



UiT Norges arktiske universitet

UiT Norges arktiske universitet, campus Narvik

Teknisk analyse av et ny bygget sykehjem i 2021 etter passivhus standard

Dokumentasjon av funn etter stikkprøvekontroll av FDV-dokumentasjon

Xin Xu

Masteroppgave i Integrert bygninsteknologi, mai 2022

Forord

Med denne masteroppgaven avslutter jeg mitt masterstudie på studiet intergrert byggingsteknologi ved UiT campus Narvik. Oppgaven teller 30 studiepoeng og er siste del av studiet på 120 poeng.

Oppgaven er skrevet i samarbeid med Andøy kommune og omhandler en gjennomgang av teknisk dokumentasjon i forbindelse med bygging av det nye sykehjmmet på Åse i Andøy kommune.

Jeg vil rette en stor takk til min veileder Eivind Wium. Hans kunnskap, erfaring og veiledning har svært viktig for meg gjennom hele oppgaven.

Jeg ønsker å takke Andøy kommune og teknisk sjef John-Petter Karlsen for oppgaven og muligheten til å tilegne med den type kunnskap oppgaven har gitt meg.

Til slutt ønsker jeg å takke ektemannen min Torgeir for hans støtte.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Karin', written in a cursive style.

Andenes, 16. mai. 2022

Sammendrag

Da det skulle bygges nytt sykehjem på Åse i Andøy kommune ble det besluttet at det skulle bygges etter passivhus standarden som stiller strenge krav til utførelse og dokumentasjon.

Hensikten med denne oppgaven er å gjennomføre en teknisk analyse bygget og innebærer å undersøke om bygget er oppført etter oppgitt kravspesifikasjon i anbudet og kontrollere FDV-dokumentasjon etter forskrifter og standarder.

FDV-dokumentasjon er viktig for bygget skal kunne driftes og vedlikeholdes på riktig måte. Dokumentasjon er også viktig når det skal gjøres utskiftninger, bygges om og når bygget skal utfases og rives.

For å kunne gjennomføre case-studiet av sykehjemmet ble først gjennomført et litteraturstudie for å danne grunnlaget for hvilken dokumentasjon som kreves og hvilken lover og standarder som må følges. Deretter ble sykehjemmet befart og en rekke tekniske installasjoner kontrollert og dokumentert. Siste del av oppgaven var å gå gjennom FDV-dokumentasjon og sjekke etter avvik og kontrollere kostnader opp mot norsk prisbok.

Etter gjennomgang av levert FDV dokumentasjon viser det seg at det ikke er levert tilstrekkelig og god nok FDV-dokumentasjon. Det kan se ut som at det har vært liten eller ingen kontroll av dette fra byggherrens side. Årsaken til dette er ikke drøftet i oppgaven, men det kommer frem av byggeregnskapet at det er satt av 2.500 MNOK til byggeplassoppfølging.

Totalprisen til prosjektet er høyere enn totalprisen stod i Norsk Prisbok. Den største årsaken til dette var høyere kostnad på VVS - installasjon. Den var 1 294 kroner dyrere pr m² enn beløp til VVS – installasjon i Norsk prisbok. Totalt sett var kostnaden for bygningen 2046 kr dyrere pr m² sammenlignet med Norsk Prisbok.

Sykehjemmet er bygget i henhold til funksjonsbeskrivelse og tekniske forskrifter. FDV dokumentasjon er mangelfull og kostnaden er høyere enn Norsk Prisbok uten at standard er høyere enn vanlig.

Abstract

When a new nursing home was to be built on Åse in Andøy municipality, it was decided that it should be built according to the passive house standard, which sets strict requirements for execution and documentation.

The purpose of this assignment is to carry out a technical analysis of the building and involves examining whether the building has been constructed in accordance with the requirements specified in the tender and checking FDV documentation in accordance with regulations and standards.

FDV documentation is important for the building to be able to be operated and maintained in the right way. Documentation is also important when maintenance is done, modifications are done and when the building is to be phased out and demolished.

In order to be able to carry out the case study of the nursing home, a literature study was first carried out to form the basis for what documentation is required and what laws and standards must be followed. The nursing home was then inspected and a number of technical installations were checked and documented. The last part of the task was to go through FDV documentation and check for deviations and check costs against the Norwegian price book.

After reviewing the submitted FDV documentation, it turns out that the documentation is not sufficient and good enough. It may appear that there has been little or no control from the client side. The reason for this has not been discussed in the thesis, but it appears from the budget that 2,500 MNOK has been set aside for construction site follow-up.

The total price of the project is higher than the total price stated in the Norwegian Price Book. The main reason for this was the higher cost of plumbing and sanitary installation. It was NOK 1,294 more expensive per m² than in the Norwegian price book. In total, the cost of the building was NOK 2,046 more expensive per m² compared with the Norwegian Price Book.

The nursing home is built in accordance with the function description and technical regulations. FDV documentation is insufficient and the cost is higher than the Norwegian Price Book without the building standard being higher than usual.

FORKORTELSER OG UTTRYKK

| | |
|---------------------------|--|
| FDV | Forvaltning, drift og vedlikehold |
| CAV | Constant Air Volume (ventilasjon) |
| VAV | Variable Air Volume (ventilasjon) |
| BTA | Bruttoareal |
| BRA | Bruksareal |
| VVS | Varme, Ventilasjon, Sanitær |
| NS | Norsk Standard |
| ITB | |
| ARK | Arkitekt for prosjektering |
| TEK | Byggteknisk forskrift |
| SAK | Byggesaksforskriften |
| BYGNINGSDELSTABELL | Tabell av bygningsdeler etter NS 3451:2009 |
| BYGNINGSDEL | Spesifikk del av byggverk etter NS 3451:2009 |
| AVVIK | For denne oppgaven |
| | |

Innholdsfortegnelse

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Innledning..... | 1 |
| 1.1 | Bakgrunn | 1 |
| 1.2 | Formål..... | 2 |
| 1.3 | Problemstilling..... | 2 |
| 1.4 | Avgrensninger | 3 |
| 1.5 | Oppbygging | 3 |
| 2 | Teorigrunnlag | 4 |
| 2.1 | Kvalitet i byggprosjekt | 4 |
| 2.2 | Bygningers energiytelse | 4 |
| 2.2.1 | Standard for passivhus- og lavenergibygge - yrkesbygg | 4 |
| 2.2.2 | Beregning av bygningers effekt- og energiforbruk | 9 |
| 2.2.3 | Energimerking av bygg | 12 |
| 2.2.4 | Solskjerming..... | 13 |
| 2.3 | Prinsipper for FDV-dokumentasjon | 13 |
| 2.3.1 | Hva er FDV-dokumentasjon | 14 |
| 2.3.2 | Lover og forskrifter tilknyttet til FDV-dokumentasjon..... | 14 |
| 2.3.3 | Innhold i FDV-dokumentasjon..... | 15 |
| 2.3.4 | Generell FDVU-dokumentasjon | 18 |
| 2.3.5 | Levering av FDV-dokumentasjon..... | 18 |
| 2.4 | Gjennomføring av kontroll | 19 |
| 2.5 | Kostnader i byggeprosjekt..... | 20 |
| 2.5.1 | Spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt – NS 3453:2016..... | 20 |
| 2.5.2 | Norsk prisbok | 21 |
| 3 | Metode..... | 22 |
| 3.1 | Forskningsdesign | 22 |
| 3.1.1 | Teoristudie..... | 22 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.1.2 | Befaring | 22 |
| 3.1.3 | Case-studie | 22 |
| 4 | Beskrivelse av case..... | 23 |
| 5 | Befaring..... | 24 |
| 6 | Case-studie av nytt sykehjem på Åse | 25 |
| 6.1 | Dokumentundersøkelser | 25 |
| 6.1.1 | Notat fra utført energiberegning..... | 25 |
| 6.1.2 | Premisnotat for bygningsfysikk..... | 30 |
| 6.1.3 | Funksjonsbeskrivelse – VVS anlegg..... | 35 |
| 6.1.4 | FDV-dokumentasjon | 38 |
| 6.1.5 | Økonomi analyse..... | 38 |
| 7 | Konklusjon | 45 |
| 8 | Videre arbeid..... | 45 |
| 9 | Referanser..... | 46 |
| 10 | Vedlegg | 48 |
| A. | Oppgavetekst | 48 |
| B. | Avviklist for FDV-dokumentasjon..... | 48 |
| C. | Bilder fra befaring | 48 |
| D. | Funksjonabeskrivelse passivhus | 48 |
| E. | Funksjonsbeskrivelse – VVS anlegg | 48 |
| F. | Energinotat | 48 |

Tabelliste

| | |
|--|----|
| Tabell 1: Energirammen for bygningskategorien sykehjem (TEK 17)..... | 9 |
| Tabell 2 Lover/forsrifter tilknyttet FDVU (Alsen, 2019)..... | 15 |
| Tabell 3 Hovedoppstilling av kostnader på kontonivå 1 | 21 |
| Tabell 4 Teknisk inndata for ventilasjon..... | 27 |
| Tabell 5 Kostnadsinndelingen for prosjektet | 39 |
| Tabell 6 Kostnadsinndeling for endringsmeldinger | 41 |
| Tabell 7 Sammenligning | 43 |

Figurliste

| | |
|--|----|
| Figur 1: Verdier for å bestemme kravet til varmetapstall for transmisjon- og infiltrasjonsvarmtap..... | 5 |
| Figur 2: Verdier for å bestemme kravet til netto spesifikt energibehov til oppvarming..... | 6 |
| Figur 3: Kjølebehovskoeffisient for å bestemme kravet til netto spesifikt energibehov til kjøling..... | 6 |
| Figur 4: Krav til høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til belysning..... | 7 |
| Figur 5: Minstekrav til bygningsdeler, komponenter, systemer og lekkasjetall..... | 8 |
| Figur 6 Beregningsprosedyre i henhold til NS3031:2007..... | 11 |
| Figur 7: Energiposter i henhold til NS 3031..... | 12 |
| Figur 8 Pyramide diagrammet under illustrer hierarkiet mellom lov, forskrift, veiledning, og standarder (Alsen, 2019)..... | 14 |
| Figur 9 Bygningskomponentenes egenskaper og minstekrav..... | 26 |
| Figur 10 Varmepump..... | 26 |
| Figur 11 Direkte elektrisitet..... | 27 |
| Figur 12 Netto energibehov..... | 29 |
| Figur 13 Energimerke for sykehjem..... | 29 |
| Figur 14 Resultat varmetapstall – Passivhus..... | 30 |
| Figur 15 Resultat energiytelser – Passivhus..... | 30 |
| Figur 16 Tegning av yttervegg fra FDV..... | 32 |
| Figur 17 Tegning av trukket vinduer fra FDV..... | 33 |
| Figur 18 Lätt-element..... | 34 |
| Figur 19 Temperatur for varmeanlegg og gulvvarmeanlegg..... | 36 |
| Figur 20 Luftmengde..... | 37 |

1 Innledning

Andøy kommune har valgt å investere 150 MNOK i et nytt sykehjem. Grunnlag for denne investering skal være forkankret i det stortinget har gitt av rammer. Oppgaven skal undersøke om Andøy kommune har gjennomført et prosjekt i henhold til overordnet krav og mer detaljert etter Plan og bygningsloven og teknisk forskrift med veiledninger.

Det har funnet frem følgende sitat for å kunne vurdere overordnet krav fra Stortinget.

«Bustader er heimane til folk, der liv skal levast trygt og godt, medan næringsbygg rommar alle verksemder so skapar verdiar både i privat og i offentleg sektor. Bygg er eit grunnleggjande gode, og bygg er ein føresetnad for eit velfunderande samfunn.» - stortingsmeldingen med tittel « Gode bygg for eit betre samfunn».

Kva er bygningspolitikk?

Bygningspolitikk er i denne (stortings) meldinga statlege mål, føringar og verkemiddel som påverkar byggjesaksprosessar, byggjeverksemda og det bygde miljøet. Hovudvekta i bygningspolitikken vil liggje på dei fysiske bygga og på statens verkemiddel for å fremje bærekraftige bygg som skal fungere for dei som brukar bygga, over lang tid og med lågast mogleg ressursbruk.

Bygningspolitikken grensat inn mot og overlappar mange andre politikkområde.

(Regjeringa, 2012)

1.1 Bakgrunn

Bygge kvalitet, kostnadseffektive og energieffektive bygg er tre av de viktigste satsningsområder som er oppgitt i stortingsmeldingen med tittel «Gode bygg for eit betre samfunn» (stm 28:2011-2012).

Min motivasjon for å skrive denne oppgaven er å få mer kunnskap og erfaring om hvordan hele prosessen fra planlegging til ferdig bygg og drift er ivaretatt av kommunen.

Å redusere energibruken i bygg innen 2020 er et av målene til regjeringen. Byggeteknisk forskrift (TEK), er det viktigste virkemiddelet når det kommer til energieffektivisering av nye bygg og ved store ombygginger.

1.2 Formål

Hensikten med denne oppgaven er å gjennomføre en teknisk analyse av det nybygde sykehjemmet på Åse. Dette innebærer å undersøke om bygget er oppført etter oppgitt kravspesifikasjon i anbudet og å kontrollere om levert FDV-dokumentasjon er etter forskrifter og standarder.

Ved å gjennomføre en grundig teknisk analyse kan kommunen oppnå mest mulig erfaring og kompetanse fra dette byggeprosjektet som kan benyttes nye prosjekter.

Videre skal byggekostnader sammenlignes opp mot Norsk Prisok for å se om totalkostnad på byggingen er slik som forventet.

Anbudsdokumentene i dette prosjektet består av funksjonsbeskrivelse etter forskrift, ønsket standard og eventuelle krav, tegninger/skisser, inventarliste, grunnundersøkelse og konkurranseregler.

1.3 Problemstilling

Problemstillingen i denne oppgaven er utformet som følgende:

Har totalentreprenør levert et ferdig bygg etter oppgitt kravspesifikasjon i anbudet, etter forskrifter og etter ønsket standard?

For å besvare problemstillingen vil følgende forsknings spørsmål gjennomgås:

- Er bygget oppført etter oppgitt kravspesifikasjon i anbudet?
- Er FDV-dokumentasjon levert etter lov og standard?
- Er kontrakt ordlyd etter NS8407:2011 fulgt opp vedr. dokumentert energiforbruk?
- Er totale kostnader på et forventet nivå i forhold til Norsk Prisbok 2021?

1.4 Avgrensninger

På grunn av tidsbegrensninger vil oppgaven bli fokusert på tekniske krav til sykehjemmet relatert til energiforbruk. TEK 17 skal brukes til å være teoretisk grunnlag til hele oppgaven. Funksjonsbeskrivelsen til sykehjemmet er hentet fra mappen som heter Nytt Sykehjem. Denne mappen ligger under felles G disk hos kommunen. Det er kun FDV-dokumentasjon som er mottatt fra entreprenør før fristen til denne oppgaven, som benyttes i denne oppgaven.

Videre er det kun tatt stikkprøver av levert FDV i det det vil være for tidkrevende å gå gjennom alt som er levert. Det må nevnes at det er funnet mange avvik i levert FDV for prosjektet, og det er tidkrevende å følge opp disse.

1.5 Oppbygging

Oppgaven er delt inn i følgende deler:

Kapittel 1 - Innledning gir en introduksjon på bakgrunn av valgt tema. Problemstillinger, formål og avgrensninger presenteres her.

Kapittel 2 - Teorigrunnlag er et teoristudie som danner grunnlaget for hele oppgaven.

Kapittel 3 - Metode beskriver hvordan man er gått frem i oppgaven.

Kapittel 4 - Beskrivelse av case-studiet som gjennomgås.

Kapittel 5 - Case-studie av nytt sykehjemmet på Åse

Kapittel 6 - Konklusjon av case-studiet.

2 Teorigrunnlag

2.1 Kvalitet i byggprosjekt

I bygningslovgivningen knytter byggkvalitet seg først og fremst til at det ferdige byggverket oppfyller kravene i byggteknisk forskrift. Forskriften regulerer de nasjonale minimumskravene til byggeverk og skal sikre at tiltak planlegges, prosjekteres og utføres ut fra hensyn til god visuell kvalitet, universell utforming og slik at tiltaket oppfyller tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi. (Byggkvalitetutvalget, 2020)

Standard Norge er en privat og uavhengig medlemsorganisasjon som utvikler standardkontrakter for de fleste områder av samfunnet, også bygge og anleggsnæringen. Standardene medfører forenkling, forutsigbarhet og effektivitet for partene, selv om det både er mulig og vanlig å avtale individuelle avvik og tilpasninger fra standardene. (Byggkvalitetutvalget, 2020)

Byggeprosessen omfatter alle prosessene gjennom hele livsløpet til et byggverk; fra behovsavklaring, programmering, idé og konseptutvikling, til prosjektering og bygging, drifts- og bruksfase og til slutt avhending.

2.2 Bygningers energiytelse

2.2.1 Standard for passivhus- og lavenergibygg - yrkesbygg

Passivhus er hus med en spesiell konstruksjon som gir et vesenlig lavere energibehov enn dagens standard. Konseptet er utviklet i Tyskland, der det også er utarbeidet kriterier for sertifisering av passivhus og passivhusutbyggere. Passivhus har et energibehov som er ca.25% av normen for tradisjonelle boliger. (Mosland, 2013)

Norge har som det eneste landet i Europa en egen standard for passivhus. NS 3700 definerer kravene til boliger, mens NS 3701 definerer kravene til yrkesbygg. (Tekna, 2021)

NS 3701 er en standard for passivhus og lavenergibygninger og dekker 11 bygningskategorier for yrkesbygninger fra TEK 17. Sykehjem er en av de 11 bygningskategoriene.

Det er 5 sentrale krav i NS 3701 og kravene varierer i forhold til areal, bygningskategorier og lokale klima. De 5 sentrale kravene er:

- Transmisjons- og infiltrasjonsvarmetap
- Oppvarmingsbehov
- Kjølebehov
- Energibehov til belysning
- Komponentkrav

(Pettersen, 2012)

Transmisjons- og infiltrasjonsvarmetap

| Bygningskategori | Passivhus | |
|----------------------------------|---|------------------------------|
| | $H''_{tr,inf,0}$ W/(m ² ·K) | W W/(m ² ·K) |
| Barnehage | 0,40 | 0,014 |
| Kontorbygning | 0,40 | 0,009 |
| Skolebygning | 0,40 | 0,013 |
| Universitets- og høyskolebygning | 0,40 | 0,014 |
| Sykehus | 0,40 | 0,014 |
| Sykehjem | 0,40 | 0,014 |
| Hotellbygning | 0,40 | 0,014 |
| Idrettsbygning | 0,45 | 0,010 |
| Forretningsbygning | 0,40 | 0,014 |
| Kulturbygning | 0,40 | 0,012 |
| Lett industribygning, verksted | 0,40 | 0,017 |

Figur 1: Verdier for å bestemme kravet til varmetapstall for transmisjon- og infiltrasjonsvarmetap

Høyeste varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonstap:

$H''_{tr,inf,0}$ (Bygning der $A_{fl} \geq 1000 \text{ m}^2$)

Oppvarmingsbehov (romoppvarming, ventilasjonvarme og tappevann)

| Bygningskategori | Passivhus | | | |
|----------------------------------|------------|------|-------|-------|
| | $EP_{H,0}$ | X | K_1 | K_2 |
| Barnehage | 25 | 1,55 | 3,6 | 0,15 |
| Kontorbygning | 20 | 0,85 | 3,6 | 0,10 |
| Skolebygning | 20 | 1,30 | 3,5 | 0,15 |
| Universitets- og høyskolebygning | 20 | 1,50 | 3,7 | 0,10 |
| Sykehus | 20 | 1,30 | 4,7 | 0,15 |
| Sykehjem | 20 | 1,20 | 4,3 | 0,12 |
| Hotellbygning | 25 | 1,40 | 4,0 | 0,10 |
| Idrettsbygning | 20 | 0,80 | 3,8 | 0,10 |
| Forretningsbygning | 25 | 1,40 | 4,6 | 0,12 |
| Kulturbygning | 25 | 1,30 | 3,5 | 0,11 |
| Lett industribygning, verksted | 25 | 1,70 | 3,8 | 0,15 |

Figur 2: Verdier for å bestemme kravet til netto spesifikt energibehov til oppvarming

Høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til oppvarming:

$$EP_{H,0} + K_1 (6.3 - \theta_{ym}) \text{ (Bygning der } A_{fl} \geq 1000 \text{ m}^2 \text{ og årsmiddeltemperatur } \theta_{ym} < 6.3 \text{ °C)}$$

Kjølebehov (romkjøling og ventilasjonskjøling)

| Bygningskategori | Passivhus |
|----------------------------------|-----------|
| | β |
| Barnehage | 0,75 |
| Kontorbygning | 1,4 |
| Skolebygning | 0,75 |
| Universitets- og høyskolebygning | 1,5 |
| Sykehus | 2,9 |
| Sykehjem | 1,6 |
| Hotellbygning | 1,5 |
| Idrettsbygning | 0,9 |
| Forretningsbygning | 3,3 |
| Kulturbygning | 1,2 |
| Lett industribygning, verksted | 1,1 |

Figur 3: Kjølebehovskoeffisient for å bestemme kravet til netto spesifikt energibehov til kjøling

Energieffektiv belysning i yrkesbygg

For mye og gal belysning kan skape et varmeoverskudd som igjen gir behov for kjøling. Plan- og bygningsloven, i form av forskrift om krav til byggverk og produkt til byggverk(TEK), sier at i et bygg skal alle rom ha tilfredsstillende tilgang på lys uten sjenerende varmbelastning. (Enova, 2008)

| Bygningskategori | <i>LENI</i> kWh/(m ² ·år) | Gjennomsnittlig effektbehov i driftstiden ^a W/m ² |
|----------------------------------|---|---|
| Barnehage | 13,0 | 5,0 |
| Kontorbygning | 12,5 | 4,0 |
| Skolebygning | 9,9 | 4,5 |
| Universitets- og høyskolebygning | 14,0 | 4,5 |
| Sykehus | 29,1 | 5,0 |
| Sykehjem | 29,1 | 5,0 |
| Hotellbygning | 17,5 | 3,0 |
| Idrettsbygning | 14,5 | 5,5 |
| Forretningsbygning | 28,1 | 7,5 |
| Kulturbygning | 17,2 | 6,0 |
| Lett industribygning, verksted | 10,5 | 4,5 |

^a Effektbehov til belysning settes lik varmetilskudd, dvs. at det antas at all energibruk til belysning går over til varme i bygningen.

MERKNAD Gjennomsnittlig effektbehov til belysning er gitt av *LENI* dividert med driftstiden. Denne størrelsen må ikke forveksles med prosjektert, dimensjonert eller installert effekt til belysning.

Figur 4: Krav til høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til belysning

Standarden NS-EN12464-1 omhandler belysning av innendørs arbeidsplasser og gir anbefalinger for planlegging av belysningsanlegg. Sentrale begrep er også forklart. Som norsk veileder til standarden finnes Lyskulturs publikasjon 1B, Lux tabellen. (Enova, 2008)

Komponentkrav

Alle faktorer som påvirker energibruken til drift av bygninger skal inngå i minstkravet til energi teknisk standard for bygningen. (Dokka, et al., 2011)

| Egenskap | | Passivhus | Lavenergibygning |
|--|--|--|---|
| U-verdi vindu og dør ^a | | $\leq 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ | $\leq 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ |
| Normalisert kuldebroverdi, ψ^n ^b | | $\leq 0,03 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ | $\leq 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ |
| Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner ^{c, d} | | $\geq 80 \%$ | $\geq 70 \%$ |
| SFP-faktor ventilasjonsanlegg | | $\leq 1,5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ | $\leq 2,0 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ |
| Lekkasjetall ved 50 Pa, n_{50} | | $\leq 0,60 \text{ h}^{-1}$ | $\leq 1,5 \text{ h}^{-1}$ |
| Belysning | Dynamisk dagslys- og konstantlysstyring | Minst 60 % av installert effekt til belysning er underlagt styringssystemet | |
| | Dynamisk behovsstyring ved tilstedeværelse | Minst én styringszone per rom eller én styringszone per 30 m ² i større rom | |

Figur 5: Minstekrav til bygningsdeler, komponenter, systemer og lekkasjetall

Enova utgir hvert år en byggstatistikk basert på innrapportert energibruk fra norske byggeiere som mottar støtte eller som rapporterer frivillig til Enovas Byggnett. For 2017 er 3435 bygninger med i statistikken, hvorav 139 er bygget etter passivhus- eller lavenergistandard. (Enova SF, 2017)

Når vi omtaler energibruk i Byggstatistikken mener vi spesifikk tilført energi, som er mengden tilført (kjøpt) energi til en bygning i løpet av et år, dividert med oppvarmt areal. (Enova SF, 2017)

Enovas byggstatistikk 2017 viser at gjennomsnitt spesifikk energibruk til ti sykehjem med passivhusstandard er 131kWh/m².

Til sammenligning viser teoretiske beregningen for Åse sykehjem at energibruken skal være ca. 115 kWh/m².

2.2.2 Beregning av bygningers effekt- og energiforbruk

Dagens energikrav i byggeforskriftene i Norge kan tilfredsstilles på to alternative måter:

- Energirammemodellen
- Energiltaksmodellen

I energirammemodellen oppgis det en energiramme for hver bygningskategori (13 stk.).

Basert på en beregning av netto energibehov beregnet i henhold til NS 3031 og med normert klima, må dette være under energirammen til byggkategorien.

Fordelen med energirammermodellen er at det krever en energiberegning av bygget. Men siden beregninger er basert på normert klima, og bare regnes fram til netto energibehov, er TEK per i dag lite egnet for å brukes som grunnlag for energistatistikk og sammenligning med målt energibruk.

Netto energibehov er bygningens energibehov uten hensyn til energisystemets virkningsgrad eller tap i energikjeden, jf. NS 3031:2014. Det må gjennomføre en beregningsom viser at totalt netto energibehov ikke overskrider fastsatt energiramme for aktuell bygningskategori, angitt i kWh/m² oppvarmt BRA per år. Kontrollberegningen skal gjøres etter reglene i NS 3031:2014. Man kan bruke beregningsprogrammer som er i samsvar med denne standarden. (Byggteknisk forskrift, 2017)

Totalt netto energibehov for sykehjemmet på Åse skal ikke overstige energirammen i tabell 1, jf. TEK 17 §14-2 første ledd.

Tabell 1: Energirammen for bygningskategorien sykehjem (TEK 17)

| Bygningskategori | Totalt netto energibehov |
|-------------------------|--|
| Sykehjem | 195(230) kWh/m ² oppvarmet BRA per år |

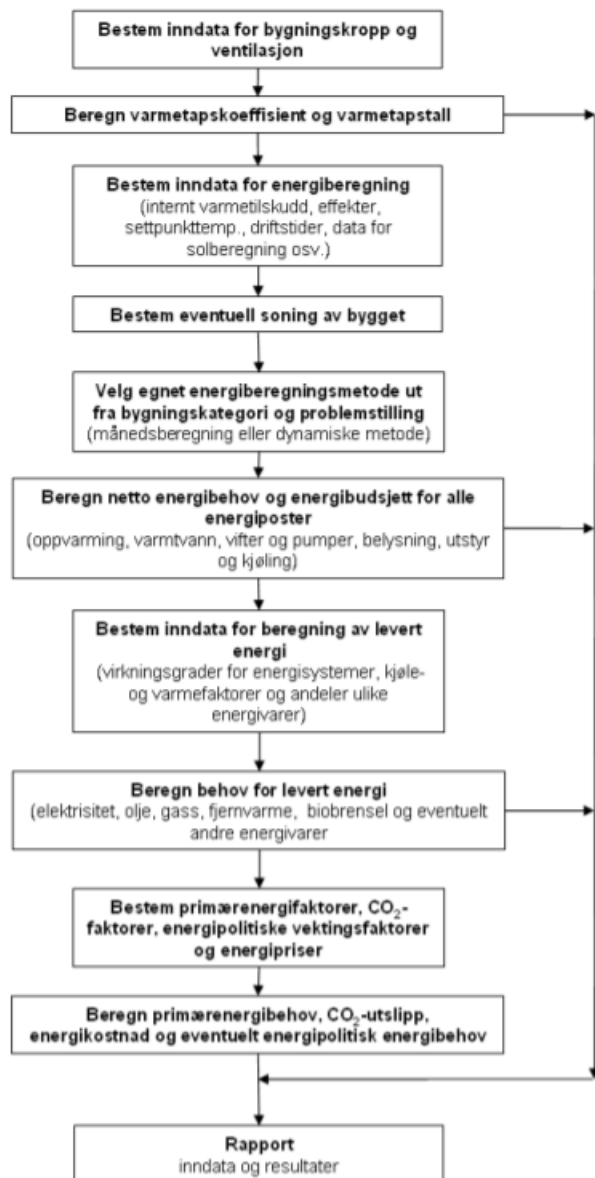
For yrkesbygning skal det beregnes et energibudsjett med reelle verdier for den konkrete bygningen. Denne beregningen kommer i tillegg til kontrollberegningen med normerte verdier. Målet med å beregne et energibudsjett, er å gi bygger og bruker et grovt anslag for den forventede energibruken. Energibudsjettet skal beregnes i henhold til 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
- Energibehov for varmt tappevann
- Kjøling

(Byggteknisk forskrift, 2017)

NS 3031 danner grunnlaget for energiberegninger og energimerking av bygninger. Det er behov for å øke kunnskapen om hva som faktisk påvirker energibruken i byggene, slik at beregningsstandardene og beregningsverktøyene kan bli enda mer treffsikre og i enda større grad ta hensyn til brukermessige forhold. (Dokka, T.H. Svenssom, A. Wigenstad, T. Andresen, I. Simonsen, I. og Berg, T. F. 2011) I NS3031:2007 er metode for beregning av en bygningsenergiytelse etablert.

Figur 6 viser beregningsgangen fra varmetap (varmetapstakk), via netto energibehov til levert energi, og til mulige indikatorer for energiytelse som CO₂-utslipp, primærenergi eller vektet levert energi.



Figur 6 Beregningsprosedyre i henhold til NS3031:2007

Figur 7 viser alle energipostene skal beregnes, og det inkluderer også energibruk utenfor energirammen i TEK 17 §14-2 første ledd.

| Hovedposter | | Underposter | |
|-------------|------------------|-------------|---------------------|
| 1 | Oppvarming | A | Romoppvarming |
| | | B | Ventilasjonsvarme |
| 2 | Varmt vann | | |
| 3 | Vifter og pumper | A | Vifter |
| | | B | Pumper |
| 4 | Belysning | | |
| 5 | Teknisk utstyr | | |
| 6 | Kjøling | A | Romkjøling |
| | | B | Ventilasjonskjøling |
| | Utendørs | | |

Figur 7: Energiposter i henhold til NS 3031

Definisjon av netto energibehov til oppvarming er gitt i NS 3032. Med netto energibehov menes her nyttiggjort energi på forbruksstedet, for eksempel varme fra varmeanlegget avgitt til bygningen. Netto energibehov til oppvarming kan altså betraktes som varmebehovet når systemvirkningsgraden for varmesystemet har 100% virkningsgrad. Energirammene skal inkludere alle energiposter, netto energibehov blir derfor her å forstå som totalt energibehov til et bygg som har systemvirkningsgrad lik 100% for varmeanlegget. (Thyholt & Dokka, 2003)

Målinger av netto energiforbruk til varmt tappevann viser stor variasjoner mellom de målte byggene. Resultatene er sammenlignet med normerte verdier i SN/TS 3031:2016. For sykehjem ser vi et tydelig avvik fra de normerte verdiene. For de sykehjemmene som ble målt, var gjennomsnittlig daglig forbruk 15-45 % av det normert forbruket i SN/TS 3031. (Walnum , Sørensen, & Stråby, 2021)

2.2.3 Energimerking av bygg

Energimerkeforskriften stiller krav til energimerking av alle nye bygg. Energimerket er basert på skala gjeldende fra 12.juni 2015.

Alle yrkesbygg over 1000 kvm skal alltid ha en gyldig energiattest. Det er eier av bygget som har ansvaret for å gjennomføre energimerkingen. Energimerket viser bygningens energistandard og beregnes uavhengig av hvordan de som eier/leier bygget, bruker bygningen. Energimerkesystemet er grunnlaget for å gjennomføre enrgimerking av boliger og yrkesbygg. Energikarakteren går fra A (best) til G (svakest). Energikarakteren er et resultat av

beregnet levert energi under normal bruk til boligen eller bygningen. Hvordan beregningen skjer er fastsatt i standarden NS 3031. Levert energi er den energimengden bygningen må tilføres utenfra ved normal bruk. Beregningen av energikarakteren skjer i hovedsak etter de samme reglene som når man vurderer om en bygg tilfredsstillende byggeforskriftenes (TEK) energikrav. Forskjellen er at byggeforskriftenes krav gjelder for bygningens netto energibehov, mens det er levert energi som er vurderingsgrunnlaget for energimerket. (enova, 2009)

2.2.4 Solskjerming

Varmetilskudd fra solinnstråling og personer kommer ikke til uttrykk i energibudsjettet, men er tatt hensyn til ved beregning av oppvarmingsbehovet (romoppvarming). (Thyholt & Dokka, 2003)

Solskjerming påvirker dagslysforhold, termisk komfort og energibruk i bygninger.

Solskjerming påvirker energibruk på flere måter, ved å

- Redusere solinnstråling (varmetilskudd) som skaper kjølebehov
- Regulere passiv solvarme, det vil si sørge for ønsket varmetilskudd fra sola når vi ønsker det, og
- Begrense hvor mye dagslys kan utnyttes, noe som øker energibehov til belysning.

Solfaktor eller g-verdi er en viktig parameter for energiberegning. Vi kan beregne g-verdier for ulike solskjermingsløsninger med Parasol (et svensk gratisprogram), IDA ICE eller leverandørprogrammer. Tidligere hadde teknisk forskrift minstekrav til solfaktor på solutsatt fasade, men det er fjernet i de nye energireglene. (Tekna, 2021)

2.3 Prinsipper for FDV-dokumentasjon

Dagens praksis viser at eiere ofte ikke vet hva slags dokumentasjon de skal ha. De tenker ikke på hvilken dokumentasjon de trenger for å drifte bygget og for å utføre nødvendig vedlikehold, utskifting, bygge om, bygg på eller rive. (Østad)

NS 3456 er en norsk standard for dokumentasjon for forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU) for byggverk. Målet for denne standarden er å hjelpe leverandører og

byggeiere til å sjekke ut at nødvendig dokumentasjon er overlevert. Standarden fastlegger et minimumsnivå for dokumentasjon av næringsbygg. Den gir også et rammeverk for å avtale dokumentasjon utover minimumsnivå. (Østad)

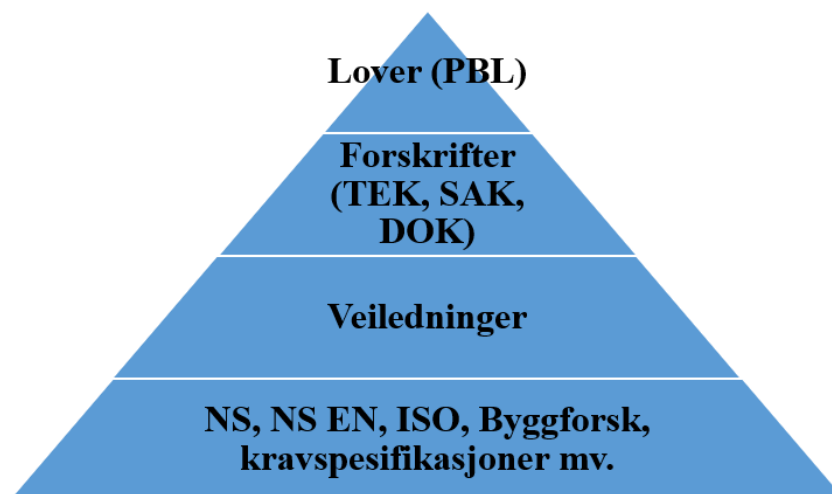
2.3.1 Hva er FDV-dokumentasjon

FDV-dokumentasjon er rett og slett en bruksanvisning for bygget. Slik dokumentasjon vil være viktig for de som skal forvalte , drifte og vedlikeholde bygget. Derfor må FDV-dokumentasjon ha nok informasjon om byggets egenskaper. I byggteknisk forskrift det står at

«Når et byggverk tas i bruk skal det foreligge FDV-dokumentasjon som gir tilstrekkelig informasjon for å kunne drifte byggverket med teknisk installasjoner optimalt. Slik dokumentasjon vil også være nødvendig for å kunne gjøre tilpasninger på grunn av ombygginger og endringer i bruken som kan oppstå over tid.» (Byggteknisk forskrift, 2017)

2.3.2 Lover og forskrifter tilknyttet til FDV-dokumentasjon

Under er figur som hentes fra tidligere masteroppgave og viser hierarkiet mellom lov, forskrift, veiledning og standarder.



Figur 8 Pyramide diagrammet under illustrer hierarkiet mellom lov, forskrift, veiledning, og standarder (Alsen, 2019)

I en tidligere masteroppgave Aleksander Alsen har laget en tabell for lover/forsrifter som er tilknyttet FDV-dokumentasjon. Tabell 2 hentes fra denne oppgaven.

Tabell 2 Lover/forsrifter tilknyttet FDVU (Alsen, 2019)

| lover/forsrifter | Artikkel |
|---------------------------------|---|
| Plan- og bygningsloven (PBL) | <ul style="list-style-type: none"> • § 21-10 Sluttkontroll og ferdigattest • § 29-6 Tekniske installasjoner og anlegg • § 29-7 Krav til produkter til byggverk |
| Byggeteknisk forskrift (TEK 17) | <ul style="list-style-type: none"> • § 4 Dokumentasjon av FDVU • § 3 Dokumentasjon av produkter til byggverk • § 2 Dokumentasjon av oppfyllelse av krav |
| Byggsakforskriften (SAK10) | <ul style="list-style-type: none"> • § 8-2 Overlevering av dokumentasjon for FDVU • § 5-5 Dokumentasjonskrav • § 15-3 Tidsavgrensede krav om tilsyn |
| Byggherreforskriften | <ul style="list-style-type: none"> • § 12 Dokumentasjon for oppfyllelse av krav/fremtidig arbeid |
| NS8407:2011 | <ul style="list-style-type: none"> • Pkt 36.2 henviser til bygningsdelstabellen |

2.3.3 Innhold i FDV-dokumentasjon

Som nevnt tidligere skal FDV-dokumentasjon gi tilstrekkelig informasjon for å kunne forvalte, drifte og vedlikeholde bygget. Dette kapittelet skal gå gjennom bestemmelser tilknyttet innhold i FDV-dokumentasjon fra de lovene og forskiftene som står i tabell 2.

I Plan- og bygningsloven § 21-10 står det at ved ferdigattest skal det fra tiltakshavers eller de ansvarlige foretaks side foreligge tilstrekkelig dokumentasjon over byggverkets, herunder byggeproduktet, egenskaper som grunnlag for forvaltning, drift og vedlikehold av bygget. (Kommunal- og distriktsdepartementet, 2008)

Kapittel 4 i TEK 17 omfatter bestemmelser tilknyttet FDV-dokumentasjon for byggverk. Når bygget tas i bruk må slik dokumentasjon inkludere nok informasjon for drift og tekniske installasjoner i bygget.

I TEK 17 § 4-1 står det at dokumentasjon som grunnlag for forvaltning, drift og vedlikehold, består av flere hoveddeler og utarbeides for alle organisasjonsnivåer. Dette omfatter forvaltningsorganisasjonen, drifts- og vedlikeholdspersonell, brukere (beboere, ansatte, besøkende). Selve FDV-dokumentasjonen må også tilpasses og struktureres i henhold til bygningstype og kompleksitet. Store deler av dokumentasjonen som utarbeides i prosjekteringen, vil vanligvis være viktig grunnlagsmateriale for å fastsette rutiner for forvaltning, drift og vedlikehold, og for å prosjektere senere ombygging og bruksendring. (Byggteknisk forskrift, 2017)

Dokumentasjon som inngår i FDVU, klassifiseres som ulike informasjonstyper.

Kravoppnåelse

Dokumentasjon fra prosjektering og utførelse som bekrefter oppfyllelse av krav som er gitt i regelverk og kontrakter.

Attestasjon

Bekreftelse av egenskaper for bygning eller hele eller deler av teknisk anlegg i form av attester, sertifikater, godkjenninger, tillatelser og samsvarserklæringer.

Beskrivelse

Systembeskrivelser og funksjonsbeskrivelser

Systembeskrivelser skal gi en oversikt over oppbyggingen av bygningsdeler, systemer og integrerte tekniske bygningsinstallasjoner (ITB).

Funksjonsbeskrivelser skal gi beskrivelser av virkemåte og ytelser for ulike konstruksjoner, tekniske anlegg og ITB.

Drift

Anvisninger om drift, bruk og renhold for å opprettholde funksjon og optimal drift, og eventuelt garantier og underlag for eventuelle driftsavtaler.

Vedlikehold

Leverandørens anvisninger for å opprettholde bygningen og de tekniske installasjoner på et fastsatt kvalitetsnivå i tiltenkt levetid.

Produktinformasjon

Identifikasjon og informasjon om produkters egenskaper utarbeidet av produsenten.

Bruksanvisning

Informasjon som brukes som grunnlag for å sikre rett bruk og som skal gi en bruker eller ikke-fagkyndig persom forståelse av bruken. Dette er tillegginformasjon til det som er levert under informasjonstypen beskrivelse (system- og funksjonsbeskrivelse).

Protokoll

Registrering av innstillinger ved overlevering av tekniske anlegg etter innregulering og eller andre styringsdata for drift av tekniske anlegg. Funksjonsprøving og måleravlesninger som dokumenteres.

Identifikasjon

Identifikasjon av komponenter (produkter) og systemer, og hvor disse er montert.

Tegning

«Som bygget»-tegninger: tegninger og modeller som er oppdatert med eventuelle avvik mellom prosjektert løsning og faktisk utførelse.

Bilde

Elektronisk informasjon i form av bilder eller film med tilhørende plassering og identifisering der det er formålstjenlig.

(Standard Norge, 2018)

2.3.4 Generell FDVU-dokumentasjon

«Generell FDVU-dokumentasjon» er definert i SN/TS 3456:2018 pkt.6 og anses som FDVU-dokumentasjon som ikke naturlig kan knyttes til en bygningsdel iht. NS 3451:2009. (Ann. K. F 2019)

Under er en liste av FDV-dokumentasjon som er relevant for oppgaven.

- Dokumentasjoner for Forvaltning
 - 113 Drifts- og vedlikeholdsavtaler
 - 116 Protokoller se bl. a. kravene i ITB standardene som er NS 6450:2016 og NS3935:2019
- Juridiske og offentlige dokumenter
 - 124 Ferdigattest og midlertidig brukstillatelse
- Dimensjonering
 - 141 Energiberegninger
 - 144 Inneklima (lys, luft, lyd, og temperatur)
 - 145 Målinger (lys, radon, tetthet)
- Miljø
 - 153 Energiattest
- Tegninger, planer og kart (alle fag)
 - 164 Plan-, snitt- og fasadetegninger
- Drift og vedlikehold
 - 191 Drifts- og vedlikeholdsplan for bygning
 - 192 Opplæringsplaner (kvittert gjennomført)
 - 195 Prøvedrift

2.3.5 Levering av FDV-dokumentasjon

Senest ved søknad om ferdigattest skal søker bekrefte at dokumentasjonsgrunnlaget for forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) er overlevert byggverkets eier. Eier skal på sin side bekrefte ved kvittering at han har mottatt FDV-dokumentasjonen, og denne bekreftelsen skal kunne vises fram ved et eventuelt tilsyn. (Direktoratet for byggkvalitet , 2011)

Totalentreprenøren skal levere forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdsdokumentasjon (FDV-dokumentasjon) til byggherren. Er ikke annet avtalt, skal dokumentasjonen overleveres både i elektronisk format og i papirform inndelt etter bygningsdelstabelen eller på annen hensiktsmessig måte.

Er ikke annet avtalt, skal byggherren senest tre uker før påbegynnelsen av overtakelsesforretningen ha mottatt kontraktmessig dokumentasjon.

Er ikke annet avtalt, skal nødvendig opplæring være gjennomført før overtakelse. (Norsk Standard, 2011)

2.4 Gjennomføring av kontroll

Kontroll skal gjennomføres uavhengig og helhetlig, og skal ivareta grenseflater mellom forskjellige fagområder.

Kontroll skal gjennomføres på grunnlag av planer for gjennomføring av tiltaket, som også skal omfatte sluttkontroll. Omfang, detaljering og gjennomføring av kontrollen skal tilpasses arbeidets vanskelighet, risiko for og konsekvenser ved feil, og foretakenes pålitelighet og dugelighet.

Tiltakshaver og de ansvarlige foretak har plikt til å gi de opplysninger som er nødvendige for gjennomføringen av kontrollen. Ved feil som er påpekt av kontrollforetaket, og som ikke blir rettet, og ved uenighet om tekniske løsninger, skal kontrollforetaket informere kommunen.

Departementet gir forskrifter om gjennomføring av kontroll. (Kommunal- og distriktsdepartementet, 2008)

Det er krav om uavhengig kontroll av fuktsikring ved nybygging og søknadspliktig ombygging av våtrom i alle boliger og med lufttetthet i nye boliger.

For bygningsfysikk, konstruksjonssikkerhet, geoteknikk og brannsikkerhet i tiltaksklasse 2 og 3 er det krav om uavhengig kontroll, dels for prosjektering og dels for utførelse.

Uavhengig kontroll innebærer kontroll av utført kvalitetssikring og kontroll av resultater fra prosjektering og utførelse.

Kontrollforetaket skal bekrefte at det kontrollerte foretaket har rutiner for kontrollområdet i sitt foretakssystem. For å sikre at det er samsvar mellom rutiner og utført kvalitetssikring skal kontrollen bekrefte at rutiner innen kontrollområdet er fulgt. Tilsvarende skal det foretas kontroll av resultater fra prosjektering og utførelse for å bekrefte samsvar. Prosjektering skal samsvare med kravene i byggt teknisk forskrift (TEK), mens utført byggerarbeid skal samsvare med produksjonsunderlaget som tegninger og arbeidsbeskrivelser.

Uavhengig kontroll av utført kvalitetssikring er et krav for all kontroll. Kontrollforetaket skal bekrefte at det kontrollerte foretaket har rutine for kvalitetssikring i sitt foretakssystem.

Derneft skal det kontrolleres at kvalitetssikring er utført og kan dokumenteres ved sjekklister eller andre hjelpemidler, slik det følger av krav til bruk av styringssystem, jf. SAK10 kapittel 10.

Kontroll av prosjektering og utførelse gjennomføres på utvalgte deler av prosjekterings- og byggerarbeidet.

Kontroll av utførelse innebærer blant annet stikkprøvekontroll av at produksjonsunderlaget er tilgjengelig på byggeplassen, påvisning av samsvar mellom produksjonsunderlag og det utførte byggerarbeidet og påvisning av samsvar mellom dokumentert kvalitetssikring og utført byggerarbeid. I noen tilfeller skal det foretas påvisning av produktdokumentasjon som del av utførelseskontrollen. (Direktoratet for byggkvalitet, 2012)

2.5 Kostnader i byggeprosjekt

2.5.1 Spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt – NS 3453:2016

Standarden kan brukes som et hjelpemiddel for å strukturere økonomiske rutiner i byggeprosjekter, for eksempel:

- Budsjettering
- Kalkulering
- Prising
- Budsjettoppfølgning
- Etterkalkulering
- Bygge- og prosjektrekningskap
- Statistikk og nøkkeltall

Kontoplanen er bygd opp med tre nivåer, med økende grad av detaljering. For å få lettere oversikt er kontoplanen presentert som en oversiktstabell som viser inndeling av hoveddeler på kontonivå 1 med henvisning. (Norsk Standard, 2016)

Tabell 3 Hovedoppstilling av kostnader på kontonivå 1

| Kontonivå 1 | Tekst | Henvisning |
|-------------|------------------------|--|
| 01 | Felleskostnader | Tabell 2 i NS 3453:2016 – Detaljert oppstilling av kostnadskontoer |
| 02 | Bygning | Tabell 2 i NS 3451 – Bygning |
| 03 | VVS-installasjoner | Tabell 2 i NS 3451 – Bygning |
| 04 | Elkraft | Tabell 2 i NS 3451 – Bygning |
| 05 | Tele og automatisering | Tabell 2 i NS 3451 – Bygning |
| 06 | Andre installasjon | Tabell 2 i NS 3451 – Bygning |
| 07 | Utendørs | Tabell 2 i NS 3451 – Bygning |
| 08 | Generelle kostnader | Tabell 2 i NS 3453:2016 – Detaljert oppstilling av kostnadskontoer |

2.5.2 Norsk prisbok

Norsk Prisbok er et oppslagsverk for den norske byggbransjen. Norsk Prisbok er en oppdatert prisdatabase og inneholder bred og mangfoldig prisinformasjon vedrørende kostnader for et byggeprosjekt, samt LCC og carbon footprint verdier. Norsk Prisbok følger den kontonuerlige utviklingen i byggebransjen. Innholdet består av 1700 ferdigkalkulerte elementer, over 3500 prislinjer, tider, reseptmengder, livssyklus kostnader og carbon footprint verdier, samt erfaringspriser pr. kvadratmeter BTA for stadig økende antall bygningstyper i.h.t. NS3457. (Norsk Prisbok, u.d.)

BTA (bruttoareal): Areal begrenset av ytterveggen utside eller midt i delevegg. (Norsk Standard, 2012)

3 Metode

I dette kapitlet beskrives en framgangsmåte og et middel som skal besvare de angitte forskningsspørsmålene. For å finne svar på disse spørsmålene må vi gå gjennom både et teoristudie og et case-studie.

3.1 Forskningsdesign

3.1.1 Teoristudie

Oppgaven startet med en teoridel der det ble gjennomført et litteraturstudie for å tilegne seg kunnskap som skal brukes videre i oppgaven. Dette er en betydelig del da dette danner grunnlaget for oppgaven. På grunn av at bygningen som benyttes til case-studie er bygget etter passivhusstandarden vil det legges ekstra fokus på teori om bygningers energiytelse, FDVU dokumentasjon, TEK17 og eneriberegninger.

3.1.2 Befaring

Det ble gjennomført en befaring av bygget som benyttes i case-studiet. Befaringen ble gjennomført sammen med vaktmesteren som har ansvar for de tekniske installasjonene på sykehjemmet. Her ble store deler og av sykehjemmet og spesielt tekniske installasjoner gått gjennom og dokumentert med bilder. Disse bildene ble senere sett på sammen med veileder for å danne seg et bilde over hvor man skulle legge fokus i case-studiet.

3.1.3 Case-studie

Case-studie er en studie av én enhet, på norsk også omtalt som kasusstudie eller eksempelstudie. (<https://snl.no/case-studie>, 2017)

Det nye sykehjemmet på Åse blir brukt som et case-studie. Sykehjemmet er bygget etter passivhustandarden, noe som stiller svært strenge krav til dokumentasjon og vil derfor være godt egnet til denne oppgaven.

Det ble gått gjennom FDV dokumentasjon, funksjonsbeskrivelse, energiberegninger og byggefysikknotater. Kontrakt er også blitt brukt for å kontrollere om totalentreprenør har levert det som er planlagt.

Til slutt skal det ses på faktiske byggekostnader og sammenligne disse med budsjett og Norsk Prisbok. Dette gjøres for å få en konklusjon på om kostnaden står i stil til levert bygg.

4 Beskrivelse av case

Det gamle sykehjemmet på Åse ble bygget rundt 1960. Det er ikke alle pasientrommene som er i tilknytning til toalett og bad og det er det ikke plass til nødvendige tekniske hjelpemidler. Oppholdsrommene er små og ganger og hall brukes som stue. Bygget er generelt dårlig vedlikehold både på rommene og fasaden. Medisinrommet tilfredsstillende HMS-krav og grunnet mange trapper og utganger er ikke bygget egnet for pasienter med demensdiagnoser. Andøy kommune vurderte en utfasing av dette gamle sykehjemmet og i 2017 godkjente kommunestyret prosjektskissen for nytt sykehjem på Åse.

Det nye sykehjemmet er dimensjonert for 24 sykehjemsplasser, 8 dagplasser og ca. 25-30 ansatte og med et areal på 2682 m² BTA. Bygget er delt i tre fløyer, A-fløyen er mot vest, B-fløyen ligger mot sør og C-fløyen er mot øst.

Bygget har 24 rom, hvorav fire skjermede rom og åtte dagplasser i tillegg. Bygget er ført opp i passivhusstandard som har strenge krav til isolering av vegger, tak, gulv, vinduer og dører. Prosjektet startet våren 2020 og sto ferdig mars 2022. Prøvedrift ble startet februar 2022 og skal være avsluttet mai 2022.

NS 3935:2019 ITB standarden anbefaler en prøvedrift på 12 måneder slik at alle årstidene er omfattet av prøvedriften. Hvorfor kommunen valgte en prøvedriftsperiode på kun 3 måneder er ikke diskutert i videre i oppgaven.

Bygget har kostet ca. 147 millioner kroner pr. mars 2022, summen er alle poster fra post 1 til post 12 etter NS3453:2016.

Det som skal analyseres er prosessen med planlegging, bygging og levering av FDV dokumentasjon. Det er ikke så ofte en har mulighet til å gå så grundig gjennom et bygg som er nybygget.

Sortland entreprenør var total entreprenør for byggeprosjektet og er nå i garantitiden etter NS8407:2011.

5 Befaring

Gjennom befaring av sykehjemmet for case-studiet ble denne masteroppgaven mer håndfast. Masse bilder ble tatt i denne befaringen og inndelt etter bygningsdeler og det ble observert en del avvik. Befaring ble utført sammen med vaktmaster fra Andøy kommune og ble delt i to dager for å få tid til å gå gjennom de forskjellige tekniske fagområdene. Bildene som ligger i vedlegg B er tatt under befaring.

I tillegg til befaring er det kommet tilbakemelding om en rekke avvik fra vaktmaster til sykehjem.

Belysing

Deler av belysning er unødvendig at står på hele tiden og det bør være mulig å styre på SD-anlegg eller slå av manuell. For eksempel lys på egen gangen til kjøkkenet, bårerommet og kjølerom.

Gulvarme

Det er noen rom har feil temperatur på grunn av det er feil i SD-anlegg som regulerer gulvvarm.

Endringsmelding bør ikke være godtatt

Tre ekstra endringsmeldinger som ble bestilt av byggherren er egentlig inkludert i kontrakten. Varmtvann til moppemaskiner, strømmåler til el. kjele og dørpumpe til medisinrom. De to første står i funksjonsbeskrivelse. På grunn av at medisinrommet er en egen branncelle bør det ha en dør med dørpumpe som lukkes automatisk.

Bygningsmessige feil

Per i dag har vannlekkasje fra tak ikke blitt fikset. Dører som var skadet har blitt byttet. Totalentreprenør har ikke tatt stilling til ventilasjonsstøy fra kjøkken.

Det nevnes også noen mangler i overlevert FDV-dokumentasjon. Det er tatt opp i sjekkelisten til FDV-dokumentasjon i vedlegg A.

6 Case-studie av nytt sykehjem på Åse

Dette kapitlet omfatter et case-studie av det nye sykehjemmet på Åse som ble overlevert i 2022. Studiet er gjennomført i to deler. I første del skal det være en gjennomgang av funksjonsbeskrivelsen som er utarbeidet i anbudsfasen og konkurransegrunnlaget.

Deretter er det gjennomgått om FDV-dokumentasjonen er levert etter krav og om ytelsen på bygget er levert.

6.1 Dokumentundersøkelser

Det er tre dokumenter som undersøkes fra byggeprosjektet i dette kapitlet.

Funksjonsbeskrivelse for VVS-anlegg fra anbudsfasen, energiberegning og bygningsfysikk som er levert sammen med FDV-dokumentasjon av totalentreprenør. De tre dokumentene skal kontrolleres mot FDV-dokumentasjon og bilder som er tatt under befaring. FDV-dokumentasjon skal kontrolleres mot tekniske krav, standard og regler for energibruk til passivhus.

6.1.1 Notat fra utført energiberegning

Hensikten med beregningen er å kontrollere at det planlagte bygget tilfredsstiller energikravene i TEK17 og kravene til passivhus i NS3701. Bygningens oppvarmede bruksareal er 2697 m² BRA. Det finnes bare en versjon på energiberegning og den er ikke oppdatert etter endringer under prosjekteringen.

U-verdi

| Beskrivelse | Åse Sykehjem | Minstekrav (TEK17) | Minstekrav (NS3701) |
|---|--------------|--------------------|---------------------|
| U-verdi yttervegger - Bindingsverk [W/m ² K] | 0,12 | ≤ 0,22 | - |
| U-verdi tak [W/m ² K] | 0,10 | ≤ 0,18 | - |
| U-verdi gulv mot grunn [W/m ² K] | 0,13* | ≤ 0,18 | - |
| U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K] | 0,78** | ≤ 1,2 | ≤ 0,80 |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K] | 0,03 | - | ≤ 0,03 |
| Lekkasjetall [luftvekslinger per t.] | 0,5 | ≤ 1,5 | ≤ 0,6 |

*U-verdi eks. grunnens varmemotstand.

**Endelig verdi ikke avklart

Figur 9 Bygningskomponentenes egenskaper og minstekrav

Avvik

Det ble oppdaget en feil i energiberegningen. I energiberegningen settes u-verdi på dører på 0.78 W/m²K, selv om denne verdien er merket med «Endelig verdi ikke avklart». I FDV-dokumentasjon som er levert vises det at U-verdi på alle dører med glassfelt er 0.84 W/m²K. Disse overholder ikke minstrekrav til NS3701 som er 0.80 W/m²K.

Energikilde

Varmepumpe og direkte el.

| Data energikilde | Dekningsgrad energibehov | Kommentar |
|---|------------------------------------|--|
| Romoppvarming [%]: | <input type="text" value="100,0"/> | Total dekningsgrad romoppv. [%]: 100 |
| Oppvarming av tappevann [%]: | <input type="text" value="100,0"/> | Total dekningsgrad tappevann [%]: 100 |
| Varmebatterier ventilasjon [%]: | <input type="text" value="100,0"/> | Total dekningsgrad varmbatterier [%]: 100 |
| Kjølebatterier ventilasjon [%]: | <input type="text" value="0,0"/> | Total dekningsgrad kjølebatterier [%]: 100 |
| Lokal kjøling (romkjøling) [%]: | <input type="text" value="0,0"/> | Total dekningsgrad romkjøling [%]: 100 |
| El. spesifikt energibehov* [%]: | <input type="text" value="0,0"/> | Total dekningsgrad el. spesifikt [%]: 100 |
| * Under el. spesifikt energibehov regnes energibruk til belysning, utstyr, vifter og pumper | | |
| * For el. spesifikt energibehov brukes systemvirkningsgrad oppvarming. | | |

| El. | Olje | Gass | Fjernvarme | Biobrensel | Varmepumpe | Sol | Annen |
|---|-----------------------------------|------|-------------------------------------|------------|------------|-----|-------|
| Data energikilde Dekningsgrad energibehov Kommentar | | | | | | | |
| Systemvirkningsgrad romoppvarming: | <input type="text" value="1,78"/> | | Beregning av systemvirkningsgrad... | | | | |
| Systemvirkningsgrad varmtvann: | <input type="text" value="2,60"/> | | Beregning av systemvirkningsgrad... | | | | |
| Systemvirkningsgrad varmbatterier: | <input type="text" value="2,67"/> | | Beregning av systemvirkningsgrad... | | | | |
| Gjennomsnittlig kjølefaktor romkjøling: | <input type="text" value="2,50"/> | | Typiske kjølefaktor... | | | | |
| Gjennomsnittlig kjølefaktor kjølebatterier: | <input type="text" value="2,50"/> | | | | | | |
| CO2-faktor (CO2-ekv.) [g/kWh]: | <input type="text" value="130"/> | | | | | | |
| Energipris [kr/kWh]: | <input type="text" value="0,80"/> | | | | | | |

Figur 10 Varmepump

| Data energikilde | Dekningsgrad energibehov | Kommentar |
|---|------------------------------------|--|
| Romoppvarming [%]: | <input type="text" value="0.0"/> | Total dekningsgrad romoppv. [%]: 100 |
| Oppvarming av tappevann [%]: | <input type="text" value="0.0"/> | Total dekningsgrad tappevann [%]: 100 |
| Varmebatterier ventilasjon [%]: | <input type="text" value="0.0"/> | Total dekningsgrad varmbatterier [%]: 100 |
| Kjølebatterier ventilasjon [%]: | <input type="text" value="100.0"/> | Total dekningsgrad kjølebatterier [%]: 100 |
| Lokal kjøling (romkjøling) [%]: | <input type="text" value="100.0"/> | Total dekningsgrad romkjøling [%]: 100 |
| El. spesifikt energibehov* [%]: | <input type="text" value="100.0"/> | Total dekningsgrad el. spesifikt [%]: 100 |
| * Under el. spesifikt energibehov regnes energibruk til belysning, utstyr, vifter og pumper | | |
| * For energikilden elektrisitet brukes en virkningsgrad på 1.0 for el. spesifikt energibehov. | | |

| Data energikilde | Dekningsgrad energibehov | Kommentar |
|---|-----------------------------------|--|
| Systemvirkningsgrad romoppvarming: | <input type="text" value="0.81"/> | <input type="button" value="Beregning av systemvirkningsgrad..."/> |
| Systemvirkningsgrad varmtvann: | <input type="text" value="0.98"/> | <input type="button" value="Beregning av systemvirkningsgrad..."/> |
| Systemvirkningsgrad varmbatterier: | <input type="text" value="0.88"/> | <input type="button" value="Beregning av systemvirkningsgrad..."/> |
| Gjennomsnittlig kjølefaktor romkjøling: | <input type="text" value="2.50"/> | <input type="button" value="Typiske kjølefactorer..."/> |
| Gjennomsnittlig kjølefaktor kjølebatterier: | <input type="text" value="2.50"/> | |
| CO2faktor (CO2-ekv.) [g/kWh]: | <input type="text" value="130"/> | |
| Energipris [kr/kWh]: | <input type="text" value="0.80"/> | |

Figur 11 Direkte elektrisitet

Avvik

Tegninger og beregning mangler for varmpumpe. Det er ikke mulig å gjennomføre en kontroll av verdier.

Spiss last er direkte elektrisk via elektrisksk kjele, beregninger for når denne benyttes er ikke funnet.

Ventilasjon

Det er modellert to CAV-anlegg og ett VAV-anlegg (kjøkken).

Tabell 4 Teknisk inndata for ventilasjon

| Element | CAV-anleggene | VAV-anlegg |
|--|--------------------------------------|--|
| | Verdi | Verdi |
| Luftmengde (i driftstid) | 8,16 m ³ /hm ² | 2,23 m ³ /hm ² (maks) 1,11 m ³ /hm ² (minste) |
| Luftmengde (utenfor driftstid) | 3,0 m ³ /hm ² | 0,0 m ³ /hm ² |
| Installert effekt varmbatteri | 30,0 W/m ² | 30,0 W/m ² |
| SFP-faktor (i drifttid og utenfor driftstid) | 1,5 kW/m ³ | 1,5 kW/m ³ |
| <u>Verdi må dokumenteres av leverandør</u> | | |

| | | |
|---|----------------------|----------------------|
| Årsmidlere temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg <u>Verdi må dokumenteres av leverandør</u> | 85% | 87% |
| Settpunkttemperatur ventillasjon | 19°C | 19°C |
| Belysningseffekt (armatur + styring etter dagslys og tilstedeværelse) <u>Verdi må dokumenteres i LENI-beregning fra leverandør</u> | 4,0 W/m ² | 4,0 W/m ² |

Avvik

SFP faktor til VAV-anlegg i energinotat er ikke samme tall som i FDV-dokumentasjon.

Temperaturvirkningsgrad til VAV-anlegg i FDV-dokumentasjon er mindre enn i energinotat.

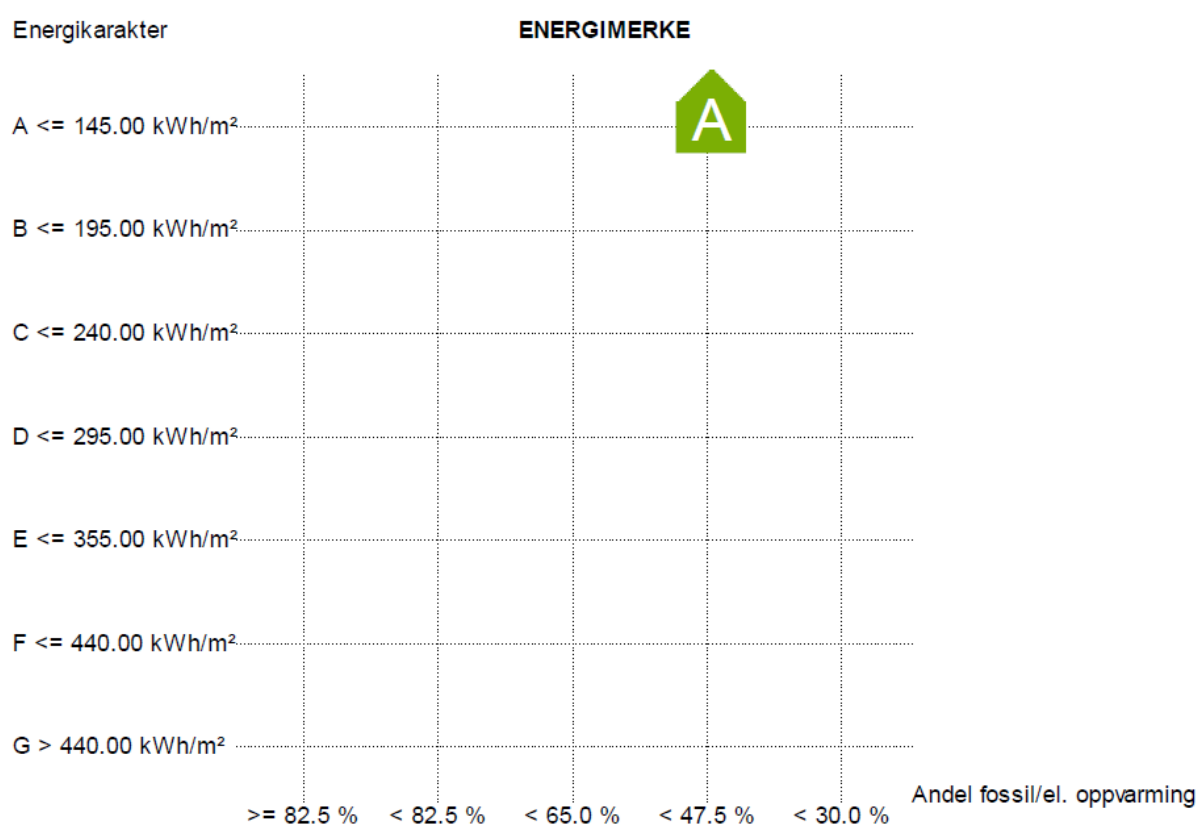
SFP faktor til CAV-anlegg i energinotat stemmer med FDV-dokumentasjon.

Lvert energibehov - Energimerkeordningen

Netto energibehov er beregnet til 141,0 kWh/m². Behov for levert energi avhenger av valgt løsning for varmforsyning og energikilde. Beregnet behov for levert energi er på 114,85 kWh/m². Verdien kommer fra energinotat fra totalentreprenør som er en del av sluttrapporten. Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov er 40.5%. Beregningene er utført med klimadata for Oslo.

| Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov) | |
|--|--------------------------|
| Beskrivelse | Verdi |
| 1a Beregnet energibehov romoppvarming | 5,5 kWh/m ² |
| 1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier) | 8,6 kWh/m ² |
| 2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann) | 29,8 kWh/m ² |
| 3a Beregnet energibehov vifter | 26,9 kWh/m ² |
| 3b Beregnet energibehov pumper | 0,1 kWh/m ² |
| 4 Beregnet energibehov belysning | 46,7 kWh/m ² |
| 5 Beregnet energibehov teknisk utstyr | 23,4 kWh/m ² |
| 6a Beregnet energibehov romkjøling | 0,0 kWh/m ² |
| 6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier) | 0,0 kWh/m ² |
| Totalt beregnet energibehov | 141,0 kWh/m ² |
| Forskriftskrav netto energibehov | 195,0 kWh/m ² |

Figur 12 Netto energibehov



Figur 13 Energimerke for sykehjem

Avvik

Det stilles også spørsmål om hvorfor beregningen er basert på klimadata for Oslo.

Passivhusstandard – NS3701

| Varmetapsbudsjett | |
|---|-------|
| Beskrivelse | Verdi |
| Varmetapstall yttervegger | 0,04 |
| Varmetapstall tak | 0,08 |
| Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri | 0,08 |
| Varmetapstall glass/vinduer/dører | 0,12 |
| Varmetapstall kuldebroer | 0,02 |
| Varmetapstall infiltrasjon | 0,04 |
| Totalt varmetapstall | 0,38 |
| Krav varmetapstall | 0,40 |

Figur 14 Resultat varmetapstall – Passivhus

| Energiytelse | | |
|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Beskrivelse | Verdi | Krav |
| Netto oppvarmingsbehov | 23,8 kWh/m ² | 24,1 kWh/m ² |
| Netto kjølebehov | 0,0 kWh/m ² | 1,6 kWh/m ² |
| Gjennomsnittlig effektbehov belysning | 4,0 W/m ² | 5,0 W/m ² |

Figur 15 Resultat energiytelser – Passivhus

Samlet netto energibehov fordelt på de ulike energipostene beregnet iht. beregningsreglene for passivhus (NS 3701:2012) er gitt i Figur 12.

Avvik

Totalt varmetapstall er 0.38 fra figur 14 og er innenfor kravet på 0.4, men det finnes ingen utregning for enkeltkomponentene i FDV-dokumentasjon.

Verdier i figur 15 stemmer i NS3701 for sykehjem med passivhusstandard.

6.1.2 Premissnotat for bygningsfysikk

Premissnotat for bygningsfysikk er et notat som oppsummerer relevante krav i byggeteknisk forskrift bygget skal tilfredstille, spesielt under kapittel 14 «Energi». I tillegg til å tilfredsstille byggeteknisk forskrift skal bygget oppnå passivhusstandard.

Rådgiver i bygningsfysikk skal bidra til å utforme bygningsdeler på en slik måte at bygget oppnår ønskede kvaliteter med tanke på energi, varmetransport og lufttetthet.

I oppgaven er det sammenlignet tegninger som er levert fra totalentreprenør opp mot kravene gitt i NS3701 og TEK 17. Det foreligger ikke noen bilder fra byggefasen slik at en kontroll i praksis ikke er mulig.

Det er gjennomført flere befaringer, men dette var da sykehjemmet var ferdig bygd og det var ikke mulig å fastslå hvordan konstruksjonene er bygget opp.

Gulv mot terreng

Gulv på grunn forutsetter en U-verdi på 0.13 W/m²k (eks. varmemotstanden i grunnen) i energiberegningene. U-verdien kan oppnås med 250mm trykkfast isolasjon i klasse 35.

Avvik:

Ingen FDV-dokumentasjon viser at kvalitet på isolasjon er som beskrevet eller vist. Det finnes ikke ingen FDV-dokumentasjon av gulv mot terreng, kun et grunnmurselement som er ulikt det som er prosjektert av ARK og skal være kontrollert av rådgiver i bygningsfysikk. Det er avvik på tegningen fra ARK og det som er levert av FDV på grunnmurselementer. Denne type avvik på sentrale deler for å oppnå beskrevet energi krav er bekymringsfullt.

Yttervegg av bindingsverk

Ytterveggene skal ha en U-verdi på 0.12 W/m²K eller lavere.

Fasader skal utføres i henhold til prinsippet om to-trinns tetting – regnskjerm og vindsperre.

Forutsatt oppbygning er:

- Innvendig kledning
- 48 mm påforing isolert med mineralull i kl.34.
- Dampsperre
- Bindingsverk av ISO3 300 stav, isolert med glassull i kl.34.
- GU-X vindsperreplate som bør ha lavest mulig Sd-verdi, helst under 0.1m.

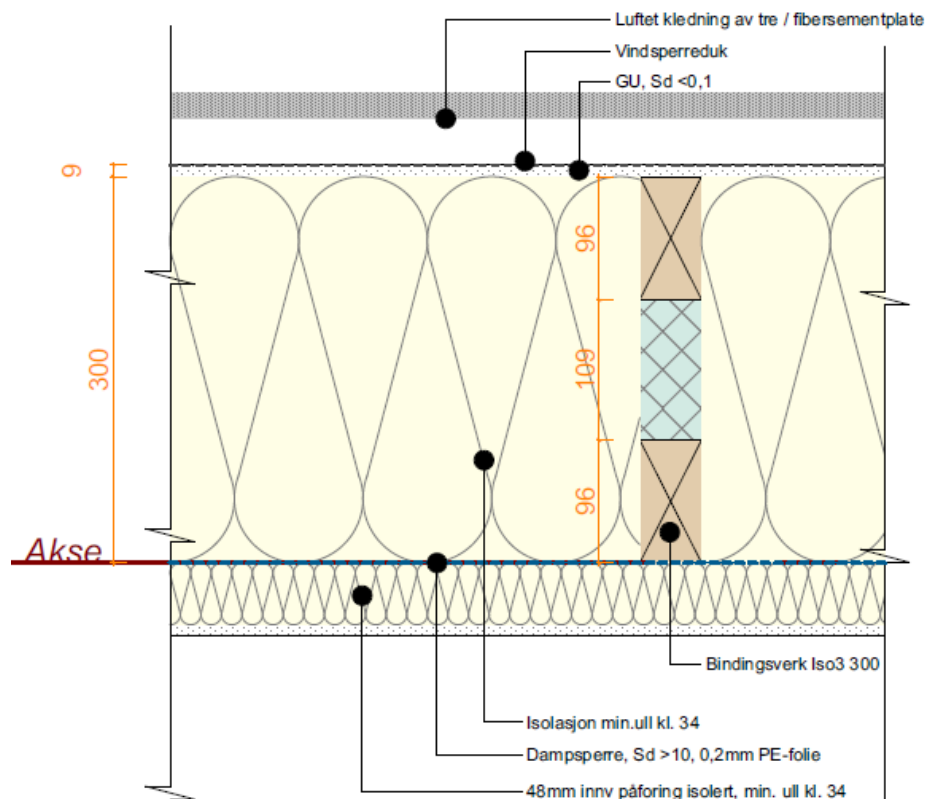
- Utvendig trekledning/platekledning fungerer som regnskjerm og vindspærren som luft-/vindtetting

Som hovedregel skal maks 25% av isolasjonstykkelse plasseres på varm side av dampspærren.

Avvik:

Krav på ytterveggene er som beskrevet på tegninger. Tegningene er levert av totalentreprenør som FDV.

Det er kontrollert isolasjonsklasse på Glava som er levert og i det er orden, men uten bilder og sjekklister av utført arbeide er det ikke mulig å si noe om krav er oppnådd.



Figur 16 Tegning av yttervegg fra FDV

Vinduer og dører

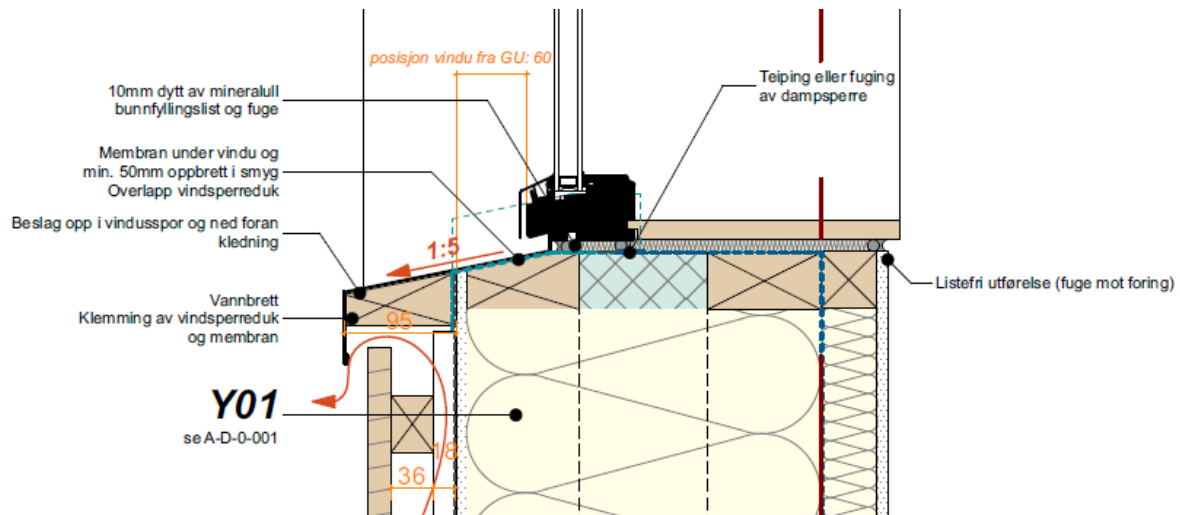
- U-verdi for glassfasader, vinduer, dører og porter ikke kan overstige $0.80 \text{ W/m}^2\text{K}$.

- Bruk alltid to-trinn tetting av fugene mellom vinduskarmen og veggen.
- Ved inntrukket vindu skal det benyttes membran under karm og vannbrettbeslag.
- Viduer skal ikke plasseres utenfor vindsperresjiktet.

Avvik:

FDV-dokumentasjon viser at u-verdi for porter og enkelte dører er større enn $0.80 \text{ W/m}^2\text{k}$. Ingen dokumentasjon viser u-verdi for vinduer. Tegning viser at kravene er oppfylte.

Uten bilder og sjekklister av utført arbeide er det ikke mulig å si noe om krav er oppnådd.



Figur 17 Tegning av trukket vinduer fra FDV

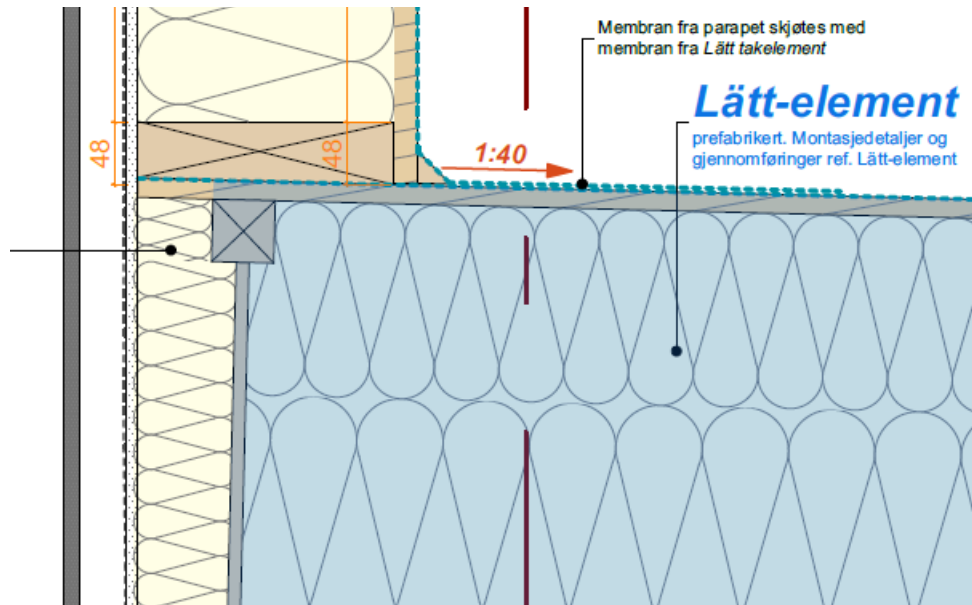
Tak

- Bygget skal utføres med flate og kompakte tak.
- Konstruksjonstyper: lätt-elementer.
- Kompakte tak krever innvendig nedløp som har tilstrekkelig fall mot sluk og renner.
- Membran benyttes som både dampsperre og takteking for ekstra fuktsikring.

Avvik:

Det finnes ingen tegninger av innvendig nedløp.

Tegningen under viser hvordan membran skal være utført. Det finnes ikke bilder eller sjekklister fra oppbygging av overgang vegg-tak og tak-gesims. Dette er viktige detaljer på hvordan fuktsperre skal klemmes fast. Videre mangler det dokumentasjon på hvordan isolasjon og tetthet er ivaretatt under bygging.



Figur 18 Lätt-element

Kuldebroer

Normalisert kuldebroverdi er summen av alle kuldebroer i bygget dividert på oppvarmet bruksareal.

Lineære kuldebroer vil ha størst bidrag til normalisert kuldebroverdi, slik som vindu, dører, ringmur, etasjeskillere og overgang til tak.

Avvik:

Uten bilder og sjekklister av utført arbeid er det ikke mulig å si noe om krav er oppnådd.

Våtrom

- Kontinuerlige vanntette sjikt, omhyggelig tetting rundt gjennomføringer.
- Inspiserbare og reparerbare vannførende installasjoner.
- Sluk i gulv og fall til sluk (Bilder fra befaring)
- Tilstrekkelig ventilasjon
- Vegger i våtrom må ha høy motstandsdyktighet mot fuktbelastning og skal utføres uten gips.

Avvik:

Veggplater til våtrom er løst før bygning ble tatt i bruk. Årsaken til at platene var løse skyldes produksjonsfeil, men kun løse veggplater ble skiftet, ikke alle fra samme produksjonsserie.

6.1.3 Funksjonsbeskrivelse – VVS anlegg

Bare varmeanlegg, kuldeanlegg og luftbehandlingsanlegg skal kontrolleres mot FDV på grunn av at bare de tre anlegg er omfattet energi.

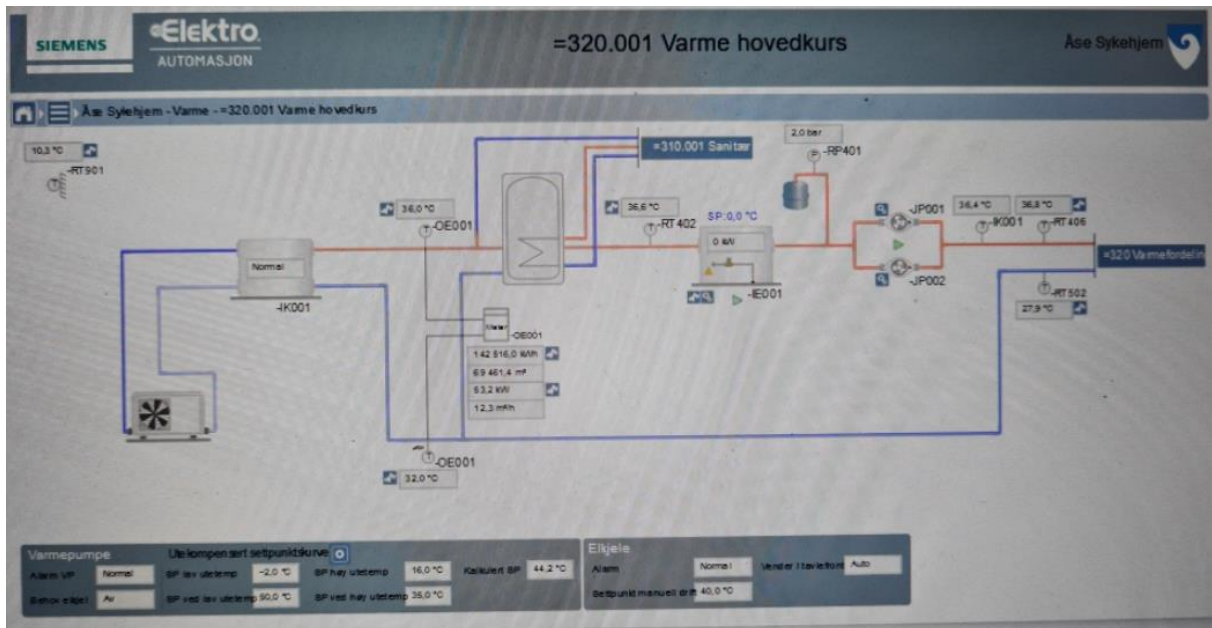
Varmeanlegg

Dimensjonering varmerør

- Varmeanlegget dimensjoneres for en tur-/returtemperatur +45/30 grader C.
Gulvvarmeanlegg skal ha maksimal turtemp. På 35 – 40 grader C.
- Varmepumpen bør få en ytelse på ca. 60 kW (50 % effektdekning) og den vil da levere ca 85% av årlig energibehov til oppvarming. (SD-anlegg)
- Elektrokjel skal ha en ytelse på ca. 120 kW.
- Akkumulatortank ca. 600 liter.

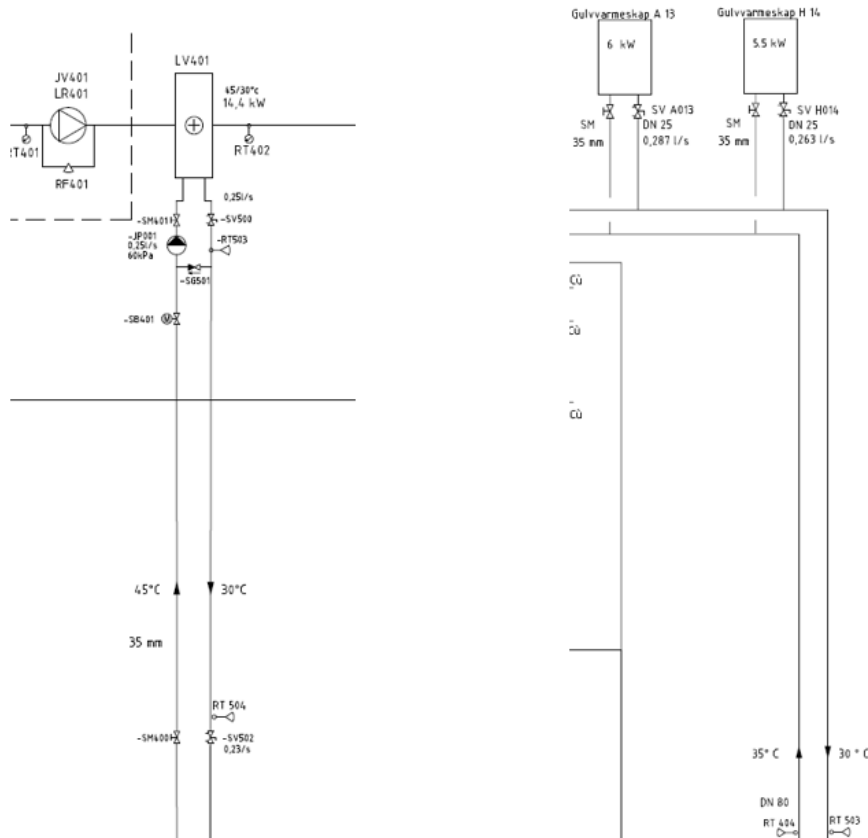
Avvik:

Bildet og data fra SD-anlegg under viser at varmeanlegget og gulvvarmeanlegg er oppfylt.



FDV-dokumentasjon til varmpumpe inkluderer flere forskjellige modellnummer, men det viser ikke hvilken modell som er levert til sykehjemmet. Bare modellnummer SEHVX64BAW oppfyller krav til ytele som står i funksjonsbeskrivelse.

Det foreligger ingen beregning på varmeanlegg.



Figur 19 Temperatur for varmeanlegg og gulvvarmeanlegg

Sprinkler

Ved stikkprøvekontroll av FDV-dokumentasjon på sprinkleranlegg ble det funnet flere avvik.

Avvik:

- Sprinkler informasjon ligger under 334 brannslukking med Pulver.
- Det er ikke dokumentert hvilken type buffertank er brukt og hvor denne er plassert. Tanken er oppgitt på en skisse til å være 14 m³.
- Filnavn er helt uforståelig.
- Samme fil finnes både under 332 og 334, bare med forskjellig navn.
- Manglende beregninger av sprinkleranlegget er et alvorlig avvik.

Kuldeanlegg

Total kjøleeffekt pr rom ca. 5kW. Utsyret skal være iht til Norsk kuldenorm.

Avvik:

Ikke funnet beregninger for varmepumpe som kan tilføre bygget kjøling på sommeren.

Luftbehandlingsanlegg

| Betjener | system nr. | luftmengde (m3/h) | plassering |
|-----------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
| Pasientrom | 360.01 | ca. 12.000 | Tekn.rom |
| Adm., kontorer | 360.02 | ca. 12.000 | Tekn.rom |
| Kjøkken | 360.03 | ca. 6.000 | Tekn.rom |

Figur 20 Luftmengde

Avvik:

Ikke funnet hverken tegninger eller beregninger for ventilasjonsanlegget.

Tegninger av kanaler i beboer rom er funnet, men disse teningene er ikke vesentlig for energiberegninger.

6.1.4 FDV-dokumentasjon

FDV-dokumentasjon skal kontrolleres mot lover og standarder.

Målet til dette kapittelet er å undersøke FDVU-dokumentasjonen for det nye sykehjemmet og se om det finnes avvik.

I anbudsdokumentasjon «generelle opplysninger» står det at totalentreprenøren skal besørge for at byggherren får overlevert dokumentasjon ihht kapittel 4 i TEK17. FDV-dokumentasjon skal overleveres byggherre senest en uke før overtakelsesforretningen finner sted. All dokumentasjon skal leveres på norsk.

Avvik:

Som vist i gjennomgang av levert FDV er det gjort følgende funn.

- Manglende tegninger
- Avvik mellom tegninger og levert FDV for bygningselement
- Manglende beregninger på vesentlig punkter
- Manglende bilder
- Uforståelig filnavn
- Ikke søkbare PDFer
- Ikke benyttet bygningsdeltabell etter NS3451:2009 for all levert FDV
- Når bygningsdelen er benyttet er det benyttet feile koder
- FDV-dokumenter er levert på svensk, engelsk og tysk språk, ikke bare norsk som er kravet.

6.1.5 Økonomi analyse

For å ha en kostnadsanalyse av sykehjemsprosjektet ble det sammenliknet de budsjetterte kostnadene med de faktiske kostnadene i prosjekt og Norsk Prisbok. De faktiske kostnadene inkluderer beløp som står i anbudskjema og beløp som står i endringsmeldinger fra totalentreprenør.

En tilsvarende kalkyle for sykehjem med passivhusstandard fra Norsk Prisbok brukes til å analysere prosjektkostnader til sykehjemmet på Åse.

På grunn av at ingen bygg er like og har samme areal regnes kostnader om til kostnad pr areal. Dette må gjøres for å kunne gjøre sammenligning mellom bygg av ulik størrelse.

Tabell 5 Kostnadsinndelingen for prosjektet

| Kostnadsinndelingen for prosjektet | | |
|---|--|-------------------|
| Kontonivå 1 | Kontonivå 2 | Pris inkl mva 25% |
| Felleskostnader | Rigg og drift | 12.654.800,- |
| Bygning | Graving, sprengning | 1.929.950,- |
| | Betongarbeider | 4.806.786,- |
| | Betongkonstruksjoner | 702.255,- |
| | Stål bærekonstruksjoner | 1.580.488,- |
| | Bærende konstruksjoner i andre materialer,prefab | 2.746.601,- |
| | Tomtarbeid | 8.699.513,- |
| | Snekkerarbeid | 1.809.023,- |
| | Vinduer | 611.979,- |
| | Dører | 1.863.496,- |
| | Låser og beslag | 768.208,- |
| | Tekkearbeid | 5.498.264,- |
| | Metallarbeider | 112.000,- |
| | Glassarbeider | 1.572.764,- |
| | Malerarbeider | 1.847.964,- |
| Byggtapetsering | 1.727.600,- | |

| | | |
|------------------------|---|------------------------------|
| | Himlingsarbeider | 2.461.451,- |
| | Forhudsningsspapp på innervegger | 103.533,- |
| | Ordinær systemhimling i noen områder | 137.339,- |
| VVS-installasjoner | Bygningsmessige hjelpearbeider for hhv VVS og Elektro | 636.744,- |
| | Diverse bygningsmessige arbeider, branntetting og isolasjon | 1.477.137,- |
| | Rørtekniske arbeider | 12.982.508,- |
| | Ventilasjonsarbeider | 4.793.750,- |
| | Brannisolasjon til kanaler | 650.000,- |
| Elkraft | Elektronistallasjoner | 11.732.000,- |
| Tele og automatisering | Tele-, data- og alarminstallasjoner | Inkl i elektroinstallasjoner |
| Utendørs | Anleggsgartnerarbeid | 2.206.802,- |
| | Terrengarbeid, veger og plasser | 4.375.859,- |
| Generelle kostnader | Prosjektering | 3.200.505,- |
| | Forprosjekt | 2.403.750,- |
| | Byggherreombud | 737.500,- |
| | Prosjektleder | 1.820.000,- |

Tabell for endringsmeldinger nedenfor inkluderer ikke endringsmeldinger for generelle kostnader og felleskostnader.

Tabell 6 Kostnadsinndeling for endringsmeldinger

| Kostnadsinndeling for endringsmelding | | |
|--|---|------------|
| Kontonivå 1 | Endringsmelding | Beløp |
| Bygning | Endret himlingstyper i beboerrom | 96.913,- |
| | Graving for strømkabel | 293.700,- |
| | Trapp for adkomst til tak | 250.000,- |
| | Utvidelse av dører til sengetransport i skjermede rom | 28.800,- |
| | Fratrekk for forhudningspapp | -103.533,- |
| | Kasse over tak for tekniske føringer | 694.077,- |
| | Offlinedører | 271.675,- |
| | Onlinedører + automatikk | 395.813,- |
| | Laminat overflate dører | 50.400,- |
| | Endring fasadeplater | -276.858,- |
| | Endring av takutstikk | -22.010,- |

| | | |
|------------------------|---|-----------|
| VVS-installasjoner | Ekstra slukbrønner i storkjøkken | 83.023,- |
| | Sluker og dusjgarnityr i bårerom | 41.630,- |
| | Endring av ventilasjonsaggregat for kjøkken | 41.520,- |
| | Slukbrønn grovkjøkken | 12.241,- |
| | Pumpekum inkludert pumpeledning | 927.183,- |
| | Spyledekontaminator | 124.152,- |
| Utendørs | Nedsetting av vannkum levert av kommunen | 88.206,- |
| | Adkomstvei til deponiområder | 109.003,- |
| | Omprosjektering grunnet endret konsept for føringsveier | 206.492,- |
| | Endring av utehusområde | 88.650,- |
| | Fjell på tomten | 86.150,- |
| Tele og automatisering | Alarm på fettutskiller | 18.180,- |
| | Onlinedører og automatikk | 395.813,- |
| | Gulvbokser møterom | 18.323,- |
| Andre installasjoner | 12 takheiser og løft-/doseil | 231.360,- |

| | | |
|--------------------------------|---|-------------|
| | Kjølt kisterom i stedet for kistekjøler | 137.713,- |
| Spesielle kostnader | Asbestsanering for riving av garasje | 26.772,- |
| Sum endring tillegg og fradrag | | 4 147 355,- |

Tabell 7 Sammenligning

| Sammenligning | | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| Kontonivå 2 | Pris/m ² fra Norsk Prisbok | Pris/m ² fra byggekostnad | Prise/m ² Avvik |
| 01. Fellekostnader | 4 036 kr | 4 718 kr | 682 kr |
| 02. Bygning | 13 844 kr | 14 533 kr | 689 kr |
| 03. VVS-installasjoner | 4 421 kr | 5 715 kr | 1 294 kr |
| 04. Elkraft | 2 336 kr | 3 318 kr | -619 kr |
| 05. Tele og automatisering | 1601 kr | | |
| 06. Andre installasjoner | 539 kr | 0 | -539 |
| SUM Huskostnad | 26 777 kr | 28 284 kr | 1 507 kr |
| 07. Utendørs | Ikke relevant | 2 452 kr | Ikke relevant |
| SUM Entreprensekostnad | 26 777 kr | 30 736kr | |
| 08. Generelle kostnader | 4 580 kr | 2 444 kr | |
| 09. Spesielle kostnader | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant |

| | | | |
|-------------------------|-----------|-----------|--|
| SUM Basiskostnad | 39 194 kr | 44 346 kr | |
|-------------------------|-----------|-----------|--|

Konklusjon:

Totalepris til prosjektet er høyere enn totalepris i Norsk Prisbok.

Beløp til bygning i prosjektet er 1 507 kroner høyere enn beløp til bygning i Norsk Prisbok. Det beløpet inkludert 509 kroner fra endringsmeldinger. Det høyeste kostnaden til bygning er fra endringsmelding for ekstra areal/kassen over tak for teknisk føring og tilkomst til dette arealet.

Det er ikke vurdert hvordan totalentreprenøren fikk overført denne kostnaden til byggherren da det er åpenbart at et passivhus krever tekniske føringer.

Beløp til VVS – installasjon i prosjektet er 1 294 kroner mer pr m² enn beløp til VVS – installasjon i Norsk Prisbok. Sprinkleranlegget har belastet prosjektet med mer enn 1 MNOK, igjen hvordan totalentreprenøren har argumentert for at byggherren skal ta denne store ekstra kostnaden ligger utenfor oppgaven.

I funksjonsbeskrivelsen står det at vanntilknytning og montering av vaskemaskin (vv/kv og avløp) skal være inkludert. Det betyr at tilkobling til varmtvann skal være inkludert i kontraktspris. Byggherren har godkjent en endringsmelding til dette på 22 000 kroner.

Bygget har kostet mer enn det som er oppgitt i Norsk Prisbok for passivhus. Det kommer ikke frem at det er tilført noen løsninger i prosjektet som skulle tilsi ekstra kostnader for ekstra kvaliteter utover standard.

7 Konklusjon

Oppgaven tar for seg tre faser:

- Beskrivelsen og grunnlag for totalentreprise kontrakten, hva er kravene til det som skal leveres etter passivhus standard.
- Mottak FDV dokumentasjon
- Gjennomgang ferdig bygg og prosjektregnskap

Det er ikke gjennomført kontroll av overtakelsesprotokoll og ikke jobbet med erfaringer fra prøvedriftsperioden.

Gjennom case-studiet ble resultatet at sykehjemmet på Åse hadde ikke fått tilstrekkelig og god nok FDV-dokumentasjon. Det kan se ut som at ingen har tatt en kontroll av denne etter kommune har mottatt FDV- dokumentasjon fra totalentreprenør.

Oppgaven viser at mottatt FDV-dokumentasjon inneholder en rekke feil og mangler som ikke er fulgt opp. Årsaken til dette er ikke drøftet i oppgaven, men av byggeregnskapet fremgår det at det er satt av midler byggeplassoppfølging 2.500 MNOK til PL og byggherreombud.

Etter byggt ble overlevert har kommunikasjon med totalentreprenør vært vanskelig, e-poster og spørsmål som ikke besvares og generell lang svartid.

8 Videre arbeid

Konklusjon til oppgaven har vist at det er mange avvik i FDV-dokumentasjon som er levert fra totalentreprenør. Det må undersøkes om avvikene som ble oppdaget i denne oppgaven får konsekvenser for å drifte bygningen. For å få en bedre kontroll på overlevert FDV-dokumentasjon for byggeprosjekter i Andøy kommune i framtiden anbefaler det kommunen å investere i et FDV-system.

Økonomisk analysing er en liten del i denne oppgaven på grunn av at det er ikke nok tid for å gjøre en dypere undersøkelse på det. Det er et interessant tema og en dypere undersøkelse vil nok hjelpe kommune å få en bedre kontroll på kostnader til fremtidige byggeprosjekt. I denne oppgaven er Norsk Prisbok et hjelpemiddel for økonomisk analysing. Det bør undersøkes

hvordan en prosjektleder kan bruke slike prisdatabaser til å bedre kontroll på kostnad til fremtidige byggeprosjekter i kommunen.

I dag er FDV en stor del av et byggeprosjekt og fremtiden vil det nok bli enda større fokus på dette.

9 Referanser

Alsen, A. (2019). *Kontroll av FDVU-dokumentasjon og sammenheng med byggskader.*

Byggkvalitetutvalget. (2020). *Forsvarlig byggkvalitet.*

Byggteknisk forskrift. (2017). *Forskrift om tekniske krav til byggverk (FOR-2017-06-19-840).*

Hentet fra <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>

Direktoratet for byggkvalitet . (2011). Byggesaksforskriften (SAK10).

Direktoratet for byggkvalitet. (2012, Oktobor 23). *Gjennomføring av uavhengig kontroll.*

Hentet fra BIDK: <https://dibk.no/saksbehandling-tilsyn-og-kontroll/Gjennomforing-av-kontroll/>

Dokka, T., Svensson, A., Wigenstad, T., Andresen, I., Simonsen , I., & Berg, T. (2011).

Energibruk i bygninger.

Enova. (2008). *Energieffektiv belysning i yrkesbygg.*

enova. (2009). *Enovas byggstatistikk .*

Enova SF. (2017). *Enovas byggstatistikk .*

Kommunal- og distriktsdepartementet. (2008). Lov om planlegging og byggesaksbehandling.

Plan- og bygningsloven.

Mosland, T. (2013, November 26). *Hva er et passivhus.* Hentet fra Tekna:

<https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/krav-til-passivhus/>

- Norsk Prisbok. (u.d.). *Om Norsk Prisbok*. Hentet fra <https://www.norskprisbok.no/WhatIsNP.aspx>
- Norsk Standard. (2011). Alminnelige kontraktsbestemmelser for totalentrepriser (NS8407:2011).
- Norsk Standard. (2012). Areal- og volumberegninger av bygninger (NS3940:2012).
- Norsk Standard. (2016). Spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt (NS3453:2016).
- Pettersen, T. D. (2012). *Ny passivhusstandard for yrkesbygg, NS 3701*. Hentet fra http://www.bygningsfysikk.no/NorskBygningsfysikkdag2012/01_Pettersen.pdf
- Regjeringa. (2012, Juni 15). *Meld. St. 28 (2011-2012) Gode bygg for eit betre samfunn*.
- Standard Norge. (2018). Dokumentasjon for forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling for bygninger (SN3456:2018).
- Tekna. (2021, Januar 2). *Hva er kravene til passivhus*. Hentet fra <https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/krav-til-passivhus/>
- Tekna. (2021, Januar 9). *Solskjerming og energiberegninger*. Hentet fra <https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/solskjerming-og-energiberegninger/>
- Thyholt, M., & Dokka, T. (2003). *Nye forskriftskrav til bygningers energibehov*.
- Walnum, H. T., Sørensen, Å. L., & Stråby, K. (2021). *Energibruk til varmt tappevann*.
- Østad, G. S. (u.d.). *Revisjon av NS 3456 FDVU dokumentasjon*.

10 Vedlegg

A. Oppgavetekst

B. Avviklist for FDV-dokumentasjon

C. Bilder fra befaring

D. Funksjonabeskrivelse passivhus

E. Funksjonsbeskrivelse – VVS anlegg

F. Energinotat

