapperom
- Tetting mellom fasader i samme etasje med interne skillevegger og dører.
- Krav til tetthet på interndører
- Størrelse, omfang og plassering av åpningsvinduer
- Etablere prosedyrer for oppfølging av tetthet / kontrollmåling i byggeperioden. Både tidlig i vindtett fase samt ved ferdigstillelse.
- Opplæring av montører på byggeplass

Ventilasjon

- Gjennomgang av dimensjonerende luftmengder (reduisert kjølebehov, materialbelastning, med mer)
- Behovsstyring

- Aggregatinndeling
- Bruk av desentrale aggregat. Etablere korte føringsveger, lave kanalhastigheter og lavt trykkfall for å oppnå lav SFP-faktor
- Benytte høyeffektive gjenvinnere. Roterende gjenvinnere benyttes der dette er mulig.
- Fasade styring av tilluftstemperaturen
- Frikjøling
- Legge til rette for naturlig ventilasjon (glassgårder, og lignende)
- Bruk av fortreningsventilasjon (bedret ventilasjonsvirkningsgrad og mulighet for reduserte luftmengder)
- Reservekapasitet på aggregat mtp lavt energiforbruk. Størrelse på vifte/motor og overdimensjonering
- Samtidighetsfaktor for areal med VAV og reservekapasitet
- Vurdere mulighet for å redusere luftmengden ved lave utetemperaturer
- Etablere kjøkkenavtrekk med UV-filter og varmegjenvinning

Oppvarming/kjøling:

- Effektiv distribusjon av varme og isvann / riktig plassering av tekniske rom samt sjakter
- Etablere behovsstyring av varme- og kjøleinstallasjoner
- Etablere sekvensskjøring oppvarming/kjøling
- Etablere nattsenkning av temperatur i areal hvor mulig
- Etablere lavtemperatur varmesystem (krav i teknisk program)
- Etablere soner med lavere romtemperatur (trapperom, og lignende)
- Isolering av ventiler / komponenter
- Tilrettelegge for god energioppfølging i driftsperioden
- Mengderegulerte anlegg
- Vindusdetektorer

Dagslys

- Bruk av kombinasjon av høysittende vinduer og vinduer i vanlig høyde som gir god dagslysutbytte og godt utsyn
- Bruk av dagslyspersienner
- Bruk av solhyller
- Bruk av lyse flater

Belysning

- Bruk av behovsstyrte og energieffektive lyskilder. Etablere strategi for behovsstyring av ulike areal typer: kontor, kontorlandskap, sengerom, aula, korridor, mm
- Tilrettelegge for økt utnyttelse av dagslys i hele rom eller deler av rom
- Bevisst bruk av "stemningsbelysning/spesialbelysning"
-

Vann/Avløp

- Vannbesparende armatur
- Kondensvarme for forvarming / beredning av varmt tappevann
- Varmepumpe for beredning av varmt tappevann
- Gjenvinne energi fra gråvann