

VEDLEGG C

Energibehov i sykehus – krav, praksis og erfaringer

1 Innledning

Energibehov omfatter termisk energi til romoppvarming, oppvarming av ventilasjonsluft og oppvarming av varmt tappevann. Begrepet omfatter også elektrisk energi til lys og utstyr. I sykehus representerer utstyr en betydelig energipost. Utstyr omfatter tradisjonelt kontorutstyr, automatikk, overvåking, adgangskontroll, IKT, billeddiagnostikk, autoklaver, vaskemaskiner, kompressorer, vifter, pumper med mer. Energi deles inn i netto energibehov og levert energi. Netto energibehov er byggets energibehov uten korreksjon for systemvirkningsgrader. Levert energi tar hensyn til systemvirkningsgrader. Denne kan være både lavere og høyere enn netto energibehov, da begrepet inkluderer varme- og kjøleinstallasjonenes virkningsgrad som kan være både lavere og høyere enn 1,0.

Samlet energibehov i norske yrkesbygg har de siste årene ligget rundt 36 TWh/år [19]. Behovet utgjør rundt 15 % av innenlands forbruk. El-spesifikt utstyr utgjør mellom 30 og 55 % av totalt energibehov. Sykehus ligger i øvre del av skalaen når det gjelder El-spesifikt utstyr.

I følge «forskrift om forbud mot bruk av mineralolje i til oppvarming av bygninger» er frist for utfasing av mineralolje satt til 1. januar 2025 for sykehus med døgndrift. Med den lave andelen mineralolje som er i bruk i sykehus i dag bør denne tidsfristen kunne forseres.

Stortingsmelding 25 «Kraft til endring – energipolitikk mot 2030» fokuserer på mer effektiv og klimavennlig bruk av energi, overgang fra fossil til fornybare energikilder og effektreduksjon. For sykehus vil energiomlegging i liten grad påvirke globalt klimagassutslipp. Det viktigste bidraget blir dermed å redusere forbruk av energi.

Tiltak som vil kunne bidra til å redusere behovet for levert (kjøpt) energi:

- Stille strenge krav om lavt energibehov ved nybygging og totalrehabilitering
- Utnytte bygningsmassen mer effektivt gjennom arealeffektivisering og utvidet åpningstid
- Stille strenge krav til effekt- og energiforbruk på utstyr (teknisk og medisinsk)
- Gjenvinne kjøleenergi
- Produsere fornybar energi lokalt

2 Myndighetskrav og standarder/veiledere knyttet til energibruk

Byggeteknisk forskrift

Kapittel 14 i Byggeteknisk forskrift stiller krav til netto energibehov. For sykehus er dette kravet per dato 225 kWh/m² beregnet i henhold til NS3031. I areal der ventilasjonsluft

medfører risiko for spredning av smitte er kravet 265 kWh/m². Forskriften stiller også krav til varmeinstallasjonen. Det er ikke tillatt å installere varmeinstallasjoner for fossilt brensel. Bygninger over 1000 m² skal ha energifleksibelt varmesystem tilrettelagt for lavtemperaturvarme.

Energimerkeforskriften

Energimerkeforskriften krever at alle yrkesbygg over 1000 m² energimerkes. Bygget skal gis en energikarakter som beregnes i samsvar med metodikk i NS 30131. Vurderingsgrunnlaget for energikarakteren er beregnet levert (kjøpt) energi. Prosjektrapport II – 2012 «Grønt sykehus» anbefalte at sykehus oppnår energikarakter A og grønt oppvarmingsmerke. Energikarakter A for sykehus tilsvarer at levert (kjøpt) energi er mindre eller lik 175 kWh/m².

Forskrift om forbud mot bruk av mineralolje

Formålet med forskriften er å redusere utslipp av klimagasser fra oppvarming av bygninger, samtidig som hensynet til forsyningssikkerheten ivaretas. Sykehus har frist 1. januar 2025 med å utfase bruk av mineralolje. Fjernvarmeanlegg med nominell termisk effekt fra og med 1 MW er unntatt fra forskriften.

Forskrift om kontroll av nettvirkosomhet

Forskriften skal legge grunnlag for et effektivt kraftmarked og kontroll av nettvirkosomheten. Forskriften skal sikre at kraft overføres til riktig leveringskvalitet og pris, og at nettet utnyttes og utbygges på en sikker og samfunnsmessig rasjonell måte. Forskriften er under revisjon. Ny forskrift vil i større grad fokusere på prising av effekt. NVE ønsker en nettleiestruktur som i større grad enn i dag reflekterer kostnadene den enkelte strømkunde påfører nettet. Stadig økende forbruk er en utfordring for kapasiteten i eksisterende strømnnett. Utvidelse av nettet har både et kostnadsaspekt og et klimagassaspekt.

Passivhus

NS3701 «Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – yrkesbygninger» beskriver krav som må tilfredsstilles for at en bygning skal kunne klassifiseres som passivhus. Standarden stiller krav til varmebehov, kjølebehov og energi til belysning. I tillegg stilles krav til ytelse på komponenter slik som virkningsgrad på varmegjenvinnere, U-verdi på vinduer og dører, luftlekkasje på klimaskjermen, lysstyring, behovstyring av ventilasjon (VAV) og effektiv solskjerming. Prosjektrapport II anbefalte at nybygg skal tilfredsstille krav til passivhus.

Nær nullenergihus og plusshus

Future Built, som er Osloregionens utstillingsvindu for de mest ambisiøse aktørene i byggenæringen, har ved hjelp av SINTEF utviklet kriterier for nær nullenergihus og plusshus. Nær nullenergihus for sykehus har et krav til levert energi på 120 kWh/m². Lokal produksjon av fornybar energi (solceller, varmepumpe og biobrensel) sammen med energieffektivisering vil være virkemidler som kan gjøre det mulig å nå dette kriteriet.

Plusshus er et hus som produserer mer energi enn det selv har behov for. Fornybar elektrisitet skal produseres lokalt, dvs. Være integrert i bygningsmassen. Termisk fornybar energiproduksjon kan skje på eller utenfor tomta. Future Built skriver i sitt notat at for noen

bygningsskategorier, spesielt for sykehus og sykehjem, vil det være svært krevende eller umulig å oppnå pluss-hus-nivå med dagens teknologi.

3 Energi- og effektbehov i norske sykehus

Spesialhelsetjenesten nasjonale miljøregnskap, som ble gjort obligatorisk for alle helseforetak i 2017, gir oversikt over bygningsareal og forbruksposter. Av denne fremgår det at totalt registrert eiendomsareal i 2018 var på ca. 4.5 mil m². Registrert energibehov utgjorde ca. 1.4 TWh. Dette gir et gjennomsnittlig energibehov per kvadratmeter (bruttoareal) på 312 kWh. På landsbasis utgjorde kjøp av fjernvarme og fjernkjøling 30 % av energibehovet, direkte El dekket 65 % av energibehovet, mens fossilt brensel utgjorde ca. 5 %. Det er verdt å bemerke at for sykehus gir teoretiske beregninger av effekt- og energiforbruk for kontroll mot forskriftskrav store avvik i forhold til reelt behov.

Sykehuset Østfold Kalnes er i dette avsnittet benyttet som referanse for å belyse ulike energiaspekt og et mulig effektiviseringspotensial. Sykehuset som er på 100.000 m² sto ferdig i 2015. Sykehusbygg HF gjennomførte i 2019 en grundig evaluering av sykehuset og fikk i den sammenheng tilgang til registrerte energidata for en rekke av sykehusets systemer.

Direkte El utgjør en betydelig del av energibehovet. Direkte El omfatter elektrisitet til pumper, vifter, lys og utstyr. Utstyr omfatter all automatikk til tekniske anlegg, utstyr til kontordrift, utstyr til diagnostisering/behandling og utstyr til rengjøring og sterilisering. Ved Sykehuset Østfold Kalnes utgjorde denne posten ca. 53 % av totalt energibehov i 2016 (172 kWh/m²*år).

Reelle målinger på sykehus i drift viser at det gjennom hele året er behov for å kjøle bort overskuddsvarme fra prosessutstyr. På Sykehuset Østfold Kalnes utgjør prosesskjøling ca. 12 % av totalt energibehov (40 kWh/m²*år). Energieffektivt utstyr vil redusere behovet for kjøling og samtidig redusere energibehovet til selve utstyret. Det er med andre ord viktig at energieffektivitet blir en del av vurderingskriteriet ved innkjøp av utstyr.

Tall fra Sykehuset Østfold Kalnes viser at prosess og komfortkjøling utgjør til sammen størrelsesorden 17 % av totalt energibehov. Fokus på kjølegjenvinning kan bidra til å redusere dette energibehovet.

Sentral kjøling er lite energieffektivt i arealer hvor det er rom med stor variasjon i internt varmetilskudd. Løses kjølebehovet ved at ventilasjonsluft tilføres underkjølt (3-5°C under normal romtemperatur), vil utbytte av varmegjenvinning fra avtrekksluften bli redusert (gjelder primært høyeffektive gjenvinner). I tillegg vil rom med lite varmetilskudd være gjenstand for parallell kjøling og oppvarming. Rom med høy intern varmelast bør håndteres med lokal kjøling for å unngå denne problemstillingen. I perioder med utelufttemperatur høyere enn avtrekkstemperaturen vil kjølegjenvinning fra avtrekket gi både effekt- og

energireduksjon. Ytterligere effekt- og energireduksjon kan oppnås ved at det i avtrekket oppstrøms varmegjenvinneren tilføres forstøvet vann (adiabatisk kjøling).

Behovsstyring av ventilasjonsluft (VAV) har et betydelig energisparepotensial i soner med stor variasjon i tilstedeværelse. I sengerom er det imidlertid lite som tyder på at VAV gir energireduksjon som står i forhold til investering. Velfungerende behovsstyring reduserer både termisk og elektrisk energi- og effektbehov. LCC-vurderinger av hver enkelt sone bør ligge til grunn for valg av system (VAV/CAV).

Gjenvinning av varme fra avtrekksluft gir betydelig energi- og effektreduksjon. Roterende varmegjenvinnere er overlegen med sin høye virkningsgrad (> 80%) og enkle design. Gjenvinneren har imidlertid svakheter i forhold smitte og stoffoverføring (kjemikalier, lukt mm). For å utnytte gjenvinnerens gode egenskaper er det viktig at rom som ikke kan benytte roterende varmegjenvinner skilles ut på egne system, slik at mesteparten av ventilasjonsvarmen kan gjenvinnes med høyeffektive varmegjenvinnere. I 2016 gikk 15 % av totalt energibehov ved Sykehuset Østfold Kalnes til oppvarming av ventilasjonsluft. (50 kWh/m²*år).

Gjenvinning av varme fra avløpsvann kan gi besparelser for eksempel i form av forvarming av varmt tappevann. Det finnes enkle vedlikeholdsfrie løsninger som kan integreres i avløpsledningen fra sykehuset. Ca. 25% av vannforbruket i sykehus går til varmt tappevann. Det skulle tilsi at temperaturen på avløpsvannet i snitt er 10 til 15 °C høyere enn temperaturen på kaldtvannsinntaket.

Passivhuskravet som ble innført i byggrapport II «Grønt sykehus» [1] stiller strengere krav til klimaskjermen enn byggeteknisk forskrift. Kravet omfatter:

- Varmetap gjennom yttervegger, tak og gulv på grunn.
- Varmetap gjennom vinduer, dører og porter.
- Varmetap knyttet til luftlekkasjer.

Kompakt bygningskropp, nøktern bruk av glassfasader og vindu med lav U-verdi, god isolering og fokus på detaljer knyttet til montering av dampsperre, representerer tiltak som reduserer varmetapet.

Hvorvidt det er lønnsomt (energi- og miljømessig) å skjerpe kravet til varmetap ytterligere før en har sett om det er mulig å redusere varmetilskudd fra internlaster (lys og utstyr) og etablere kjølegjenvinning, må vurderes nærmere i hvert enkelt prosjekt. Ved Sykehuset Østfold Kalnes (lavenergibygning) utgjorde romoppvarming ca. 13% av totalt energibehov (41 kWh/m²*år) i 2016.

Ny nettleiestruktur som i større grad enn i dag vil reflektere kostnadene som den enkelte strømkunde påfører nettet, innebærer at tiltak som begrenser effektuttak må prioriteres. Det er usikkert hvordan denne strukturen blir implementert, dvs. om den avregnes som høyeste topp i løpet av et kalenderår, i løpet av en måned eller kortere perioder. Det må

antas at strukturen som gjøres gjeldende for el-nettet også vil gjelde for leveranse fra fjernvarme-/fjernkjøleleverandører.

Effektdempende tiltak kan omfatte:

- Egenproduksjon av elektrisitet, varme og isvann
- Reduksjon av termisk effektbehov ved hjelp av tung bygningskonstruksjon
- Varmelagring, kjølelagring og lagring av elektrisk energi
- Valg av utstyr og komponenter som har lavt effektbehov (standby og drift)
- Utstrakt bruk av behovsstyring
- Energieffektivisering av system og prosesser

4 Energisentraler

Tradisjonelt har energisentraler i sykehus bestått av oljekjeler med el-kjeler som reserve. Over tid har lav pris på tilfeldig kraft medført at mer og mer av det termiske energibehovet har blitt dekt med el-kjeler. Resultatet av denne utviklingen er at bruk av fossilt brensel i norske sykehus på landsbasis utgjorde ca. 5% i 2018. Konvertering til fjernvarme har også bidratt til denne utviklingen.

I nyere sykehus dominerer fjernvarme/fjernkjøling og bruk av varmepumpe med biodiesel/biogass eller El som spisslast. I sykehus som er under prosjektering/oppføring videreføres disse konseptene. Der sykehuset råår over egen enersentral er det viktig å fokusere på systemvirkningsgrad, dvs. forholdet mellom produsert og kjøpt energi. Energisentralen ved Sykehuset Østfold Kalnes har en systemvirkningsgrad på 2.5 (gjennomsnitt 2016-2018). Nye prosjekt med varmepumpeløsning og varmeopptak fra grunn må forventes å oppnå høyere systemvirkningsgrad. Tilsvarende må systemvirkningsgrad for anlegg med varmeopptak fra sjøvann ha fokus på høy virkningsgrad. Spisslast med direkte El (El-kjel) bør unngås. «Outsources» varmesentralen til eksternt leverandør er det viktig å være klar over at varmesentralens systemvirkningsgrad ikke kan inkluderes i beregning av energikarakter.

5 Lokal produksjon av energi

I henhold til kriterier utarbeidet av SINTEF er lokal energiproduksjon tiltak som skal kunne bringe bygg til å oppnå status som nullenergihus eller plusshus. Lokal energiproduksjon kan omfatte varmeopptak fra omgivelsene, produksjon av varme og elektrisitet fra sol, og produksjon av varme og elektrisitet fra biobrensel.

Varmepumpe

Varmeopptak fra omgivelsene (luft, vann og grunn) ved hjelp av varmepumpe har vært kjent

teknologi i mange år. Energiutbytte er avhengig av blant annet temperaturløft og arbeidsmedium. Varmepumpa genererer både varmeenergi og kjøleenergi.

Solenergi

Solenergi kan benyttes til produksjon av elektrisitet (solceller) eller produksjon av termisk energi (solfanger). Hvor mye energi en kan få ut av et anlegg er avhengig av hvor i landet anlegget er plassert, systemløsning, orientering, helningsvinkel og effektivitet på anlegget. Typisk virkningsgrad på solceller ligger i området 15-20 %. Typisk energiutbytte i Norge ligger i området 110-200 kWh/m² solcellepanel.

Solvarmeanlegg kan ha virkningsgrad fra 50 til 80 %. Energiutbytte er avhengig av temperaturnivå som kan utnyttes. Typisk energiutbytte ligger i området 300 til 500 kWh/m². Benyttes solvarmeanlegg til re-lading av varmepumpebrønner i fast fjell oppnås høyt energiutbytte.

Biobrensel

Biobrensel omfatter bioolje, biogass, flis, pellets med flere. Bioolje og gass kan benyttes i tradisjonelle oljekjeler med tilpasset brenner. Biobrensel basert på trevirke krever annen type installasjon.

Bioolje/gass kan også benyttes til samproduksjon av varme og elektrisitet ved hjelp av et kogenereringsanlegg. Et kogenereringsanlegg består av en forbrenningsmotor og en generator. Elektrisitet hentes ut fra generatoren, varme hentes ut fra motorens kjølesystem og eksos. Energifordelingen er ca. 1/3 på hver av disse kildene. Det kan oppnås virkningsgrad på et slikt system på mer enn 90 %. Med relativt beskjeden investering kan alle nødstrømsaggregat i sykehus gjøres om til kogenereringsanlegg. De kan da brukes til effektdemping og energiproduksjon i høylastperioder, alternativt inngå som en del av lokal energiproduksjon for å oppnå nullenergihus eller plusshus.