



UiT Norges arktiske universitet

Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi

Energiøkonomiserende tiltak for kommunal bygg  
(Energy saving measures for municipal buildings)

Åge Swensen

*Masteroppgave i integrert bygningsteknologi. 15.Mai 2021.*



# Masteroppgave ved Norges arktiske universitet ved fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi avdeling Narvik.

Åge Swensen

## Energiøkonomiserende tiltak for kommunal bygg

(Energy saving measures for municipal buildings)

Veileder: Raymond Riise

Oppgaven: IMRaD-modellen

Hovedtemaer, Kommunale bygg, energieffektivisering, rehabilitering, økonomiske vurderinger, CO<sub>2</sub>-regnskap, offentlige forpliktelser.

Mai 2021.

UiT Norsk arktisk universitet i Narvik

Lode Langes gate 2, 8514 Narvik

Tel: +47 77 64 40 00

[www.uit.no](http://www.uit.no)



Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi

## MASTEROPPGAVE

for

**Åge Swensen**

(Studentnummer 540453)

Vår 2021

### Energiøkonomiserende tiltak for kommunal bygg

(Energy saving measures for municipal buildings)

#### Bakgrunn

Norge har med bakgrunn i Parisavtalen (2016) forpliktet seg til å kutte klimagassutslipp med 40 % innen 2030 sammenlignet med 1990-nivå. Denne forpliktelsen ble ytterligere forsterket til minst 50 % reduksjon (Klima- og miljødepartementet, 2020)<sup>1</sup>.

For å kunne oppnå disse forpliktelsene må fossile drivstoff erstattes med elektrisk energi i de fleste sektorer.

Nær 40 prosent av den samlede stasjonære energimengden i Norge benyttes i bygg og det meste kommer fra elektrisk kraft. Regjeringens visjon og mål for bygningspolitikken er " Godt utforma, sikre, energieffektive og sunne bygg" (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2012, s. 18)<sup>2</sup>. I 2018 var det årlig forbruk til oppvarming og kjøling av bygninger i 2018 er beregnet til 72,5 TWh. En reduksjon av energiforbruket i bygg vil være en viktig bidragsyter for å nå klimagass reduksjonen innen 2030. Kommune Norge har en betydelig bygningsmasse fordelt på (Regjering, 2012, s. 103):

Skoler og barnehager.	15,5 mill. m <sup>2</sup> .
Helsebygg.	5,5 mil. m <sup>2</sup> .
Andre bygg	9,0 mill. m <sup>2</sup> .
Innleide bygg	1,5 mill. m <sup>2</sup> .

#### Oppgave

Lurøy kommune er en liten kystkommune i Nordland. Kommunen har ca. 1900 innbyggere som er fordelt på fastland og omkringliggende øyer. Kommunen forvalter en bygningsmasse på ca. 29 000 m<sup>2</sup>. I kommunens tiltaksplan for vedlikehold av bygningsmassen skal det være fokus på energiøkonomisering (enøk), og det gjennomføres egne prosjekter spesielt med tanke på dette ved

<sup>1</sup> Klima- og miljødepartementet. (2020, 7. Februar). Norge forsterker klimamålet for 2030 til minst 50 prosent og opp mot 55 prosent,. Hentet 18. Desember fra <https://www.regjeringen.no>

<sup>2</sup> Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2012). Gode bygg for eit betre samfunn (Meld. St. 28 (2011–2012)). Hentet fra <https://www.regjeringen.no>

siden av det ordinære vedlikeholdsarbeidet. Ettersom flere av kommunens skoler er fra 70-tallet og flere av skolene ikke har hatt større renoveringsarbeider med tanke på enøk, må det påregnes større kostnader for dette arbeidet i årene som kommer. Oppgaven går ut på å identifisere/definere beslutningsgrunnlag for energisparetiltak, kostnadsberegninger og besparelser.

#### **Begrensning av oppgaven**

Ingen spesielle.

#### **Arbeidet skal omfatte (men ikke nødvendigvis avgrenses til):**

1. Innledende arbeid/litteraturstudium med avgrensninger og definisjoner.
2. Identifisere/definere beslutningsgrunnlag for behov for enøktiltak.
3. Identifisere energisparetiltak.
4. Energireduksjon av identifiserte tiltak.
5. Beregningsmetoder for identifiserte tiltak, både kostnader og besparelser.
6. Metoder for rangering av tiltak.
7. Beskrivelse av tiltakenes effekt på klimagassutslipp.
8. Case: Benytte resultatene fra pkt 1-7 for Onøy-Lurøy oppvekstsenter skoleavdelingen, inkl svømmebasseng.
9. Hva er oppgavens faglige og samfunnsmessige relevans? Har oppgaven relevans i forhold til FNs bærekrafts mål.
10. Det skal utarbeides en vitenskapelig artikkel/paper basert på besvarelsen, maks 10 sider. (Artikkelen kan sees på som er kortversjon av hele besvarelsen.)

#### **Samarbeidspartner**

Oppgaven utføres i samarbeid med Lurøy kommune.

#### **Generelt**

Senest 14 dager etter at oppgaveteksten er utlevert skal resultatene fra det innledende arbeid være ferdigstilt og levert i form av en forstudierapport. Forstudierapporten skal godkjennes av veileder før kandidaten har anledning til å fortsette på resten av hovedoppgaven. Det innledende arbeid skal være en naturlig forberedelse og klargjøring av det videre arbeid i hovedoppgaven og skal inneholde:

- Generell analyse av oppgavens problemstillinger.
- Definisjon i forhold til begrensninger og omfang av oppgaven.
- Klargjøring/beskrivelse av de arbeidsoppgaver som må gjennomføres for løsning av oppgaven med definisjoner av arbeidsoppgavens innhold og omfang.
- En tidsplan for framdriften av prosjektet.

Sluttrapporten skal være vitenskapelig oppbygget med tanke på litteraturstudie, arbeidsmetodikk, kildehenvisninger etc. Alle beregninger og valgte løsninger må dokumenteres og argumenteres for. Besvarelsen redigeres som en forskningsrapport med et sammendrag både på norsk og engelsk, konklusjon, litteraturliste, referanser, innholdsfortegnelse etc. Påstander skal begrunnes ved bevis, referanser eller logisk argumentasjonsrekke. I tillegg til norsk tittel skal det være en engelsk tittel på oppgaven. Oppgaveteksten skal være en del av besvarelsen (plasseres foran Forord).

Materiell som er utviklet i forbindelse med oppgaven, så som programvare/kildekoder eller fysisk utstyr, er å betrakte som en del av besvarelsen. Dokumentasjon for korrekt bruk av dette skal så langt som mulig også vedlegges besvarelsen.

Dersom oppgaven utføres i samarbeid med en ekstern aktør, skal kandidaten rette seg etter de retningslinjer som gjelder hos denne, samt etter eventuelle andre pålegg fra ledelsen i den aktuelle bedriften. Kandidaten har ikke anledning til å foreta inngrep i den eksterne aktørs informasjonssystemer, produksjonsutstyr o.l. Dersom dette skulle være aktuelt i forbindelse med gjennomføring av oppgaven, skal spesiell tillatelse innhentes fra ledelsen.

Eventuelle reiseutgifter, kopierings- og telefonutgifter må bæres av studenten selv med mindre andre avtaler foreligger.

Hvis kandidaten, mens arbeidet med oppgaven pågår, støter på vanskeligheter som ikke var forutsatt ved oppgavens utforming, og som eventuelt vil kunne kreve endringer i eller utelatelse av enkelte spørsmål fra oppgaven, skal dette umiddelbart tas opp med UiT ved veileder.

Besvarelsen leveres digitalt i WISEflow.

Utleveringsdato:	04.01.2021
Innleveringsdato:	15.05.2021 kl 1200
Kontaktperson kommune:	Telefon: 75 09 16 01 E-post: atle.hendriksen@luoy.kommune.no
Veileder UiT - IVT:	Førstemanuensis: Raymon Riise Telefon: 76 96 62 97 E-post: raymond.riise@uit.no

UiT – Norges Arktiske Universitet  
Institutt for bygg, energi og materialteknologi



Raymond Riise  
Førstemanuensis  
Faglig ansvarlig/veileder UiT

## Sammenheng

I forbindelse med Lurøy kommunes sterke fokus på enøk ønsker de å se hvilken nytte ulike tiltak kan ha på eksisterende bygg. Størsteparten av bygningsmassen til Lurøy kommune er fra 1960- til 1980-tallet.

Flere av FNs bærekraftsmål er aktuell for oppgaven. Strøm, fremtidig utsikt for energipris, miljø, resirkulering, gjenbruk og oppgradering av eksisterende boliger og begrense sløsing er grunntanken med det som blir vurdert i oppgaven. I den pågående oppgraderingsprosess med hensyn på energiøkonomisering i eksisterende bygninger er det gjennomført en case studie av Lurøy skole på oppdrag fra Lurøy kommune. Fokusområde for casestudiet er å finne de beste tiltakene for dette bygget og at de skal gjennomføres i forbindelse med oppgradering, for å redusere sløsing med materialer og spare penger på riving, rigg og bort kjøring som uansett kommer i forbindelse med oppgradering. Dermed påløper kun kostnaden med tilleggs materialet og arbeidstimer. For at dette skal være mulig å gjennomføre må det være tydelig hva som er Lurøy kommunes enøkmål og hvem som har beslutningsrett. Dette kan tydeliggjøres med innføring av energy management system (EnMs)

Lurøy skolen er et komplekst bygg som er utført i to byggetrinn, barneskolen fra 1963 ble i 1974 koplet sammen med den da nybygde ungdomsskolen. Skolen har i overkant av 90 rom fordelt på 2000 m<sup>2</sup>. Funn gjort i undersøkelsen er blant annet at ventilasjon og avtrekk i dette og trolig i de fleste gamle bygginger, er en stor kilde til sløsing av energi. I bygget er det et avtrekksanlegg hvor det kan gjøres innsparinger opp mot 80 tusen kWh/år, i tillegg til at det forbedrer inneklime betraktelig. Som forventet er isolasjon i tak et meget godt sparetiltak. Med en investering på kr 140 000,- kan det spare opp mot 40 000 kWh pr år. Etterisolering med investering på kr 170000,- gir besparelse på 40 000kWh i året. Øker man investeringen til kr 260000,- vil besparelsen bare øke med 1 000 kWh. Derfor må etterisolering alltid vurderes.

Tiltak skal ikke gjennomføres koste hva det koste vil, men vurderes ut fra besparelser i kroner opp mot kWh.

Hovedtemaer: kommunale bygg, energieffektivisering, rehabilitering og elektrifisering.

## **Abstract**

Lurøy municipality has a strong focus on energy efficiency and they want to see what benefit various measures can have on existing buildings. Most of the building stock of Lurøy municipality is from the 1960s to the 1980s.

Several of the UN's sustainability goals are relevant to the task. Electricity, future prospects for energy prices, the environment, recycling, reuse and upgrading of existing homes and limiting waste are the basic idea of what is considered in the thesis. In the ongoing upgrade process with regard to energy saving in existing buildings, a case study of Lurøy school has been carried out on behalf of Lurøy municipality. The focus area for the case study is to find the best measures for this building and that they should be implemented in connection with upgrading, to reduce waste of materials and save money on demolition, rig and removal that comes in connection with upgrading. Thus, only the cost of the additional material and working hours is incurred. In order for this to be possible to implement, it must be clear what Lurøy municipality's energy targets are and who has the right to make decisions. This can be clarified with the introduction of energy management system (EnMs)

Lurøy school is a complex building that has been constructed in two construction stages, the primary school from 1963 was in 1974 connected with the then newly built secondary school. The school has more than 90 rooms spread over 2000 m<sup>2</sup>. Findings made in the study are, among other things, that ventilation and exhaust in this and probably in most old buildings, is a major source of waste of energy. In the building, there is an exhaust system where savings can be made up to 80 thousand kWh-per year, in addition to which it significantly improves the indoor climate. As expected, insulation in the ceiling is a very good saving measure. With an investment of NOK 140,000, it can save up to 40,000 kWh per year. Re-insulation with an investment of NOK 170,000 gives a saving of 40,000 kWh per year. If you increase the investment to NOK 260,000, the savings will only increase by 1,000 kWh. Therefore, post-insulation must always be considered.

Measures shall not be implemented at any cost, but shall be assessed on the basis of savings in kroner up to kWh.

Main themes: municipal buildings, energy efficiency, rehabilitation and electrification.



## **Forord**

Denne masteroppgaven er utført våren 2021 ved UIT Norges Arktiske universitet, avdeling Narvik, fakultet for ingeniør vitenskap og teknologi, for Lurøy kommune. Oppgaven omhandler hvordan Lurøy kommunen skal rangere tiltak etter nytte og effekt. Hvilke tiltak bør man tar når vedlikehold uansett skal utføres. Det er viktig å ikke komplisere ting, men heller gjøre det enkelt og gjennomførbart og ikke minst hvilken effekt har sparetiltak på energiforbruket i bygninger.

Jeg vil rette en takk til veileder førsteamanuensis Raymond Riise. Atle Henriksen leder for teknisk etat i Lurøy kommune for oppdraget. Til slutt vil jeg takke medstudent Robert Sundby for moralsk støtte.

Jeg vil også rette en takk til UIT Norges Arktiske universitet, avdeling Narvik, fakultet for ingeniør vitenskap og teknologi for muligheten til å studere desentralisert og over nett, under Corona pandemien.

Åge Swensen

14. mai 2021

## Innholdsfortegnelse

Sammendrag .....	vi
Abstract .....	vii
Forord .....	viii
1. Innledning .....	1
1.1 Lurøy kommune .....	1
1.2 Mål for oppgave .....	2
1.3 Begrensninger med i oppgaven.....	2
1.4 Struktur i oppgaven .....	2
2. Kunnskapsgrunnlag.....	3
2.1 Energipriser, miljøet og energiledelse.....	3
2.2 Vannkraft og strømpriser i et historisk perspektiv.....	4
2.3 Miljø.....	10
2.4 Bygningsforvaltning og oppgraderingstiltak .....	14
3. Metoder og materialer .....	25
3.1 Energiledelse .....	25
3.2 Innsparingspotensial .....	26
3.3 Energibesparelser .....	27
3.4 Lønnsomhetsanalyse med årskostnad og CO <sub>2</sub> beregninger.....	28
4. Resultater .....	30
4.1 Etablering av EnMS.....	30
4.2 Resultater fra befaringen på Lurøy skole .....	35
4.3 Tiltak .....	37
5. Drøfting.....	42
6. Konklusjon .....	48
7. Referanser .....	49
8. Vedleggs oversikt.....	54

## Figur liste.

Figur 1 Kart utsnitt Lurøy kommune. På kartet vises grensen med en tykk rød strek. Kommunen ligger på ca. samme breddegrad som Mo i Rana (Norgeskart.no) .....	1
Figur 2 IMRaD metoden. ....	2
Figur 3 Netto totalforbruk av strøm i Norge fordelt mellom husholdning og industri fra 1960 til og med 2019, Basert på tall fra SSB 08311 og 04394.....	4
Figur 4 Befolkningsveksten i Norge fra 1960 til og med 2019, basert på tall hentet fra SSB 05803.....	5
Figur 5 Netto forbruk av elektrisk kraft i Norge per person 1960-2019, basert på tall fra SSB 08307 og 050803.....	5
Figur 6 Oversikt over vassdrag med elektrisk kraft TWh/år grunnlagstall hentet fra (Olje- og energidepartementet, 2015).....	6
Figur 7 Forbrukeravgift fra 1951 til og med 2020. hentet fra, (Skattedirektoratet, 2020) .....	7
Figur 8 Pris på strøm til kunde, importert strøm og KPI indeks Norge 1960 – 2020, basert på tall hentet fra SSB 08448 – 09387 -08184 og fra SSB arkiv Elektrisitetsstatistikk fra 1960 til 1998. ....	8
Figur 9 Samlet forventet forbruk og produksjon av strøm i Norge fra 2018 til og med 2040 (Haukeli, et al., 2020).....	9
Figur 10 FNs bærekraftsmål hentet fra (FN, 2021). ....	11
Figur 11 Generert avfall i bygg sektoren Norge 2004 - 2019, basert på tall fra SSB 09247. ....	13
Figur 12 Bygg- og anleggssektorens andel av norske utslipp hentet fra (Larsen, 2019).....	13
Figur 13 Analyseperiode LCC fordelt på år hentet fra (Standard Norge, 2013). ....	15
Figur 14 Analyseperiode LCC tilbakeført nåverdi hentet fra (Standard Norge, 2013). ....	15
Figur 15 Analyseperiode LCC fordelt på år hentet fra (Standard Norge, 2013). ....	15
Figur 16 Levetid i sammenheng med bruksfasen av bygningsdeler hentet fra (Byggforsk, Sintef, 2017). ....	16
Figur 17 Kyoto pyramiden med energiledelse inspirert av Kyoto pyramiden. ....	17
Figur 18 Fasader barneskolen Vedlegg B-01-1. ....	19
Figur 19 Fasade ungdomsskole, vedlegg B-01-1. ....	19
Figur 20 Plan ungdomsskole 1. etasje og barneskole 1. etasje, vedlegg B-01-1. ....	20
Figur 21 Historiske U-verdier basert på tall fra byggeforskrifter hentet fra (Direktoratet for byggkvalitet, U.å.). ....	21
Figur 22 Luftlekkasjetall fordelt på årsklasser hentet fra (Norconsult, 2013).....	21
Figur 23 Gammelt og nytt energimerke hvitevarer, hentet fra (NVE, 2021). ....	22
Figur 24 Skjerm bilde innetemperature SD-anlegg hentet fra (ITB Aktuelt AS, 2015).....	23
Figur 25 Skjerm bilde ventilasjonsanlegg SD-anlegg hentet fra (ITB Aktuelt AS, 2015).....	23
Figur 26 Døgnmiddeltemperatur Lurøy 2020, basert på tall fra (Norsk klimasenter, 2021). ....	24
Figur 27 Graddager celsius Lurøy kommune 2020 basert på tall fra (Norsk klimaservicesenter, 2021). ....	24
Figur 28 Graddager pr. måned Lurøy 2020 beregnet ut fra forrige figur.....	25
Figur 29 EnMS syklus basert på (Riise, 2020). ....	31
Figur 30 Bruken av bygningsmasse Lurøy kommune (kommune, 2020). ....	32
Figur 31 Aldersfordeling av bygningsmasse Lurøy kommune (kommune, 2020). ....	32
Figur 32 ET-kurve basert på (Riise, 2020).....	34

## Tabell liste

Tabell 1 Prosentvis endring av elektrisitetsforbruket i Norge fra 1960- til 2019 (totalforbruket (1), husholdning (2) og industri (3)). basert på tall fra Figur 3.....	4
Tabell 2 Befolkningsøkning prosentvis i Norge fra 1960 til 2019, basert på tall fra Figur 4. ....	5
Tabell 3 Endringen i strømforbruket pr. person fra 1960 til 2019, tall basert på Figur 5. ....	5
Tabell 4 Endring i forbrukeravgiften i øre/kWh og prosent mellom dekadene, tall basert på Figur 7...	6
Tabell 5 Eierskap i TSH Holding som eier Nord Pool 100% basert på tall hentet fra (Proff, 2019).....	7
Tabell 6 Strømpris, kraftimport og KPI indeks basert på tall hentet fra Figur 8. Strømprisen i 1960 var 4,14 Øre/kWh.....	8
Tabell 7 Framskrivning energiforbruk, (Amunsen, et al., 2017), (Spilde, Lien, Ericson, & Magnussen, 2018), (Spilde, et al., 2019), (Haukeli, et al., 2020). ....	9
Tabell 8 Framskrivende elektrisitetspriser og avgifter NVE. (1 pris uten elektrifiseringstiltak, 2 priser med elektrifiseringstiltak basert på tall hentet fra (Haukeli, et al., 2020).....	10
Tabell 9 Avskrivningstid, basert på tall hentet fra (Novakovic, Hanssen, Thue, Wangensteen, & Gjerstad, 2018).....	16
Tabell 10 Informasjon Lurøy skole med matrikkel (Kartverket, 2021).....	18
Tabell 11 Grunnlagstall energiberegninger barneskole .....	26
Tabell 12 Grunnlagstall for energiberegninger ungdomsskole .....	27
Tabell 13 Forklaring på skjemaet: presentasjon av resultater fra beregninger av resultater.....	29
Tabell 14 Tilbakemeldinger EnMS. ....	31
Tabell 15 Bygninger som står for tur etter Lurøy skole, (kommune, 2020).....	33
Tabell 16 Tilstandstabell for Lurøy barneskole. ....	35
Tabell 17 Tilstandstabell for Lurøy ungdomsskole.....	36
Tabell 18 Lønnsomhetsvurdering av energiledelse Lurøy skole, se vedlegg for detaljert informasjon.....	37
Tabell 19 Resultater som oppnås ved etterisolering av yttervegger på barneskole.....	38
Tabell 20 Resultater som oppnås ved etterisolering av yttervegger på ungdomsskole. ....	38
Tabell 21 Resultater som oppnås ved etterisolering av kjellervegg barneskole.....	38
Tabell 22 Resultater som oppnås ved etterisolering av kjellervegg ungdomsskole .....	39
Tabell 23 Resultater som oppnås ved etterisolering av tak med kaldt loft barneskole.....	39
Tabell 24 Resultater som oppnås ved etterisolering av tak med kaldt loft ungdomsskole. ....	39
Tabell 25 Resultater som oppnås ved etterisolering av vinduer barne- og ungdomsskole. ....	40
Tabell 26 Resultat belysning.....	40
Tabell 27 Resultat av egen effekt beregninger utført på eksisterende mekaniske avtrekk ungdomsskolen. For detaljerte beregninger se vedlegg C-01-1. ....	40
Tabell 28 Resultat balansert ventilasjon ungdomsskole levetid 25 år 4 prosent realrente for detaljer se (vedlegg C-01-3 Hamstad tilbud).....	40
Tabell 29 Resultat av egen effekt beregninger utført på eksisterende balansert ventilasjonsanlegg barneskole. For detaljerte beregninger se vedlegg C-01-1.....	41
Tabell 30 Resultat balansert ventilasjon barneskole med brukstid 3 500 [h] (vedlegg C-01-3 Hamstad tilbud). ....	41
Tabell 31 resultat Infiltrasjon og kuldebro beregninger, detaljert kalkulasjon (C-01-1 Energiberegninger).....	41
Tabell 32 Rangering av tiltak etter nåverdi beregninger der energiprisen er 63 [Øre/kWh]. ....	46
Tabell 33 Rangering av tiltak etter nåverdi beregninger der energiprisen er 93 [Øre/kWh]. ....	47
Tabell 34 Rangering av tiltak etter nåverdi beregninger der energiprisen er 130 [Øre/kWh]. ....	47

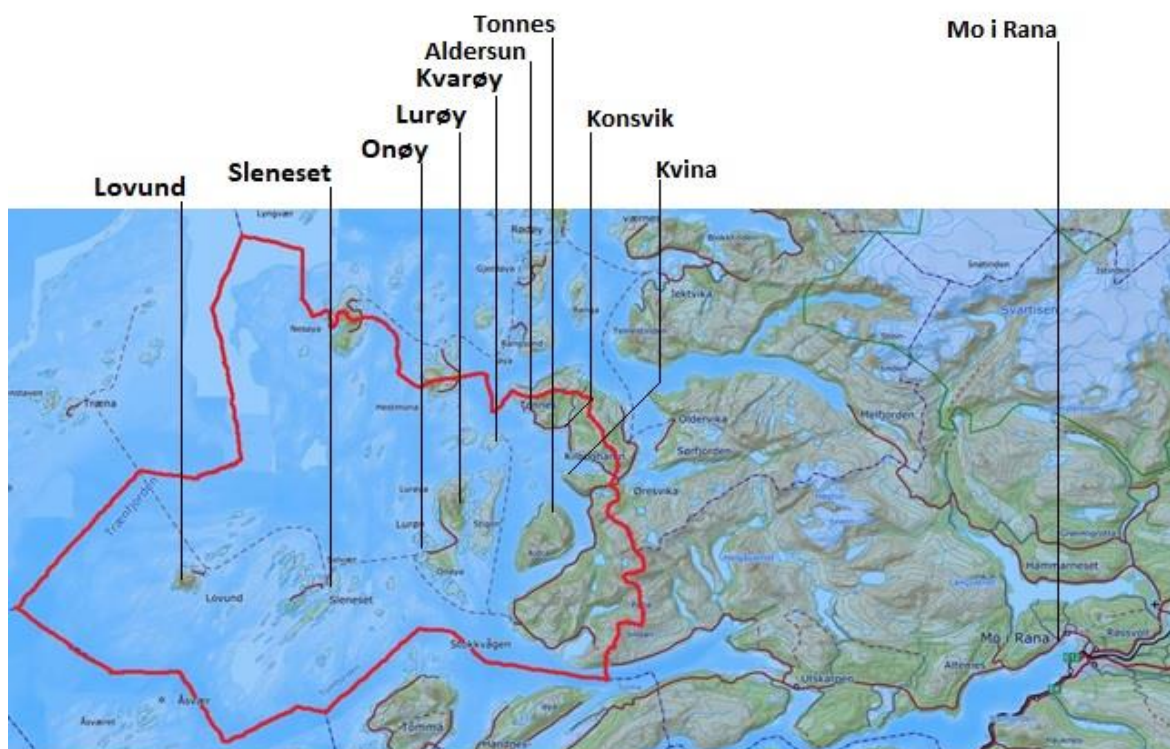
## 1. Innledning

Lurøy kommune er inne i en omfattende oppgraderingsprosess med hensyn på energiøkonomisering i eksisterende bygninger. I forbindelse med den pågående prosessen ønsker kommunen å få belyst både lønnsomheten i de forskjellige tiltak og hvordan endring i planleggingsprosessen og organiseringen øke lønnsomheten ved å kombinere vanlige vedlikehold med enøk-tiltak.

### 1.1 Lurøy kommune

Lurøy Kommune ligger i Nordland og grenser opp mot polarsirkelen. Kommunen har et innbyggertall på i underkant av 1900 personer (Sentralbyrå, 2020). Befolkningen er bosatt spredd ut på flere øyer, se Figur 1, som har daglig hurtigbåt og ferje forbindelse til fastlandet.

Lurøy kommune er en liten kommune med en betydelig bygningsmasse (29 000 m<sup>2</sup>) ifølge tiltaksplan for vedlikehold 2020 Lurøy kommune. Store deler av disse bygningene er oppført før 2000-tallet. Noe som gjør det naturlig se på enøktiltak, som kan være med på å redusere energiforbruket. I følge Enova kommunekalkulator for strømforbruk (Enova, U.å.), estimeres sparepotensialet til 983 966 kWh pr. år. Det er uten tvil mulig å spare mye energi i kommunen. I tiltaksplanen står klima og miljø sentralt. Det legges også vekt på årlige inspeksjoner på alle kommunale anlegg, der utførte forbedringer evalueres og fremtidige investeringer prioriteres. Kommunen startet i 2019 med et web-basert forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling for bygninger (FDVU) program. Videre lister planen opp prioriterte satsingsfelt i forbindelse med enøktiltak: ventilasjonsanlegg, SD-anlegg, utskifting av vinduer og dører, varmepumper, energigivnlige hvitevarer og vannbåren varme (kommune, 2020).



Figur 1 Kart utsnitt Lurøy kommune. På kartet vises grensen med en tykk rød strek. Kommunen ligger på ca. samme breddegrad som Mo i Rana (Norgeskart.no)

## 1.2 Mål for oppgave

Basert på tolkning av oppgaveteksten, vil målet for denne oppgaven være å se på mulighetene for en helhetlig bygningsforvaltning i Lurøy kommune, der vedlikehold og enøktiltak samkjøres. Dette krever en kartlegning av bygningsmassen med hensyn på alder og tilstand. Ut fra disse parameterne vil det være mulig å danne et beslutningsgrunnlag for tiltak. For å kunne danne dette grunnlaget vil det særlig settes søkelys på tre hovedtemaer i denne oppgaven:

1. Strømpriser
2. Miljø
3. Energiledelse og Tekniske løsninger

Disse tre punktene vil deles opp i en historisk del som beskriver og en fremtidig del som ser på utvikling og drivere som påvirker lønnsomheten i enøktiltak.

Med dette som bakgrunn vil det utføres et Case: Oppgradering av Lurøy/Onøy oppvekstsenter basert på beslutningsgrunnlaget.

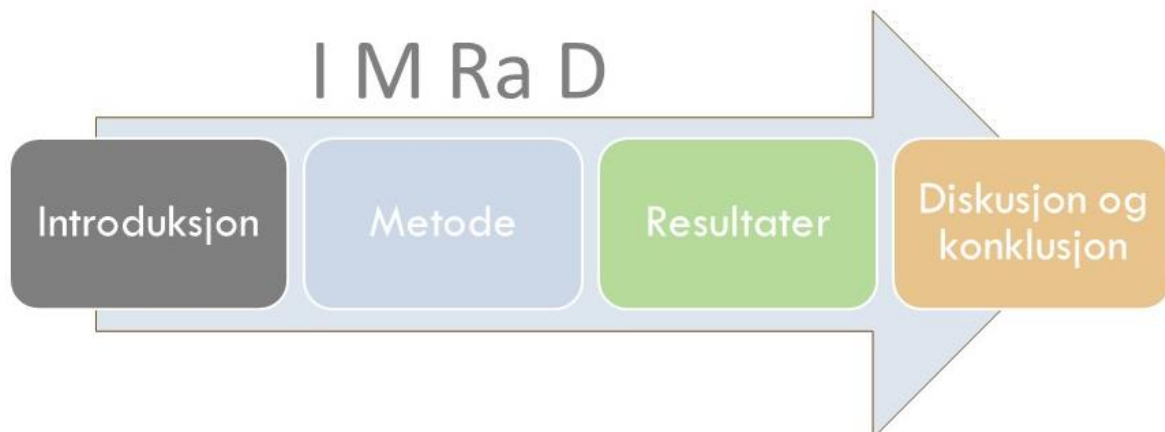
## 1.3 Begrensninger med i oppgaven

Det er kun en energimålersom fordeler strøm til skole og gymsal. Det blir i denne analysen fordelt strømforbruk basert på BRA mellom skole og gymsal. Denne beslutningen kan medføre differanse i energifordelingen.

Kommunen kunne bare frambringe strømforbruket for alle byggene på skoleeiendommen, noe som førte til at vi måtte fordele strømforbruket pr areal.

## 1.4 Struktur i oppgaven

Oppgaven følger IMRaD-modellen



Figur 2 IMRaD metoden.

- Introduksjon: presentasjon av teori innen fagfeltet som er dekkende for denne oppgaven.
- Metode: Redegjør å dokumentere for forskningsmetode som er benyttet i denne oppgaven og i tillegg beskrive hva som ikke ble utført og hvorfor.
- Resultater: Presentasjon og analyser av resultater fra metodedelen.
- Diskusjon: Gjennomgang og tolkning av resultatenes betydning.
- Konklusjon: Besvarelse fremtrer i denne oppgaven.
- Oppgavens samfunnsmessige relevans mot FNs bærekraftsmål.

## 2. Kunnskapsgrunnlag

### 2.1 *Energipriser, miljøet og energiledelse*

**Energiprisen** er en av de viktigste momenter i en beslutningsprosess der det legges vekt på sparing av energi. Uansett hvor bra prosjektet er, vil det være vanskelig å få gjennomslag hvis prosjektet ikke gir økonomisk gevinst på sikt. Vurderes enøktiltak i privat næringsliv bør ikke tilbakebetalingstiden overskride 6 til 7 år. Et prosjekt med lengere nedbetalingstid vil være vanskelig å selge inn til private aktører. Nå kan ikke kommune og privat næringsliv direkte sammenlignes. En kommune har ansvaret for mange offentlige tjenester som barnehage, skole, omsorgsboliger, offentlig kontorer og lignende, der det er særlig viktig å oppfylle de offentlige krav til innemiljø (barn kan ikke velge om de vil gå i barnehage eller skole). Energiprisene er et tema som har vært mye fremme i media i år på grunn av en kald vinter med lite vind, til å drive vindmøllene noe som har ført til høye energipriser i perioder. For å kunne gi antagelser på fremtidige strømpriser ser vi på hvordan energiforsyningen er oppbygget og endringer i energipriser og avgifter i hovedsak fra 1960-tallet og frem til i dag.

**Miljøet** vil være en katalysator for enøktiltak. Miljøfaktoren kan være med på å øke lønnsomheten gjennom offentlige tilskudd, gunstige finansieringsløsninger og grønn beskatning. Offentlige tilskudd blir brukt for å øke takten i moderniseringen av bygningsmassen. Historien har viser at disse tilskuddene er ment som en boost for å øke hastigheten i Enøktiltak. En kjent tilskuddsordning i Norge var Enova-tilskudd på luft-luft varmepumper som startet i 2003. Tilskuddet var på Kr. 5 000,- og hadde ca. 50 000 søkere. Tilskuddsordningen før til økt oppmerksomhet og en sterk vekst i salg av denne typen varmepumpe. Etter en vedvarende økning i salget over flere år besluttet Enova i 2006 at tilskuddsordningen skulle avslutte. Salg av varmepumper er estimert til 8,5 TWh gratis varme i 2014 (Ericson, et al., 2016). Dette viser at det kan lønne seg å være tidlig ute i en ønsket prosess fra myndighetene.

Inneklimate bør og skal gå foran økonomiske hensyn. Kommune har ansvar for barnehage, skoler og pleietrengende. Dette er sårbare grupper som må særlig hensyntas. En stadig større bruk av kjemikalier og bygningsmaterialer som tilfører gasser som vi ikke har fullstendig oversikt på, krever et godt luftskifte, som ikke går på bekostning av et godt inneklimate. I dag er det en rekke lover med forskrifter som skal sikre godt innemiljø, som for eksempel:

- Arbeidsmiljøloven
- Barnehageloven
- Opplæringsloven
- Kommunehelsetjenesteloven

Denne rapporten vil ikke gå i dyden på inneklimatekrav, men det vil selvsagt være med i vurderingen av et hvert enøktiltak. For virksomheter som ikke utfører kontroll av inneklimate kan en god start være å benytte Folkehelseinstituttet kontrollskjemaer for inneklimate (Folkehelseinstituttet, 2015).

**Energiledelse** der energiledelse fører til et beslutningsgrunnlag for de tekniske løsningene. God energiledelse er viktig for god kartlegging av energiøkonomiserende behov i bygningsmassen. Ikke bare med tanke på enøktiltak, men også for en energiøkonomiserende tankegang i hele organisasjonen. At hele organisasjonen involveres, øker kunnskapen angående energisparing og vil på sikt føre til en økt bevissthet på bruk av energi. Mange later til å tro at enøktiltak er å montere en varmepumpe, så vil strømgningen gå ned. I mange tilfeller kan det stemme, mens i andre tilfeller får man et øket forbruk. Årsaken til økt forbruk kan være at bruksarealet økes. Det vil si at større deler av bygningen varmes opp til vanlig inneklimate. Dette eksemplet viser at bevist bruk og god plantegning er nøkkelen til et godt resultat.

## 2.2 Vannkraft og strømpriser i et historisk perspektiv

### Vannkraft i Norge

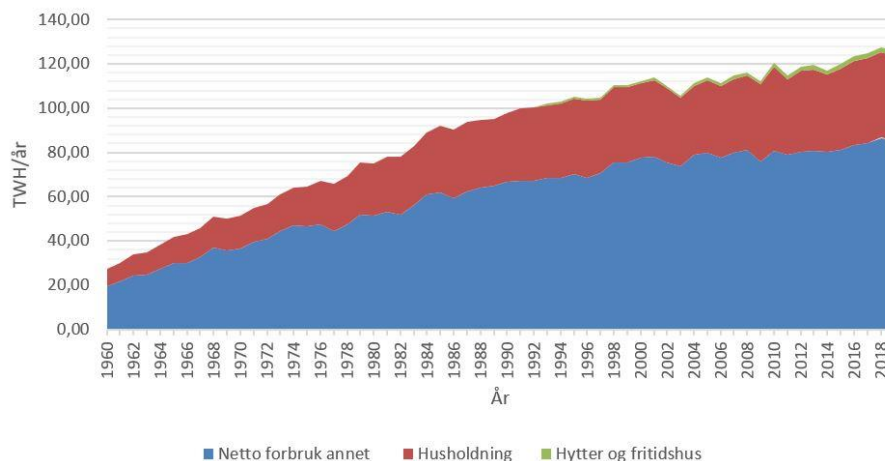
Energiprisene i Norge avhenger av forbruk og tilgjengelighet og det er naturlig å starte innledningen til energipriser med å se på hvilken betydning utbygning av vannkraft og økningen i forbruket har påvirket energiprisene. Det vil legges særlig vekt på utviklingen fra 1960-tallet og frem til i dag. I tillegg legges det vekt på regulatoriske virkemidler og hvordan konkurransesituasjonen på energi har endret seg.

Norge begynte egentlig det grønne skiftet i slutten av 1800-tallet med utbygging av vannkraft. Det første kommunale elektrisitetsverket ble etablert i Hammerfest i 1891 og ble med det den første byen i Nord Europa som fikk gatebelysning. Noe som ble sett på som et underverk. Som en kuriositet kan det nevnes at strømprisene i 1892 var ca. 75 øre/kWh (Faugli.P.E, 2020), noe som i dag ville tilsvare et strømpris på ca. 59 kroner kWh i dag, etter tall fra KPI indeksen SSB. Dette ville medført en strømreregning på over en mill. kroner for en normalhusstand i dag. Vannkraftutbyggingen gjennom hele 1900-tallet, har sikret Norge store mengder stabil og ren elektrisk energi. I denne oppgaven fokuserer vi imidlertid på perioden fra 1960- til 2019 med framskriving av energiforbruket til 2030.

Den store elektrifisering periode i Norge startet på 1960-tallet. Etter andre verdenskrig var det ikke kraft nok til å dekke alle behov og det ble innført strømrasjonalisering for å sikre at industrien fikk dekket sine kraftbehov. Fra midten av 1950-tallet ble denne rasjonaliseringen avsluttet og salget av elektriske panelovner økte sterkt. I tillegg til panelovner ble det vanligere med elektrisk komfyr, elektrisk belysning, kjøleskap, frysebokser og TV (Bøeng, 2005). Dette førte til en markant økning i elektrisitetsforbruket gjennom hele 1960-tallet i Norge. Fra 1960- til 1970-tallet hadde Norge den største prosentvis økningen (87%). Både husholdningen og industrien økte bruken av elektrisk kraft.

Tabell 1 Prosentvis endring av elektrisitetsforbruket i Norge fra 1960- til 2019 (totalforbruket (1), husholdning (2) og industri (3)). basert på tall fra Figur 3.

År fra til	1960 - 1970	1970 -1980	1980 - 1990	1990 - 2000	2000 - 2010	2010 - 2019
Endring % (1)	87	46	30	15	7	5
Endring % (2)	91	57	105	12	15	2
Endring % (3)	36	51	30	16	4	6



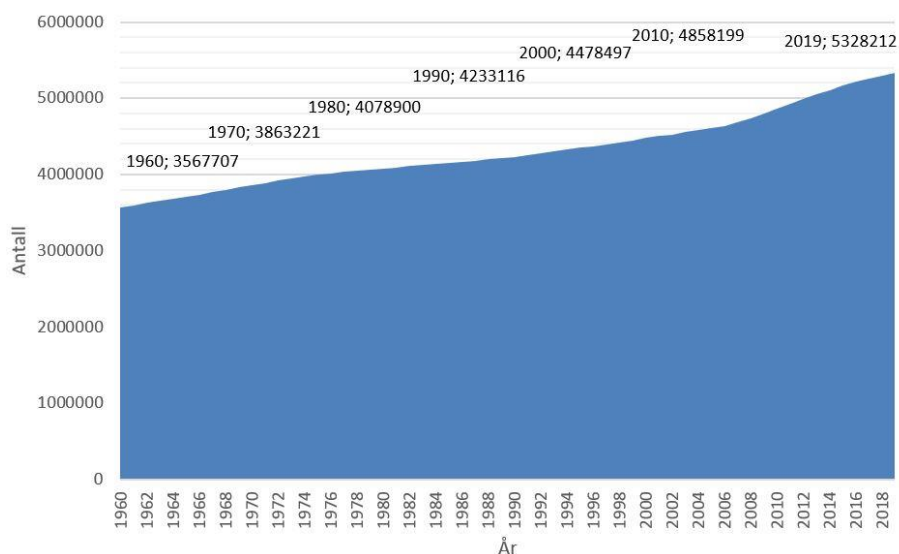
Figur 3 Netto totalforbruk av strøm i Norge fordelt mellom husholdning og industri fra 1960 til og med 2019, Basert på tall fra SSB 08311 og 04394

Økningen i forbruket fra 1960- til 1970-tallet kan nok i stor grad tilskrives elektrifiseringen i husholdningen og øket industriell aktivitet. En annen tilnærming for analysen blir å se på hvordan befolkningsveksten i perioden har påvirket elektrisitetsforbruket.



Tabell 2 Befolkningsøkning prosentvis i Norge fra 1960 til 2019, basert på tall fra Figur 4.

År fra til	1960 - 1970	1970 - 1980	1980 - 1990	1990 - 2000	2000 - 2010	2010 - 2019
Endring %	8,3	5,6	3,8	5,8	8,5	9,7



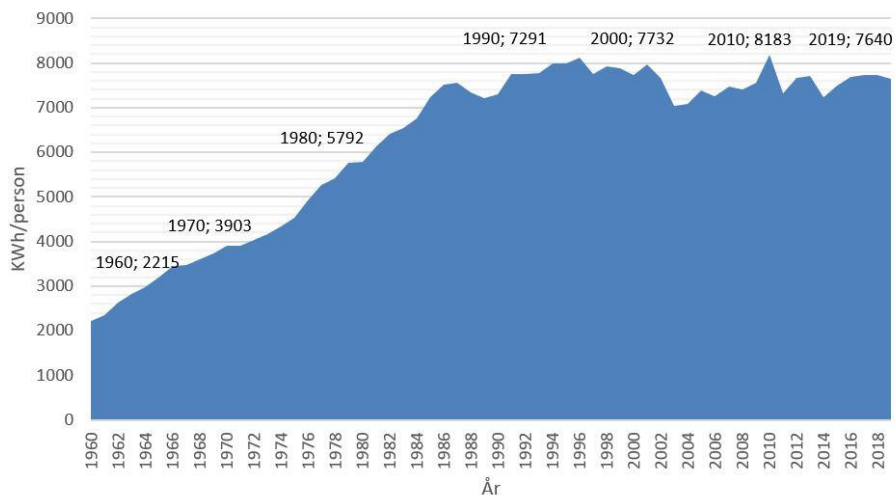
Figur 4 Befolkningsveksten i Norge fra 1960 til og med 2019, basert på tall hentet fra SSB 05803

Befolkningsveksten har i perioden økt med ca. 7% i snitt mellom hver dekadé fra 1960 til og med 2019. Ser man på økningen i strømforbruket, kan man ved å dele det totale forbruket ut på antall innbyggere over hele perioden, få et spesifikt forbruk pr. person.

Tabell 3 Endringen i strømforbruket pr. person fra 1960 til 2019, tall basert på Figur 5.

År fra til	1960 - 1970	1970 - 1980	1980 - 1990	1990 - 2000	2000 - 2010	2010 - 2019
Endring %	73	38	25	9	-1	-5

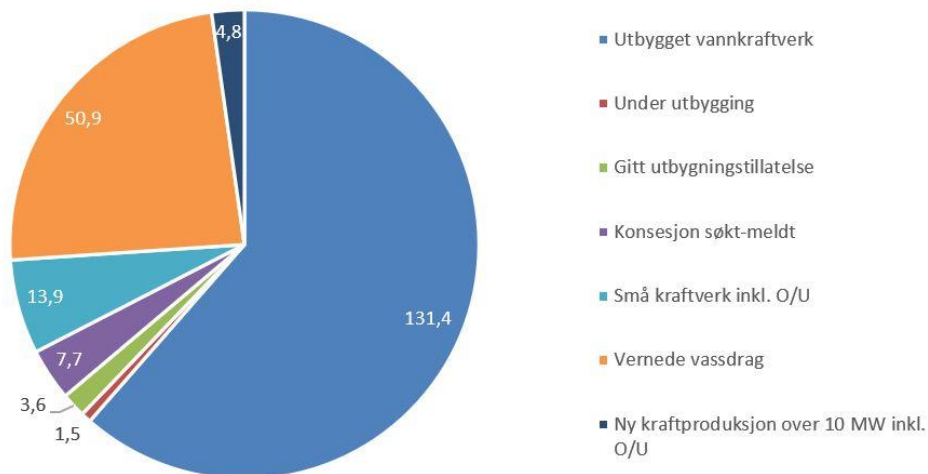
Netto forbruk pr. person husholdning og hytter



Figur 5 Netto forbruk av elektrisk kraft i Norge per person 1960-2019, basert på tall fra SSB 08307 og 050803

Forbruksøkningen av strøm hadde prosentvis kraftigst økning gjennom 1960-tallet og gikk fra i overkant av 2200 [kWh/person år] og nådde en topp på 1990-tallet med et forbruk på i overkant av 7700 [kWh/person pr. år]. Etter det har strømforbruket flatet ut. Forbruksøkningen fra 1960-tallet førte til at Norge måtte sette fart på vannkraftutbyggingen. Vannkraftutbyggingen økte fra 1970-tallet gjennom 1980-tallet og til 1990-tallet. Konsekvensen av den kraftige utbyggingen er at mesteparten

av vannkraft ressursene i Norge er utbygget. Eventuell økning i produksjonen må enten komme via øket tilsig i magasinene eller at vernede vassdrag blir åpnet for utbygging. Det totale vannkraftpotensialet i Norge er beregnet til 214,4 TWh/år hvorav 133,9 TWh/år er utbygget. Av de 214,4 TWh/år er 50,4 TWh/år vernet. Ut fra disse beregningene vil det fremtidige potensialet, sett bort fra vernede områder, være 30,1 TWh/år og vil utgjøre totalt 164 TWh/år. Det er viktig å merke seg at dette er et midlere potensialet basert på tilsig og vannføringer i et historisk perspektiv (Vinjar, Asbjørn; Hofstad, Knut, 2021). I 2014 var beregninger på total produksjon unntatt vernede områder 162,9 TWh/år noe som tyder på at kapasiteten er økt med 0,6 TWh/år, noe som underbygger NVE prognoser om øket kapasitet på eksisterende kraftverk. Med disse analysene som bakteppe vil det videre være naturlig å se på hvilke påvirkninger dette har medført på strømprisen og avgifter.



Figur 6 Oversikt over vassdrag med elektrisk kraft TWh/år grunnlagstall hentet fra (Olje- og energidepartementet, 2015).

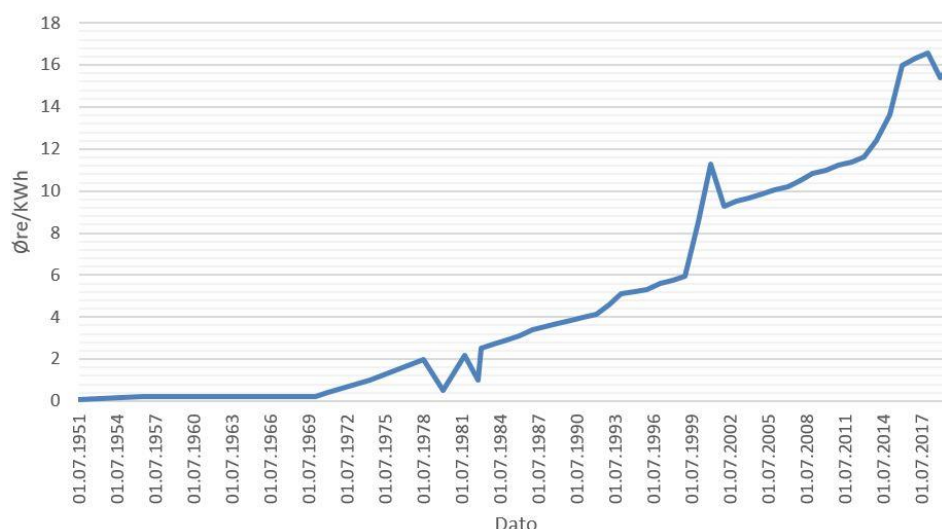
### Forbrukeravgift i Norge fra 1960 til 2020

Allerede i 1973 var Norge på topp i elektrisitetsforbruket per innbygger i verden, dette medførte at myndighetene begynte å se på tiltak for å dempe elektrisitetsforbruket. I 1951 ble det for første gang innført en forbruksavgift på elektrisk kraft. Denne forbruksavgiften hadde som formål å sikre videre utbygning av strømmettet i Norge. Etter hvert som strømmettet og kraftstasjoner ble utbygget, økte strømforbruket. Det ble nå mere søkelys på energibruken og reguleringstiltak. Allerede i energimeldingen til stortinget i 1974, ble det understreket at det var behov for energisparing (Industridepartementet, 1974). Som en konsekvens av dette ble det med virkning fra 1. juli 1978 avgiftsplikt for strøm i husholdningen. Formålet med avgiften var å regulere forbruket samtidig som det ville føre til økte inntekter for staten. (Finansdepartementet, 2004). Med tall hentet fra skattedirektoratets avgiftshistorie 2020, frembringes en oversikt på endringer i forbrukeravgiften fra 1951 og til og med 2020.

En mulig forklaring på den sterke økningen i forbrukeravgiften fra 1970-tallet til 2000, kan være den regulatoriske effekten av myndigheten avgiftsøkninger for å dempe forbruket. Forbrukeravgiften startet i 1951 på 0,1 øre.

Tabell 4 Endring i forbrukeravgiften i øre/kWh og prosent mellom dekadene, tall basert på Figur 7.

År	1951 1970	1970 – 1980	1980 – 1990	1990 – 2000	2000 – 2010	2010 - 2020
Endring %	100%	150%	670%	122%	29%	47%
Endring Øre.	0,20	0,30	3,35	4,71	2,45	5,12
Avg. øre	0,2	0,5	3,85	8,56	11,01	16,13



Figur 7 Forbrukeravgift fra 1951 til og med 2020. hentet fra, (Skattedirektoratet, 2020)

Forbrukeravgiften fastsettes av stortingset, mens strømmarkedet styres av andre mekanismer. I nyere tid kan regulering av strømprisene deles inn i tre epoker. Den første epoken var før 1991. En enkel forklaring på hvordan markedet fungerte før 1991 er at da ble størstedelen av strømmarkedet styr av Staten gjennom Statkraft. Statkraft eier ca. 85% av kraftproduksjonen i Norge. Kraftverkene hadde leveringsplikt på strøm og strømprisene ble basert på fremforhandlede kontrakter.

Den andre epoken startet i 1991 da ble den nye energiloven innført og formålet med loven var "Loven skal sikre at produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi foregår på en samfunnsmessig rasjonell måte, herunder skal det tas hensyn til allmenne og private interesser som blir berørt" (Lovdata, 1991). Leveringsplikten på strøm ble opphevet og styringen ble overført til et marked der prisene styres etter produksjon og etterspørsel. Styringsorganet for dette markedet er Nord Pool i Norden. Nord Pool ble etablert i forbindelse med lovendringen i 1991.

Tabell 5 Eierskap i TSH Holding som eier Nord Pool 100% basert på tall hentet fra (Proff, 2019).

EIERE	EIERANDEL
SVENSKA KRAFTNÄT	28,202%
STATNETT SF	28,202%
FINGRID OYJ	18,801%
LITGRID AB	1,998%
ELRING AS	1,998%
AUGUSTSPIEGUMA TIKLS AS	1,998%

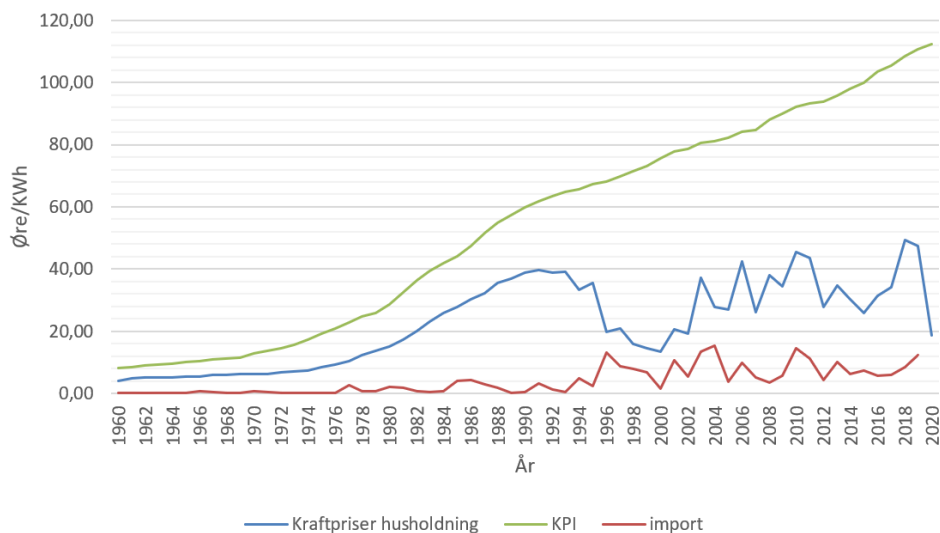
Den tredje epoken startet i 2018 da Norge vedtok den tredje energimarkedspakken. European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators (ACER). Det ble da nødvendig å gjøre endringer i energiloven for at den skal samsvare med vedtatt lov. Energimarkedspakken består av åtte direktiver som omhandler Norges deltagelse i ACER og nye rettigheter for forbruker samt adgang til overføring av elektrisk kraft over landegrensene. Loven er ment til å effektivisere bruken av ren energi. NVE vil fortsatt være reguleringsmyndighet, men enheten legge til en egen enhet kaldt Reguleringsmyndigheten for energi (RME) (Europalov, 2019). I neste avsnitt vil oppgaven være å se på korrelasjonen mellom vannkraftutbyggingen, forbrukeravgift, energiloven, den tredje energimarkedspakken og strømprisene.

I Norge har vi siden 1960-tallet ha forholdsvis lave energipriser sammenlignet med andre land. Norge har et klima som krever mye energi til oppvarming og har blitt betraktet som en nødvendighet og en selvfølgelighet. med nye lover og øket etterspørsel etter ren energi kan dette endre seg på sikt.

Tabell 6 Strømpris, kraftimport og KPI indeks basert på tall hentet fra Figur 8. Strømprisen i 1960 var 4,14 øre/kWh.

År	1960 - 1970	1970 – 1980	1980 – 1990	1990 – 2000	2000 – 2010	2010 - 2020
Endring %	52%	141%	156%	-65%	235%	-59%
Endring	0,20	8,90	23,70	-25,33	31,85	-26,73
Pris	6,3	15,20	38,90	13,58	45,43	18,70

Strømprisene har til dels store svingninger, noe som skyldes fire hoved elementer: kalde perioder, lite tilsig i magasin, høyt forbruk og import av strøm. Strømprisene hadde et kraftig byks fra 1974 og til 1992, noe som kan tyde på energi regulerende tiltak fra myndighetene. I tillegg kan man antyde en korrelasjon mellom perioder med økt import av strøm og økte priser, men i gjennomsnitt er prisene lave. Prisen er i en svakt stigende trend, men langt under KPI indeksen. Figuren viser at prisen i 2020 er kun 3,5 øre høyere enn i 1980.



Figur 8 Pris på strøm til kunde, importert strøm og KPI indeks Norge 1960 – 2020, basert på tall hentet fra SSB 08448 – 09387 -08184 og fra SSB arkiv Elektrisitetsstatistikk fra 1960 til 1998.

### Et blikk på strømprisene mot 2030

Strømprisen i Norge er for tiden mye diskutert i media og er et hett tema hver gang strømprisene går opp. Internettetsiden Dinside publiserte en artikkel angående strømpriser i februar i år der de viste til en strømpris på 260 øre kl. 08:00 på morgenen, for deretter å falle til under en krone kl. 12:00. Det samme skjedde kl. 17:00 da prisen igjen var oppe på 260 øre. Edgeir Aksnes fra strømmappen Tibber forklarte hvordan en kunde med enkle grep kan minimere disse store utslagene på prisen.

- Unngå å dusje rett i forkant av slike svingninger (hindrer at VVB trekker mye strøm).
- Ikke benytt oppvaskmaskin, vaskemaskin eller tørketrommel i disse periodene.
- Benytt smart lading på bil og smart varmestyring der det finnes.

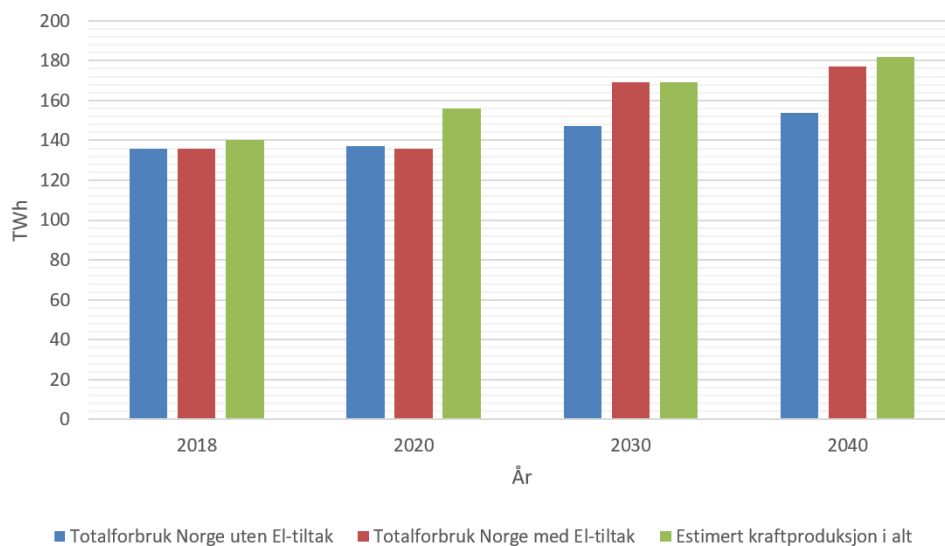
Dagen før de høye prisene var spotprisen på 89,98 øre (Lindvoll, 2021). Grunnen til dette prishoppet var et ekstremt høyt forbruk på dette tidspunktet, noe som fører til press på overføringskapasiteten og prisen stiger.

Eksemplet ovenfor adresserer flaskehalsen i systemet, når det gjelder øyeblikks verdier og overføringsnett. Norge har forholdsvis god kapasitet og effekt i strømforsyningene med dagens forbruk. Hvordan vil dette endre seg i den elektrifiseringsfasen vi nå er inne i? Ser vi tilbake til 1970-tallet da avgiftene kom inn som en regulerende faktor, samtidig som den skulle sikre myndighetene mere inntekter ser vi at Norge hadde mange vassdrag klar til utbygning og forsterket nettet for å sikre kapasitet og effekt. I dag er problemstillingen den samme, men forutsetningene er en annen, Norge har ikke mye potensiell energi ledig til fremtidig utbygning. For å kunne gi kvalifiserte gjettinger, for gjettinger må det bli basert på de anslag NVE kommer med. Dette skyldes ikke beregningsmetodene fra NVE, men den stadige økene framskrivningen av energiforbruket i Norge. NVE rapporten fra 2017 til 2020 viser et betydelig sprik i fremskrevet forbruk. I rapporten fra 2020 bruker NVE deles forbruket i to scenarier:

- Uten nye elektrifiseringstiltak (UNET)
- Tiltak med elektrifiseringstiltak.

Tabell 7 Framskrivning energiforbruk, (Amunsen, et al., 2017), (Spilde, Lien, Ericson, & Magnussen, 2018), (Spilde, et al., 2019), (Haukeli, et al., 2020).

År	2020	2030	2040
<b>NVE Rapport 2017</b>	139	146	
<b>NVE Rapport 2018</b>	139	151	
<b>NVE Rapport 2019</b>	139	153	159
<b>NVE Rapport 2020 (UNET)</b>	137	147	154
<b>NVE Rapport 2020 Med el</b>	136	169	177



Figur 9 Samlet forventet forbruk og produksjon av strøm i Norge fra 2018 til og med 2040 (Haukeli, et al., 2020)

Basert på tallene fra NVE rapport 2020 har NVE estimert fremtidige strømpriser og nettleie basert på to scenario. Første scenario (1) baseres på normal økning i strømforbruket og takt i utbygningen av energi. Scenario (2) baseres på elektrifisering av oljenæringen, transportsektoren og store deler av industrien 2030 til 2040, alle priser er uten mva. I tillegg kommer forbrukeravgiften som ikke er med i beregninger fra NVE. For å kunne danne et bilde av den totale prisen antas det i scenario (1) en økning på 50% fra 2020 til 2030 og 50% fra 2030 til 2040. Antagelsen baseres på prisstigningen i forbrukeravgift mellom 2010 og 2020. I scenario (2) antas en økning i forbrukeravgift på 100% fra 2020 til 2030 og 100% fra 2030 til 2040 på grunn av en sterk økning i forbruket.

Tabell 8 Framskrivende elektrisitetspriser og avgifter NVE. (1 pris uten elektrifiseringstiltak, 2 priser med elektrifiseringstiltak basert på tall hentet fra (Haukeli, et al., 2020).

Tiltak	2020			2025			2030			2040		
	El	Forb.	Nett.	El	Forb.	Nett.	El	Forb.	Nett.	El	Forb.	Nett.
<b>(1)</b>	18,70	16,10	28,53	41,00	20,12	28,53	36,00	24,15	28,53	35,00	36,22	28,53
<b>(2)</b>	18,70	16,10	28,53	41,00	24,15	28,56	43,00	32,20	28,59	45,00	64,40	28,58
<b>Sum (1)</b>	<b>63,33</b>			<b>89,65</b>			<b>88,86</b>			<b>99,75</b>		
<b>Sum (2)</b>	<b>63,33</b>			<b>93,71</b>			<b>103,79</b>			<b>137,98</b>		

Tallene i NVE rapportene baseres på nåværende kjente økninger, basert på tidligere rapporter kan mye tyde på at økningen i fremskrevet forbruk vil fortsette å øke i årene som kommer. Allerede i skrivende stund meldes det inn mulig batterifabrikk i Mo industripark. Da er det tre batterifabrikker under planlegning. Disse tre fabrikkene vil kreve 5 TWh ( Indsetviken, 2021). Det er ingen grunn til å tro at dette er de siste kraftkrevende prosjekter i Norge. Det er fullt mulig at Norge bruker opp kraftreservene i fremtiden. Mye av de fremskrivende kraftreservene i Norge bygger på vindkraft og øket tilsig i magasinene. Øket utbygning av kraftkrevende industri er en driver på kraftprisene og vil føre til knapphet i strømmettet. Knapphet på strøm eller effekt i nett vil føre til sterkt økte strømpriser og energibeskatning.

## 2.3 Miljø

### FNs bærekraftsmål

FN ble i 1945 opprettet som en følge av andre verdenskrig, med ønske om fred og en ny verdensorden. I dag er et av de viktigste arbeidsområdene som FN jobber med klimamålene. Grunnlaget for dette starter fr ca.50 år siden. FNs miljøprogram ble opprettet i 1972, samme år som det var en stor internasjonal miljøkonferanse i Stockholm. I 1983 ble Verdenskommisjonen for miljø og utvikling etablert. Den ble kjent som Brundtland kommisjonen og kom med sin sluttrapport i 1987 hvor begreper bærekraftig utvikling ble satt på agendaen. begrepet har lagt mye av grunnlaget for videre tenkning rundt klima- og miljøarbeid i verden og går ut på at dagens mennesker skal få dekket sine behov uten å svekke ressursgrunnlaget for fremtidige generasjoner. i 1988 grunnla Verdens meteorologiorganisasjon og FNs miljøprogram FNs klimapanel. rapportene fra FNs klimapanel er det som legger grunnlaget for internasjonal klimapolitikk (Uglenes, 2021).

Samme år som Parisavtalen ble undertegnet vedtok FN 17 nye bærekraftsmål for å utrydde fattigdom, bekjempe ulikheter og stoppe klimaendringene innen 2030. Bærekrafts mål har stor betydning for hvordan politikken i Norge skal føres, ikke bare nasjonalt, men også regionalt og lokalt. Flere av FNs bærekraftsmål er aktuell for temaet i oppgaven.



Figur 10 FNs bærekraftsmål hentet fra (FN, 2021).

Norge har gjennom flere tiår vært en pådriver i internasjonale forhandlinger om klimagassutslipp og vil i de neste årene måtte gjennomføre store tiltak nasjonalt for å oppfylle sine internasjonale forpliktelser. Dette kapitlet vil sette søkelys på hvordan mekanismen i disse forpliktelsene vil påvirke alle sektorer i Norge og med særlig vekt på byggsektoren. I tillegg vil det belyse hvordan fremskrivende klimaendringer vil kunne påvirke bygninger i Norge.

Gjennom Parisavtalen har Norge som EØS medlem forpliktet seg til store reduksjoner av klimagasser. Grunnmuren til Parisavtalen er FNs klimakonvensjon fra 1992. Gjennom klimakonvensjonen ble medlemslandene enige om å opprette nasjonale regnskap for klimagassutslipp. Disse regnskapene skapte grunnlaget for Kyotoavtalen i 1997. Kyotoavtale ble først ratifisert i 2005 og inneholdt tallfestede klimagassreduksjoner for hvert enkelt medlemsland. Reduksjonen skulle gjelde perioden 2008-2012. Innen 2012 skulle det fremforhandles en ny reduksjonsplan. Landene klarte ikke å enes om noe ny avtale innen 2012 og avtalen ble forlenget til 2020 (Kyoto-2). Parisavtalen, som kan ses på som en påbygning av Kyotoavtalen med forhøyede krav. Parisavtalen ble vedtatt i 2015 og ratifisert av Norge i 2016. Hovedmålet med avtalen er å begrense jordas temperaturøkning til 1,5°C, over førindustrielt nivå. Parisavtalen blir verdensomspennende og trer i kraft fra og med 2021 (FN-sambandet, (u.å.)). For denne oppgaven er det følgende tre deler fra Parisavtalen som bli belyst:

- Kvotesystem som regulerer utslippen i tungindustrien og oljesektoren.
- Innsatsfordeling som reguleres av utslippsbegrensninger i fastsatte mål for hvert enkelt land.
- Skog og arealbrukens utslipp og opptak av klimagasser.

For å kunne fremskrive virkningen av disse tre faktorene vil det være naturlig å analysere dem hver for seg.

### **EUs kvotesystem ETS**

Kvotesystemet reguleres av EUs Emission Trading Systems (ETS) og kan betraktes som en selvstendig utslippsfaktor som ikke påvirker innmeldte klimakutt. En enkel og forkortet forklaring på kvotesystemet er: EU utsteder et fastsatt antall kvoter som fordeles til medlemslandene gratis. Medlemslandene deler ut kvoter til virksomheter som er kvotepliktig. Virksomheter som har større utslipp enn de tildelte kvoter må kjøpe kvoter. Det finnes i dag to steder der kvoter auksjoneres. European Energy Exchange (EEX) som er den Norge bruker og ICE Futures Europe (IEC) som er

Storbritannias auksjonssystem. Kvotene selges av virksomheter som har overskudd på kvoter eller har innført elektrifiseringstiltak og får med det økte inntekter. Det har vært store overskudd av kvoter i markedene, noe som har ført til lave priser. Av den grunn har EU bestemt å redusere tilgjengelige kvoter med 2% hvert år. I tillegg har de innført en Markedsstabiliseringsreserve (MSR) som skal hente ut kvoter når tilgjengeligheten er for høy (Regjeringen, 2019). Disse mekanismene vil på sikt presse opp prisene på kvoter. Et tydelig eksempel på dette er Oljenæringen som er tidlig ute med elektrifisering av Norsk sokkel. Det vil med andre ord si at en økning i prisen på klimakvoter er en driver som øker prisen på ren energi. I 2020 lå gjennomsnittlig kvotepris på Kr. 248,18 (Miljødirektoratet, 2020)

### **Innsatsfordeling for å redusere klimagassutslipp**

Innsatsfordelingen går ut på kutt i ikke kvotepliktig utslipp. Ikke kvotepliktige utslippskilder er der Norge har forpliktet seg til 50-55% utslippskutt innen 2030 (Miljøverndepartementet, 2021), Disse kuttene må komme gjennom energiøkonomiserende tiltak, elektrifisering og økt pris på CO<sub>2</sub> avgift. CO<sub>2</sub> avgift ble første gang innført i Norge i 1991. Da var CO<sub>2</sub>-avgiften på 60 Øre pr. liter bensin (Skattedirektoratet, 2020). I 2021 var samme avgift forhøyet til Kr. 1,37 pr. liter bensin (Regjeringen, 2020). Pris pr. tonn utgjør Kr. 691,- i 2021 og Regjeringens mål er å øke prisen til Kr. 2 000 pr. tonn innen 2030 (Brenna, 2021). Å øke prisen på CO<sub>2</sub>-avgiften vil være en driver for økt pris på ren energi

### **Skog og arealbruk**

Satser for skog og arealbruk fastsettes av EU. Med den forvaltningspolitikken Norge fører i skog og arealbruk, ligger det an til en reduksjon i utslippene. Opptaket fra skogen og areal er høyere enn utslippene ved hogst. Denne reduksjonen av CO<sub>2</sub> utslipp kan benyttes til fratrukk i ikke-kvotepliktig sektor. I tillegg kan Norge kjøpe kvotereduksjoner fra andre land (Regjeringen, 2019).

### **Avfall fra byggsektoren**

Byggsektoren skaper store mengder avfall. I Norge danner byggsektoren nesten 2 mill. tonn avfall. Riving av gamle hus og bygging av nye hus står for over to tredjedeler av avfallsmengden, se Figur 11. På grunn av disse avfallsmengdene er det sterkt søkelys på sirkulærøkonomi i regjeringens klimaplan. For å kunne redusere avfallsmengdene vil rehabilitering av eksisterende bygninger, fremfor å rive dem, bli et viktig tiltak for å redusere avfallsmengden. Klimaplanen peker ut byggsektoren som et av hovedsatsningsområde innenfor Europas grønne giv (Miljøverndepartementet, 2021). På samme måte som økt aktivitet på et område gir ringvirkninger til andre områder, så vil redusert aktivitet på for eksempel transport gi ringvirkninger til mindre veislitasje, mindre salg av tunge biler, redusere energiforbruket, mindre svevestøv osv. En øket gjenbruk og oppgradering av eksisterende bygninger vil være en driver til å redusere energiprisen.

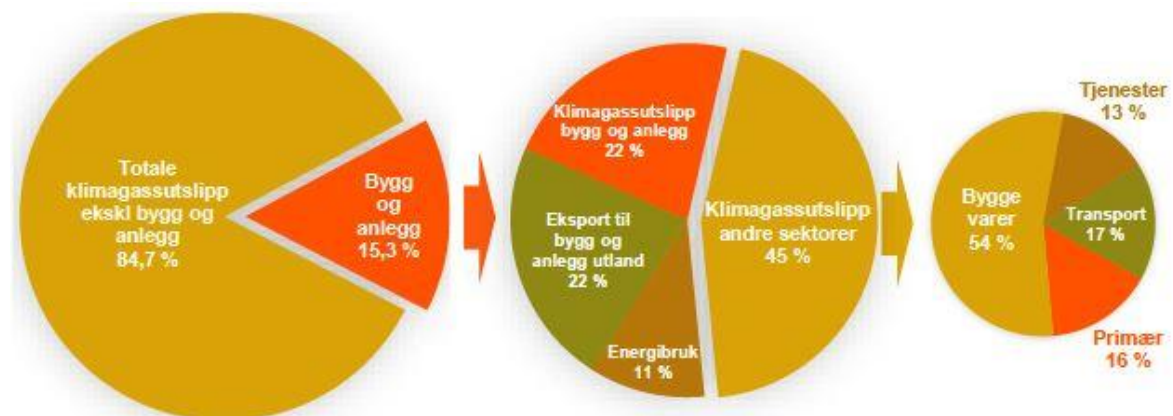




Figur 11 Generert avfall i bygg sektoren Norge 2004 - 2019, basert på tall fra SSB 09247.

### Klimagassutslipp fra byggesektoren

Energien som benyttes til oppvarming av bygg, gir svært små utslipp på grunn av at det i all hovedsak benytter ren energi. Byggesektorens utslipp består i all hovedsak av nybygging, transport, avfallshåndtering, avskoging og produksjonen av byggevarer. I 2017 ble klimagassutslippet fra Norsk bygg og anleggsektor anslått til ca. 13 mill. tonn CO<sub>2</sub> ekvivalenter, hvorav energibruken til oppvarming tilførte i overkant av 1 mill. tonn. Samlet utgjør dette i overkant av 15% av ikke kvotepliktige utslipp 2017 (Larsen, 2019). Det vil være mulig å redusere disse tallene betraktelig ved å øke takten i oppgradering av eksisterende bygninger. Dette tiltaket vil være med på å senke energiprisene.



Figur 12 Bygg- og anleggssektorens andel av norske utslipp hentet fra (Larsen, 2019).

### Klimaendringer og påvirkning på bygninger

Klimaendringer vil ikke være med i beregningsgrunnlaget for energiforbruk. Framskrivninger i denne oppgaven bygger på en rapport utarbeidet av Meteorologisk institutt, Uni Research og NVE på oppdrag fra Miljødirektoratet "Klima i Norge 2100". I Denne rapporten bygger framskrivningen av klimaendringen på tre ulike senario. Der første senario er fortsatt økning av klimagassutslipp. Neste senario bygger på små endringer i klimagassutslippene fram mot 2050 og deretter utslippskutt. Det tredje og siste

senarioet bygger på drastiske kutt fra og med 2020. Siste senario legges til grunn i denne oppgaven. Selv med dette senarioet vil årsmiddeltemperaturen kunne øke med 1,5 til 2,7 grader celsius mot 2100 (Hanssen, et al., 2015). Disse klimaendringene vil endre belastningen på bygninger generelt. Økte temperaturer og fuktigere klima vil påvirke bygninger på mange måter. Men først og fremst være en utfordring med hensyn på råte, korrosjon og vannskader generelt. Fuktskader i bygninger er en kjent problemstilling innen byggenæringen og hele 76 % av skader på bygninger skyldes fukt (Byggforsk, 2010). En temperaturøkning vil føre til redusert oppvarmingsbehov i bygninger, samtidig som økt CO<sub>2</sub> nivå i luften vil kunne kreve økt effekt på ventilasjonsanlegg. Surere klima vil øke korrosiviteten og redusere levetiden på bygningsdeler. Klimaendringene vil på den ene siden redusere oppvarmingsbehovet, men på den andre siden vil energibruk til ventilasjon og øket virksomhet i avløpshåndtering motvirke reduksjonen. I tillegg vil bygninger være mere utsatt for flom og skred.

### **Hvordan vil fremtidige miljøkrav kunne påvirke beslutningsgrunnlaget**

Miljøkrav og en grønnere beskatning vil direkte eller indirekte drive opp prisene på transport og annen fossil virksomhet. Denne forskjellen vil vedvare til elektrifiseringen når transport- og industrinæringen. Regjeringens mål i klimaplanen er å presse frem miljøvennlige løsninger som blant annet innebærer resirkuleringsøkonomi og oppgradering av eksisterende bygningsmasse som noen av tiltakene (Miljøverndepartementet, 2021). Hvor fort endringene skjer er et politisk anliggende. Det synes å være bred enighet om et sterkere grønt skifte i Norge og vedtatt mål må oppnås for å unngå bøter. Legger man klimameldingen til grunn vil det være en driver for økt oppgradering av eksisterende bygninger.

### **2.4 Bygningsforvaltning og oppgraderingstiltak**

Dette kapitlet vil omhandle driftsmessige og tekniske forhold i forbindelse med enøktiltak. For å kunne oppnå et gode resultat, må enøktiltak settes i system og innlemmes med ordinært vedlikehold. Vedlikehold bør være synonymt med enøktiltak. Langsiktig planlegning i samarbeid med god oversikt over bygningers tilstand vil på sikt effektivisere og øke lønnsomheten i de fleste enøktiltak.

#### **Energiledelse**

Energiledelse er et administrative system som sørger for effektiv bruk av energi og bør være et system på lik linje med personal, økonomi- og kvalitet styringssystem. Energipolitikken må være forankret i øverste ledelse i kommunen. Uten slik forankring stopper mange energiledelsesprogram opp. Politikken må være tilpasset egen organisasjon (ikke ferdigkjøpt opplegg). Ti gode grunner for å iverksette energiledelse hentet fra (Riise, 2020):

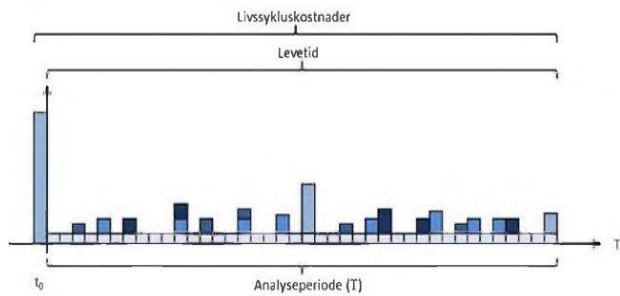
1. Økt kunnskap om bedriftens energibruk og det gir ofte mulighet til besparelser på over 10% med beskjedene investeringer.
2. Økt forpliktelse blant de ansatte.
3. Økt motivasjon til å identifisere og gjennomføre tiltak.
4. Gir bedre dokumentasjon av energibesparelser som fører til riktige prioriteringer.
5. Gir kommunen en Grønn profil utad.
6. Fremskaffer nøkkeltall for energibruk som kan benyttes i forbindelse med Benck målinger.
7. Øker sannsynligheten for at de riktige tiltakene gjennomføres.
8. Hjelper beslutningen om innkjøp av riktig energitype, pris og mengde.
9. Bedre kontroll med budsjettering og energiberegninger.
10. Sørger for at energiriktige investeringer i fremtiden.

Enova har utarbeidet en veiledning til energiledelse. Veilederen gir en innføring i emnet og en sjekkliste på hvordan organisasjonen ligger an i etableringen av energiledelse. Enova har på sin internettside en Energy performance contracting modell (EPC) som gir selvfinansiering av energiøkonomiserende tiltak. Modellen går ut på kontraktsfestede vedlikeholdstiltak med medfølgende garanti på besparelser

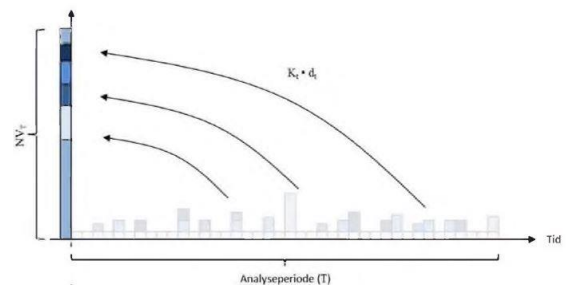
(Enova, U.å.). Energiledelse vil på sikt danne et godt beslutningsgrunnlag med hensyn på vedlikehold og energiltak. En god plan kan være med på å redusere kostnader forbundet med energiltak.

### Bygningsforvaltning

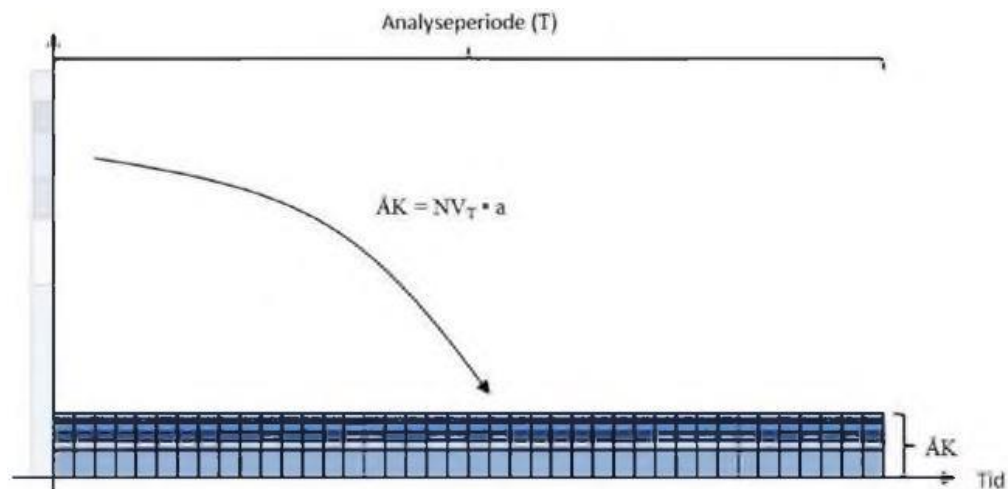
Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU) er nært knyttet til Livsløpskostnader (LCC). LCC innbefatter alle investeringer, drift- og vedlikeholdskostnader gjennom hele levetiden. Beregningen utføres ved å fordele alle kostnader ut på forventet levetid. Kostnader består av faste driftskostnader, vedlikeholdskostnader, oppgraderingskostnader og utskiftingskostnader. Når alle kostnadene er fordelt beregnes det nåverdi og alle nåverdier summeres. Summen fordeles jevnt ut på alle år og gjenspeiler årskostnaden (ÅK) for bygningen.



Figur 13 Analyseperiode LCC fordelt på år hentet fra (Standard Norge, 2013).

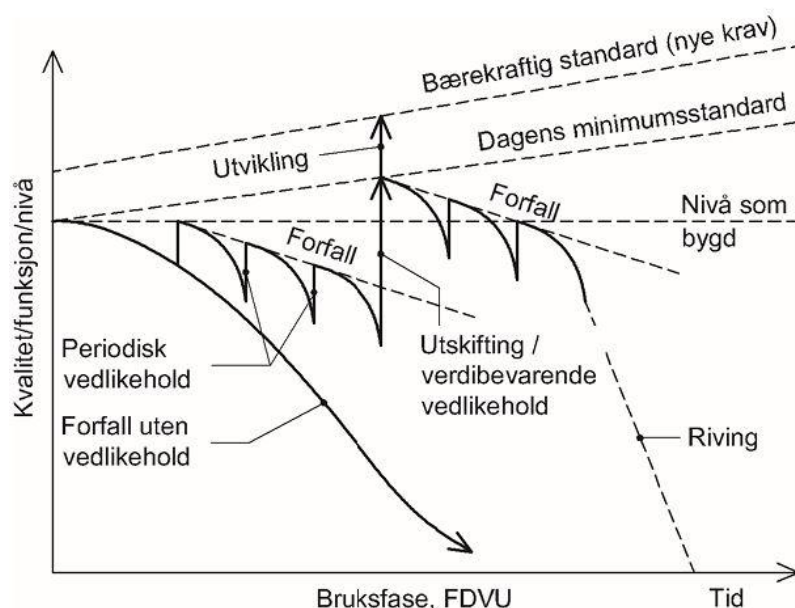


Figur 14 Analyseperiode LCC tilbakeført nåverdi hentet fra (Standard Norge, 2013).



Figur 15 Analyseperiode LCC fordelt på år hentet fra (Standard Norge, 2013).

ÅK kan betraktes som en leiekostnad for å eie bygningen og representerer den største kostnaden knyttet til bygningen. Bygge og prosjekteringskostnader utgjør ca. 25 % av bygningens totale kostnad, resterende kan tilskrives ÅK. Fokus mot disse kostnadene vil tvinge frem gode løsninger, der kvalitet, miljø og driftskostnader settes i førersetet. Illustrasjon på levetid og forvaltning se Figur 16 under.



Figur 16 Levetid i sammenheng med bruksfasen av bygningsdeler hentet fra (Byggforsk, Sintef, 2017).

Tabell 9 Avskrivningstid, basert på tall hentet fra (Novakovic, Hanssen, Thue, Wangenstein, & Gjerstad, 2018).

Objekt	Avskrivningstid N, år
Bygningsmessige konstruksjoner	60
Isolasjon	40
Vinduer	30
Varmeanlegg	25
Rørinstallasjoner	30
Varmtvannsbereder	15
Elektriske varmeanlegg	30
Termostater, ventiler	15
Varmepumpe	15
Oljebrenner	15
Trykkekspansjonsanlegg	20
Platevarmeveksler	15
Roterende varmeveksler	10
Kammerveksler	15
Vann/glykol-gjenvinner	15
Ventilasjonskanaler	30
Vifter	15
Automatikk/overvåkning	15
Belysning	20

Levetid er avskrivningstiden på en bygningsdel. Etter den tid anses bygningsdelen moden for utskifting. Tidlig fase innsatsfaktor i drift og vedlikehold er nøkkelen til god økonomi i alle bygninger.

### Energisparetiltak

Kyoto-pyramiden består av fem trinn som beskriver enøktiltak. I denne oppgaven legges energiledelse til som et nytt trinn og fundament i planleggingen av enøktiltak for bygningsmassen i Lurøy. Med

utgangspunkt i pyramiden utarbeides det tiltak som beskriver mulig energisparende tiltak med retning og effekt.



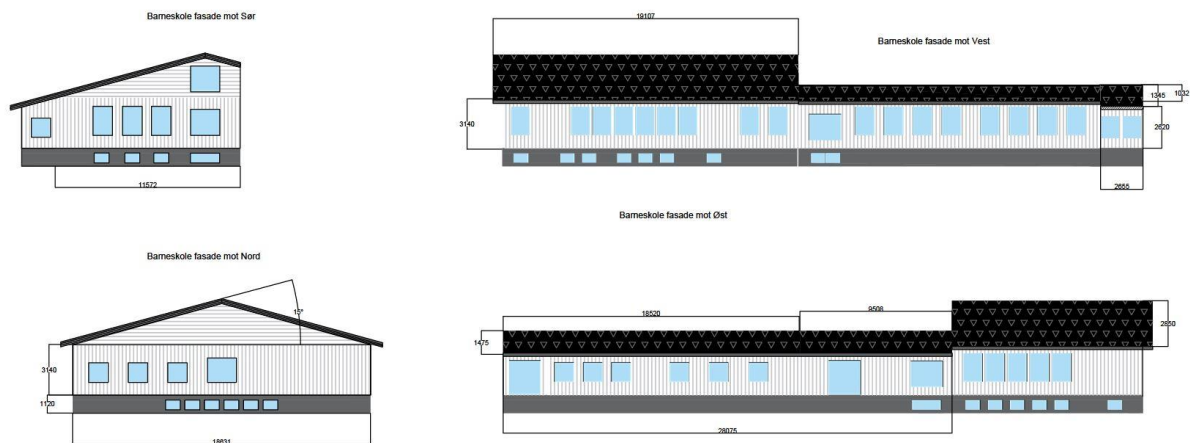
Figur 17 Kyoto pyramiden med energiledelse inspirert av Kyoto pyramiden.

## En kort presentasjon av Lurøy skole

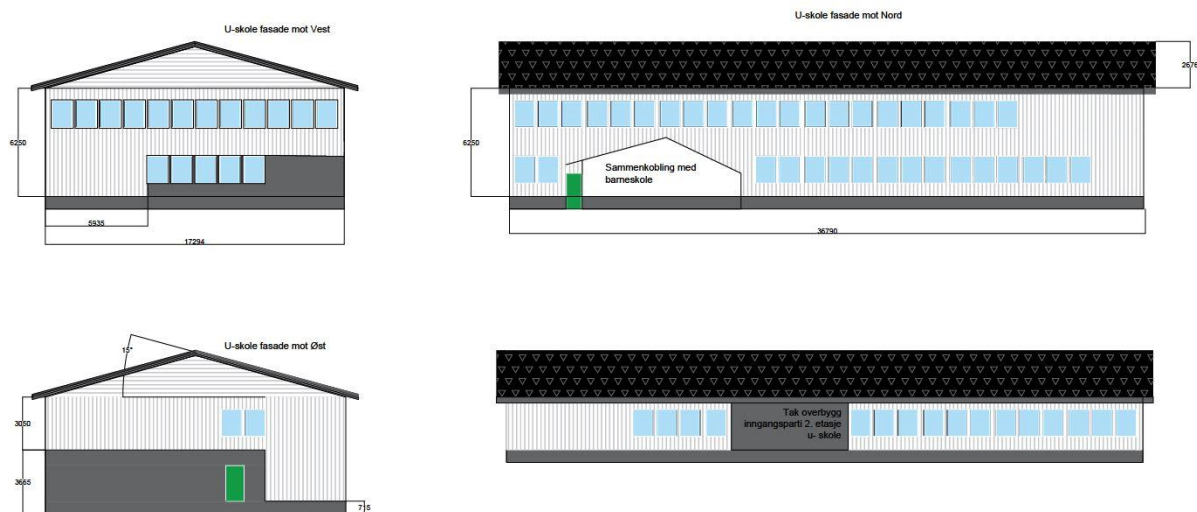
Chase-study baseres på Lurøy skole, denne er representativ for bygninger som organisasjonen forvalter. Skolen består av to byggetrinn. Første byggetrinn var barneskolen som ble satt opp i 1963, etterfulgt av ungdomskolen og gymsal i 1974. Barneskolen består av kjeller med full høyede, bygget av betongstein og betongpuss. 1. etasje er lett bindingsverk med 2"x4" stendere, 10 cm isolasjon og utlekte fasadekledning. Takkonstruksjonen er bygget med takstoler 15 grader vinkel og kaldt loft der undergurten støttes av innvendige bærevegger. Bygningen har et lite loft som en gang var hybel for lærere. Loftet blir lite benyttet i dag. Det er kun et lite grupperom mot sør som benyttes i forbindelse med skole. I den nordre delen av loftet er det installert et balansert ventilasjonsanlegg som forsyner klasserommene med luft via fortregningsventilasjon. Barneskolen ble koblet sammen med ungdomsskolen da den ble bygget. Det lille mellombygget som forbinder konstruksjonene, er i denne oppgaven med i barneskolens areal. Ungdomsskolen består av tre plan. Bæresystemet er en kombinasjon av stålsøyler og betong bærevegger. Stålsøylene er innvendig i bygningen og derfor beskyttet mot kuldebro-problematikk. Inngang til sokkeletasjen på ungdomsskolen ligger 715 mm lavere en sokkelen og består av trapperom og bøttekott i tillegg til et lager for vaktmester. Sokkeletasjen har et ubenyttet areal på 210 m<sup>2</sup>, som består av en ikke utgravet del som danne støttemur til første etasje. Sør, øst og vestsiden i sokkelen består av betongvegger. Hele nordlige vegg består av bindingsverk med 48x148 mm stendere. Sokkel og første etasje er forbundet med trapp. I tillegg har første etasje inngang fra sørsiden. Fasade og vegger i første etasje består av 48x148 bindingsverk og 15 cm isolasjon. Takkonstruksjonen består av takstoler med 15 grader og kaldt loft med 15 cm isolasjon ned mot himling. Både barneskole og ungdomsskole har byttet vinduer. Vinduene er fra 2005/2006

Tabell 10 Informasjon Lurøy skole med matrikkel (Kartverket, 2021).

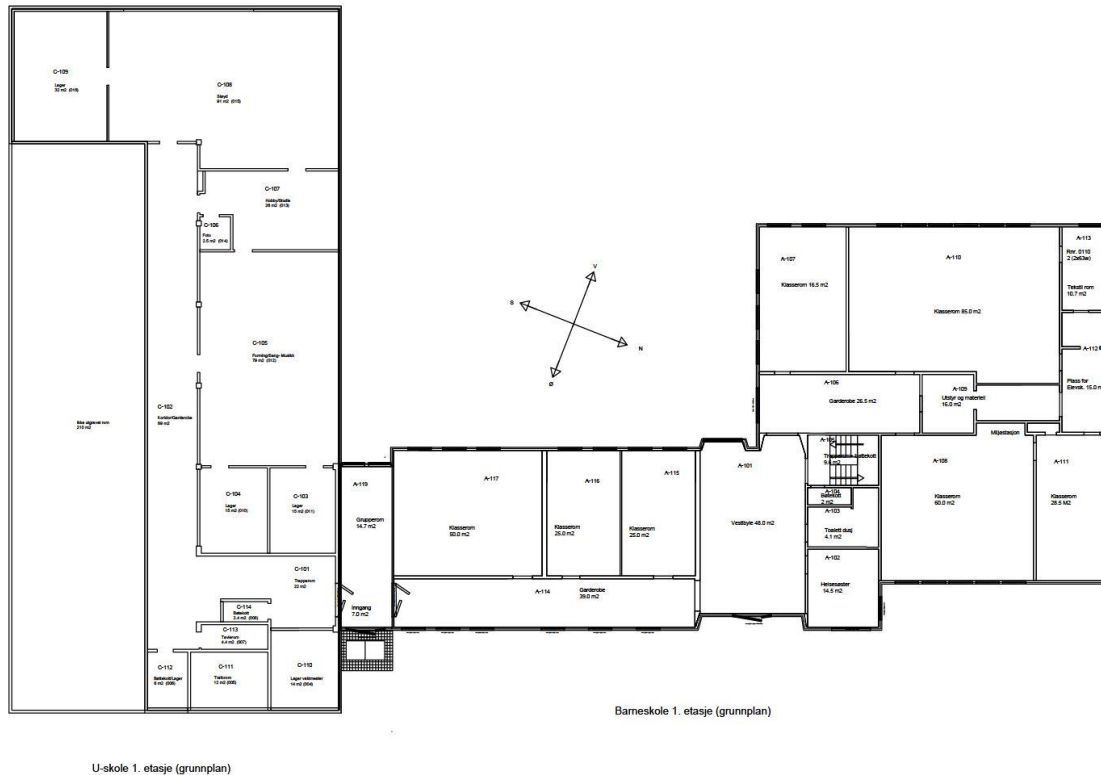
Etasje	BTA [m2]	BRA [m2]	Kommentar				
Barneskole kjeller	557	373	Kjeller som rommer WC og lager til vaktmester. Kjelleren har et basseng som ikke er i bruk. Kjeller benyttes svært lite.				
Barneskole 1. etasje	558	539	Benyttes til undervisning. 7 klasserom, wc og rom til helsesøster. Tilbygg mellom barneskole og ungdomsskole er lagt under barneskole da det ligger på samme plan.				
Barneskole loft		56	Svært lite benyttet. lager, bad, grupperom og rom til ventilasjonsaggregatet.				
Ungdomsskole sokkeletasje	422	408	Benyttes til undervisning ungdomsskole. Stort musikkrom med 2 lager, hobbyrom, sløydsal med lager, bøttekott, tavlerom, traforom med inngang fra utside og lager vaktmester med inngang fra utside				
Ungdomsskole 1. etasje	648	624	Benyttes til undervisning ungdomsskole. 4 klasserom, bibliotek, matkjøkken, konferanserom, 2 wc, garderobe, 4 arbeidsrom for lærere og rektor, konferanserom, lærerværelse og lager rektor				
Matrikkelen	1834 Lurøy	Gnr.	20	Bnr.	35	Bygning nr.	188451543
Bruksnavn	Skoleplassen						
Areal	7459						
Tomt	Flat tomt med lekeplass og lett skrånende opp mot 2. etasje ungdomsskole						
Eier	Lurøy kommune						
Adresse	Onøy veien 105, 8766 Lurøy						
Beliggenhet	Ca. 2,45 km. Fra Lurøy fergekai						



Figur 18 Fasader barneskolen Vedlegg B-01-1.



Figur 19 Fasade ungdomsskole, vedlegg B-01-1.



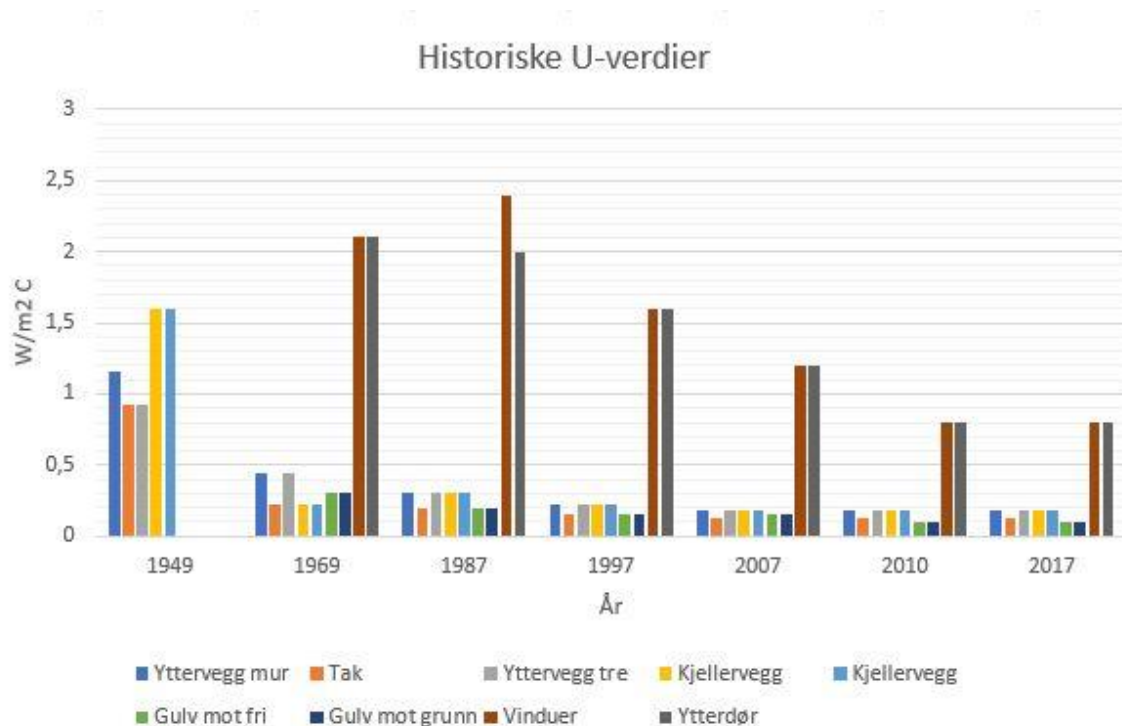
Figur 20 Plan ungdomsskole 1. etasje og barneskole 1. etasje, vedlegg B-01-1.

Priser og kalkulasjoner basert på erfaringer fra bransje. Erfaringstallene kan hentes fra tilbydere av prisdata. To godkjente prisbaser i bransjen er Norsk prisbok (Johansen & Nguyen, 2020), og Holte prosjekter (Holte, U.å.).

### Byggeforskrifter

Den første landsomfattende bygningsforskriften ble vedtatt først i 1965 (Regjeringen.no, 2018). Før den tid var det byggeforskrift av 1949 (som ikke var landsomfattende). Kvaliteten på gamle bygninger varierte med håndverkernes utførelse og forståelse for byggetekniske detaljer. Byggeforskriftenes krav har med jevne mellomrom skjerpet kravene til varmetap i bygninger.





Figur 21 Historiske U-verdier basert på tall fra byggeforskrifter hentet fra (Direktoratet for byggkvalitet, U.å.).

Norconsult har på oppdrag fra NVE utarbeidet en veileder som gir forslag til verdier basert på normtall og erfaringer. Veilederen er ment som et verktøy for energimerking av bygninger og kan benyttes med korrigeringer der det må være nødvendig.

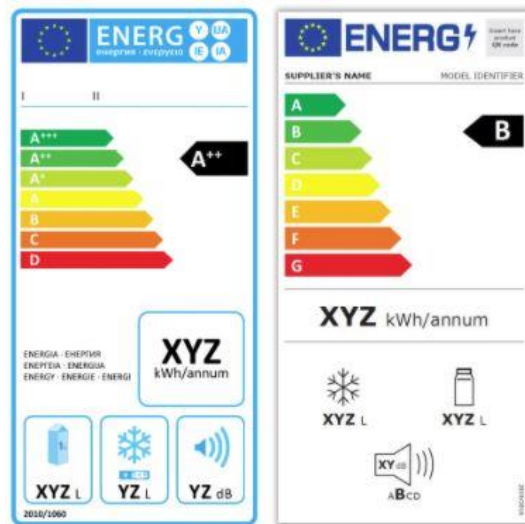
Bygningskategori	Fram til 1920	1920-1939	1940-1968	1969-1986	1987-1996	1996-2008
Småhus	10	10	10	8	6	4
Boliblokker	9	9	9	7	5	3,5
Barnehager	10	10	10	8	6	4
Kontorbygg	9	9	9	7	5	3,5
Skolebygg	9	9	9	7	5	3,5
Universitets- og høyskolebygg	9	9	9	7	5	3,5
Sykehus	9	9	9	7	5	3,5
Sykehjem	9	9	9	7	5	3,5
Hoteller	9	9	9	7	5	3,5
Idrettsbygg	9	9	9	7	5	3,5
Forretningsbygg	9	9	9	7	5	3,5
Kulturbygg	9	9	9	7	5	3,5
Lett industri, verksteder	9	9	9	7	5	3,5

Figur 22 Luftlekkasjetall fordelt på årsklasser hentet fra (Norconsult, 2013).

Offentlige krav til bygninger og oppgraderinger vil ikke bli behandlet særskilt i denne oppgaven, da det er Lurøy kommune med teknisk etat som er oppdragsgiver.

## Belysning og hvitevarer

Energieffektive artikler kan stå for en betydelig besparelse av energi. En undersøkelse på ti produktgrupper viser en besparelse på 3 TWh i Norge i 2030 på grunn av energimerkingen av el-artikler (NVE, 2020). Fra og med 01.03.2021 ble det gamle energimerket på elektriske varer erstattet med et nytt merke, som har en utvidet skala fra A til G. Den nye skalaen gir et klart skille mellom produkter, i motsetning til den gamle energimerkingen, som opererte med A+ til A+++ . Fra og med 1. september i år kommer det ny energimerkeordning for lyskilder. Lyskilder har et ikke ubetydelig sparepotensial. I skolebygninger er det mest vanlig å benytte lysarmaturer med T8 lysrør. En utskifting til T5 rør har mange fordeler. Det gir en besparelse på 25 % i tillegg til lengere levetid (Aabakken, 2016).



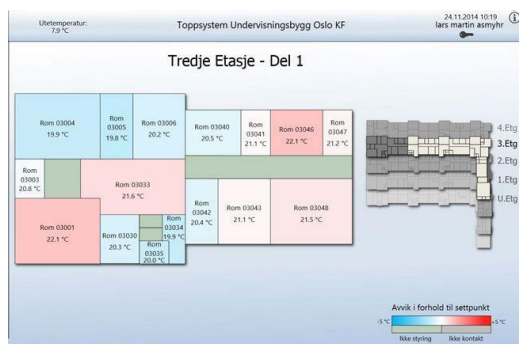
Figur 23 Gammelt og nytt energimerke hvitevarer, hentet fra (NVE, 2021).

## Solenergi

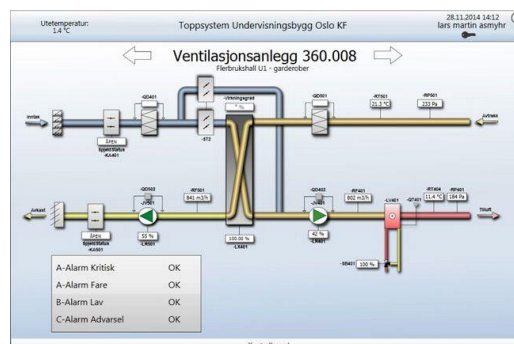
Solceller er aktuell som aldri før. Solseller kan benyttes til flere formål. Energi fra sole kan varme opp vann til forbruk i bygningen. Det kan også benyttes til produksjon av elektrisk energi. Prisen på solcellepanel har falt mye de siste årene og et eksempel på pris for et anlegg som produserer ca. 28 000 kWh i året ligger på ca. 270 000 i østlandsområdet (Alphasun, 2019). Solcelle fungerer godt også på nordligere breddegrader. For å oppnå 1 kW solenergi må det installeres 6 kvadratmeter panel. Dette gir en effekt på 850 kWh i året, målt i Tromsø (Bostrøm, 2018). Solcelle er absolutt en mulighet som kan vurderes i mange tilfeller, enten til oppvarming av vann i energifleksible systemer eller til strøm.

## SD-anlegg

SD-anlegg sentraliserer driften av bygninger ved hjelp av sensorer, elektriske brytere og regulatorer (givere) som overvåker og betjener komponenter i bygningen via et display eller en datamaskin. Sparepotensialet ligger i sentraliseringen som medfører komplett oversikt over bygninger på et display. Slike anlegg kan i dag leveres som dataprogram, apper og webbaserte løsninger der brukere kan logge seg inn. Lurøy kommune har allerede startet med innføring av sentral driftsovervåkning (SD-anlegg).



Figur 24 Skjerm bilde innetemperatur SD-anlegg hentet fra (ITB Aktuell AS, 2015).



Figur 25 Skjerm bilde ventilasjonsanlegg SD-anlegg hentet fra (ITB Aktuell AS, 2015).

Sensorer, elektriske brytere og regulatorer i en bygning er koblet opp mot en sentral enhet inne i bygningen. Denne enheten kommuniserer med SD-anlegget gjennom internettet. Enhetene kan deles inn i to grupper:

System	Fordeler og ulemper
Trådløse systemer	Forenklet og billig installasjonskostnader. Enkelte sensorer, elektriske brytere og regulatorer har innmontert ett lite batteri som må skiftes etter noen års drift. Det finnes trådløse systemer som ikke trenger batterier, men laddes ved hjelp av termisk energi (EnOcean, 2020).
Buss systemer	Dyrere installasjonskostnader. Sikker løsning som ikke er avhengig av lokal signaldekning.

### Ventilasjon, varmepumpe og vannbåren varme

Ventilasjonsanlegg utgjør en vesentlig del av energiforbruket i en bygning og må kunne regnes som et spesialfelt innen energiøkonomisering. Beregning av ventilasjonsanlegg skal utføres av firma med tilstrekkelig kompetanse. Ventilasjonsanleggets oppgave er å trekke ut avgass fra personer og bygningsmaterialer i rom samtidig som det tilfører tilstrekkelig mengde frisk luft uten at det går på bekostning av innklimaet. Minstekrav til de forskjellige former for bygninger er å finne i NS3031:2014 tabell A.6 (Standard Norge, 2014). Ventilasjonsanlegg er å betrakte som en av de viktigste faktorer for et godt innemiljø.

## Varmepumpe

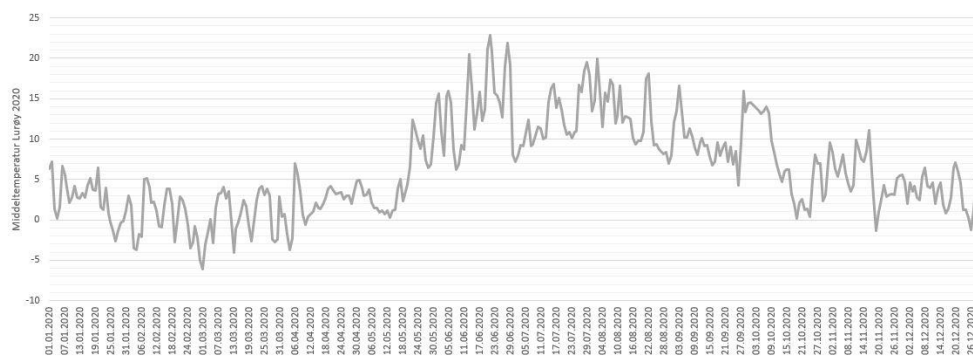
Varmepumper kan ved riktig dimensjonering og bruk gi betydelige besparelser på oppvarming av en bygning. Den mest vanlige formen for varmpumpe er luft/luft varmpumpen. Denne typen varmpumpe forutsetter at luften kan fordeles jevnt rundt i lokaler. I større bygninger vil varmpumper av typen luft/vann, grunnvann- og grunnvarme/luft være mest hensiktsmessig med hensyn på effektivitet og fordeling. Varmepumpe luft/vann er et godt alternativ der utetemperaturen er stabil. Disse varmpumpene forutsetter at det er tilgang til vannbåren varmesystemer i bygningen. I bygninger over 1000 m<sup>2</sup> er det krav om energifleksible energikilder og at det er tilrettelagt for lavtemperatur varmeløsninger (Direktoratet for byggkvalitet, 17).

### Vannbåren varme

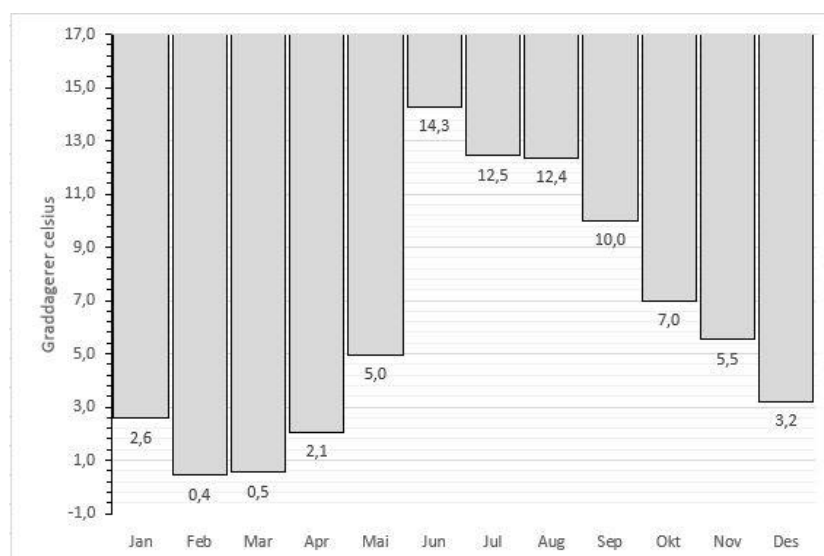
Vannbåren varme med lavtemperatur varmeløsning gir store fordeler med hensyn på fordeling av varme, men også med hensyn på energikilde til oppvarmingen. Vannbåren varme er en energifleksibel løsning, der ulike energikilder kan benyttes til oppvarming.

### Utetemperatur og graddagstall

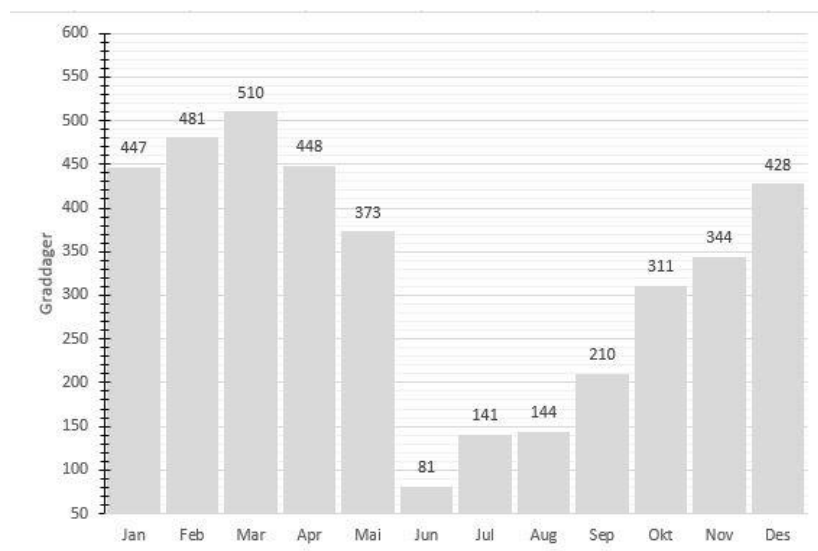
Graddagstallet beregnes ut fra månedsmiddeltemperaturen (vanligvis). Da kan man starte med døgntemperaturen.



Figur 26 Døgnmiddeltemperatur Lurøy 2020, basert på tall fra (Norsk klimasenter, 2021).



Figur 27 Graddagerer celsius Lurøy kommune 2020 basert på tall fra (Norsk klimaservicesenter, 2021).



Figur 28 Graddager pr. måned Lurøy 2020 beregnet ut fra forrige figur.

Middeltemperaturen av dette er graddagstallet som benyttes til overslagsberegning på varme i bygninger. For å beregne effekt på for eksempel en varmepumpe må det gås mere spesifikt til verks, da er det nødvendig å finne lavpunkter i temperaturen. Enkel forklar skyldes det at en varmepumpe endrer effekt etter utetemperatur og da er man avhengig av å vite hvor mange dager det er svært lave temperaturer, dette gjelder spesielt luft / luft varmepumpe.

### 3. Metoder og materialer

#### 3.1 Energiledelse

Energy management system (EnMS, energiledelse) baseres på standarden *NS-EN-ISO 50001:2018 Energiledelsessystem krav med brukerveiledning* og *NS-ISO 50004:2020 Energiledelsessystemer veiledning for implementering, vedlikehold og forbedring av et ISO 50001-energiledelsessystem*.

Basert på disse standardene settes det opp et tenk Chase, der kommunen innfører EnMS i organisasjon for å kunne se hvilke fordeler kommunen kan ha av et slikt system. Det settes opp konkrete kortsiktige mål og planer og videre langsiktig strategi for organisasjonen.

Sparetiltak i analysen blir basert på de resultater som kom frem under befaring på Lurøy skole 26.03.2021. Befaringen utføres med utgangspunkt i *NS3424:2012 tilstandsanalyse av byggverk innhold og gjennomføring* (Standard Norge, 2013). Befaring blir utført med analysenivå 1, der det fokuseres på bygningsdeler med sparepotensial. Funn blir kategoriseres etter *NS3451:2009 bygningsdelstabell* (Standard Norge, 2019). Som et grunnlag for å identifisere sparetiltak vil det legges særlig vekt på forelesningsnotater fra faget energiøkonomisering ved UIT Narvik (Riise, 2020), og boken enøk i bygninger (Novakovic, Hanssen, Thue, Wangenstein, & Gjerstad, 2018) som var anbefalt litteratur i faget. Tiltak i analysen baseres på befaringen av Lurøy skole den 26.03.2021, skolen består av et byggetrinn fra 1963 og et annet fra 1974. Bygningen(e) er fra to ulike epoker, derfor blir det utført to separate vurderinger for å vise forskjellen mellom epokene. Tiltak skal, så langt det lar seg gjøre, implementeres i generelle oppgraderinger som kommer som en naturlig del av bygningens alder. Befaringen ble avtalt til 26.03.2021 etter avtale pr. epost med Halgeir Moe leder bygg drift, teknisk etat Lurøy kommune.

### Forberedelse før befaring.

- Utarbeidelse av tegninger i Autocad basert på gamle tegninger av bygningene.
- Utarbeidelse av romnummer som et grunnlag for notater.
- Innhente matrikkel- og bygningsinformasjon.
- Lage liste på fokusområde for energibesparelse.
- Verktøy til oppmåling og foto
- Liste med bygningsdelsnummer av enøk-betydning

Utstyr som ble benyttet til forberedelser og under befaring:

- Digitalisert A3 tegninger av alle deler av bygningen. Tegningene ble utarbeidet i *Autodesk AutoCAD 2020 student Version*.
- Lasermåler Hilti PD4 serienr. 318110409 item NO: 030398, sist kalibrert november 2011 og en måle grense på 0,05m til 70 m med en feilmargin på  $\pm(2.0 \text{ mm} + 20 \text{ ppm})$ .

For å sjekke at målere ligger noenlunde innenfor, utførte jeg tre kontrollmål med hjelp av en ny to meters tommestokk av fabrikat biltema, mot en glatt vegg.

- Mål to meter fra veggen. Måler viser 2.000 m
- Mål en og en halv meter fra vegg måler viser 1.501m
- Mål en meter fra vegg, måler viser 1.000m

### 3.2 Innsparingspotensial

Innsparingspotensialet vil få ulik effekt på disse to byggetrinnene. Det er derfor valgt å utføre separate beregninger på barneskole og ungdomsskole. Basert på NS3451 bygningsdelstabell med tre sifferet kode er det satt opp tabell for de aktuelle bygningsdeler som blir beregnet i analysen for begge byggetrinn.

Tabell 11 Grunnlagstall energiberegninger barneskole

Barneskole				
NS3451:2009 3-sifret	Bygningsdel	År	U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]	Baser på
231	Yttervegger tre	1954-1968	1,02	PVFE
231	Kjellervegg	1954-1968	0,421	PVFE <sup>(1)</sup>
234	Vinduer og dører	2005	1,6	PVFE
251	Gulv på grunn	2007-2009	0,421	PVFE
256	Fast himling			
261	Tak mot fri		0,9	PVFE
315	VVB			
322	Vannbåren varme			
325		Inngangsparti	2,5/0,95	NS 3130 B.9-3
365	Ventilasjon	Nye ventilasjons beregninger fra		
442	Lys og styringer	7 594 W		
453	El-varme	Varmeovner		
562	SD anlegg	Ukjent		
731	Drenering	Ukjent		
	Kuldebrot	1960-1996	0,09 valgt	PVFE
	Lekkasjetall	1940-1968	9	PVFE

(1) Se u-verdiberegning nedenfor, PVFE = Praktisk veileder for energimerking, (Norconsult, 2013).

Tabell 12 Grunnlagstall for energiberegninger ungdomsskole

Ungdomsskole				
NS3451:2009 3-sifret	Bygningsdel	År	U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]	Baser på
231	Yttervegger tre	1954-1968	0,66	PVFE
231	Kjellervegg	1954-1968	0,4811	(1) PVFE
234	Vinduer og dører	2005	1,6	PVFE
251	Gulv på grunn	2007-2009	0,4811	PVFE
256	Fast himling			
261	Tak mot fri		0,5	PVFE
322	Vannbåren varme	Ikke installert		
325	Varmepumpe		2,5/0,95	NS 3130 B.9-3
365	Ventilasjon	Hentet tilbud fra leverandør på ny ventilasjon		
442	Lys og styringer			
453	El-varme	Varmeovner		
562	SD anlegg	Ukjent		
731	Drenering	Ukjent		
	Kuldebro	1960-1996	0,05	PVFE
	Lekkasjetall	1940-1968	7	PVFE

(1) Se u-verdiberegning i vedlegg B-01 energiberegninger, <sup>(2)</sup>, PVFE = Praktisk veileder for energimerking, (Norconsult, 2013).

### 3.3 Energibesparelser

Energibesparelser kalkuleres på grunnlag av graddagstallet 2020 for Lurøy kommune. På bakgrunn av mottatt energiforbruk for bygningen kun baseres på 2020 tall, vil det være hensiktsmessig å benytte temperaturdifferansen for det eksakte året for å kunne sammenligne energiforbruket i beregninger. Besparelser beregnes ut fra graddagsmetoden.

Graddagstall basert på innetemperatur 17 °C = 3953,6 °C dager (Norsk klimasenter, 2021)

#### Transmisjonstap u-verdier

$$E = \sum U * A * G_t * h_t \left[ \frac{kWh}{\text{år}} \right] \quad [1]$$

E = energiforbruk [kWh/år], U = u-verdi [W/m<sup>2</sup>\*K], A = areal [m<sup>2</sup>], G<sub>t</sub> = graddagstall [°C dag], h<sub>t</sub> = antall timer.

#### Transmisjonstap luftskifte og infiltrasjon

$$E = \sum l * \rho * c_p * G_t * h_t \left[ \frac{kWh}{\text{år}} \right] \quad [2]$$

L = luftmengde [m<sup>3</sup>/s], ρ = luft tetthet [kg/m<sup>3</sup>]. c<sub>p</sub> = spesifikk varmekapasitet [kJ/kg K].

#### Infiltrasjons beregninger NS 3031:2014

$$n_{inf} = \frac{n_{50} * e}{1 + \frac{f}{e} * \left( \frac{\dot{V}_1 - \dot{V}_2}{\dot{V} * n_{50}} \right)^2} [h^{-1}] \quad [3]$$

$N_{50}$  = lekkasjetallet 50 Pa. [ $h^{-1}$ ],  $f$  og  $e$  = terrengskjermingskoeffisienter tabell A.5 NS 3031:2014,  $\dot{V}_1$  = tilluftsmengde ventilasjon [ $m^3/h$ ],  $\dot{V}_2$  = avtrekksluftmengde ventilasjon [ $m^3/h$ ],  $V$  = oppvarmet luftvolum [ $m^3$ ].

### Varmetransportkoeffisienten NS 3031:2014

$$H_{inf-transp.} = 0,33 \left[ \frac{Wh}{m^3K} \right] * n_{inf}[h^{-1}] * V_{rom}[m^3], \left[ \frac{W}{K} \right] \quad [4]$$

0,33 = Luftens varmekapasitet

### Trefase effekt

$$P_{3-fase} = U * I * \sqrt{3} * \cos \varphi \quad [5]$$

U = Spenning [V], I = strøm [A]

### SPF faktor ventilasjon

$$SPF = \frac{\sum Vifte [kW]}{\dot{V}_{\frac{m^3}{s}}} \left[ \frac{kW}{\frac{m^3}{s}} \right] \quad [6]$$

### 3.4 Lønnsomhetsanalyse med årskostnad og CO<sub>2</sub> beregninger

Metode for lønnsomhetsberegninger i denne analysen baseres på nåverdi, tilbakebetalingstid og nåverdiberegning. Kalkulasjonsrente baseres på nasjonale beregningsmetoder (NOU, 2018:17).

Realjustert rente 4% benyttes. Energipris baseres på landsgjennomsnitt energipris 2020 fra Tabell 8.

Energipris i beregninger. 63,33 [Øre/kWh], etter rangering av tiltak er utarbeidet vil listen testes opp mot 93 [Øre/kWh] og 130 [Øre/kWh] for å se hvilken innvirkninger dette vil ha på et beslutningsgrunnlag.

#### Nåverdiberegning

$$N_V = B * \frac{1 - (1 + r)^{-n}}{r} + S * (1 + r) - I [Kr.] \quad [7]$$

NV = nåverdi, B= besparelse, r = rente, n = periode (levetid) i år, S = salgsværdi, I = investeringen.

#### Tilbakebetalingstid

$$N_0 = \frac{\ln\left[\left(1 - \frac{I}{B} * r\right)^{-1}\right]}{\ln(1 + r)} \text{ [år]} \quad [8]$$

$N_0$  = antall før investeringen er tilbakebetalt.



Kostnader beregnes ut fra Norsk prisbok 2020 (Johansen & Nguyen, 2020). Det er beregnet 4% prisstigning på alle kalkulasjoner, fraktomkostninger er ikke lagt inn i beregninger. Metode for priskalkulasjoner i boken sluttprisene er inkludert et påslag fra 11 til 13%. I tillegg beregnes årskostnader og CO<sub>2</sub>-ekvivalenter som oppgitt i prisboken. CO<sub>2</sub> Utslipp er Kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, utslippene er beregnet med utskiftninger i en 60 års periode og energibruket i driftsperioden. Her er utslippsfaktor for elektrisitet satt til 0,0235 [kg CO<sub>2</sub>-eq/kWh].

CO<sub>2</sub>-ekvivalent regnskap med sammenligning mellom CO<sub>2</sub> kostnader vedrørende tiltak kontra besparelse som følge av energibesparelser. CO<sub>2</sub>-ekvivalenter som følger av bespart energi vurderes på to måter i denne analysen:

1. Bespart energi ganges opp med 0,017 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr. kWh, heretter kaldt (NVE<sub>m</sub>) (NVE, 2021).
2. Bespart energi sammenlignes med diesel, der 1 kg. diesel tilsvarer 3,17 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. 1 kg diesel tilsvarer 12 kWh, heretter kaldt (MD<sub>m</sub>) (Miljø- direktoratet, 2020).

Metode to er benyttet med tanke på elektrifiseringstiltak i Norge. Det med tanke på at bespart elektrisk energi skal erstatte fossile energikilder.

År- kostnad som er med i tiltakene baseres på Norsk prisbok 2020 (Johansen & Nguyen, 2020), som benytter legere levetid en det som blir foresatt i kalkulasjonene. For eksempel benytter prisboken 60 års levetid på isolasjon, mens i kalkulasjonene benyttes 40 år.

I forbindelse med ventilasjonsanleggene på skolen kontaktet jeg leverandøren som leverte ventilasjon til barneskolen i 1996 (Hamstad AS). Kontakten var via telefon med Mathias Jonstad, Hamstad - Steinkjer se vedlegg C-01-3 tilbud balansert ventilasjon. Dette tilbudet blir benyttet i resultatdelen.

Til oppvarming av skole vil det bli vurdert en varmepumpe med vannbåren varme

Tabell 13 Forklaring på skjemaet: presentasjon av resultater fra beregninger av resultater.

Tiltak	Bygning	Bygningsdel	Vedlegg	NR		
Areal	2001	U-verdi kjeller	1,6	[W/m <sup>2</sup> K]	Totalt energiforbruk skole før tiltak	389 328 [kWh/år]
Graddagstall	3953,6	[°C dag]				
Levetid	30	[år]				
Timer h <sub>i</sub>	24	Realprisstigning	4 %			
Vindu [m <sup>2</sup> ]					Bygningsdel	
Besparelse [kWh]					Hvor mange kWh spares hvis tiltaket effektueres	
Besparelse [Kr]					Besparelse i kroner	
Investering [Kr]					Kostnader i materiell pålagt 4% prisstigning og arbeid ex mva. men med påslag på arbeid	
Nåverdi [Kr]					Nåverdi basert på 4% rente	
Tilbakebetalingstid [år]					Tilbakebetalingstid	
Totalforbruk etter tiltak					Totalforbruket på skolen minus besparelse oppnådd i tiltak	
Prosentvis endring					Prosentvis besparelse tiltak i forhold til opprinnelig forbruk på skolen	
U-verdi før/nå					Uverdi før tiltak og uverdi etter tiltak	
Årskostnad					Årskostnad hentet fra Norsk prisbok 2020 pålagt 4% prisøkning	
CO <sub>2</sub> -equivalenter					kg CO <sub>2</sub> /kWh tiltaket belaster miljøet gjennom hele levetiden. Fra produksjon til ferdig bygg og med utskiftninger	
NP <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]					Besparelser i [kg CO <sub>2</sub> /kWh] grunnet tiltaket reduserer strømforbruket basert på Norsk prisbok 2020 [0,0235 kg CO <sub>2</sub> -eq/kWh]	
NVE <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]					Besparelser i [kg CO <sub>2</sub> /kWh] grunnet tiltaket reduserer strømforbruket basert på NVE [0,017 kg CO <sub>2</sub> -eq/kWh]	
MD <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]					Besparelser i [kg CO <sub>2</sub> /kWh] grunnet tiltaket reduserer strømforbruket Miljø-dir [1 kg diesel = 12 kWh = 3,17 kg CO <sub>2</sub> -eq]	

Skjemaet benyttes i kortform for å presentere resultater som kommer frem i beregninger av tiltak. I vedlegget er kostnader beskrevet. I resultat delen blir det henvist til aktuell byggforsk blad for gjeldende tiltak, som et hjelpemiddel for beslutningstager.

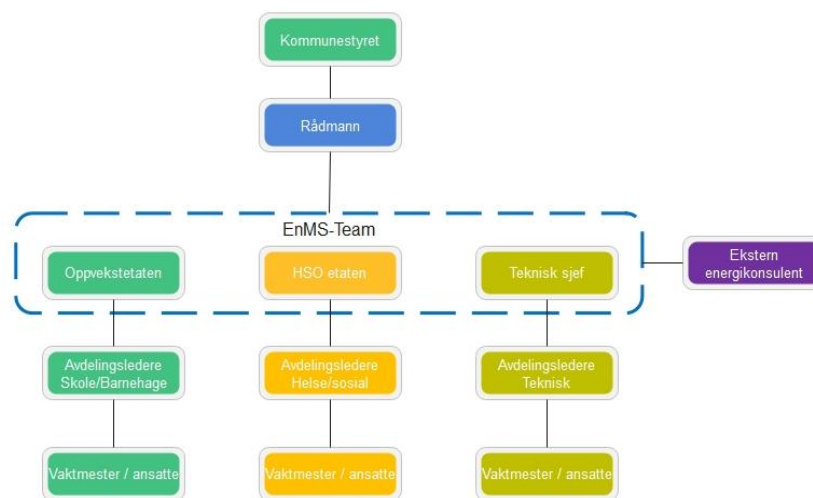
## 4. Resultater

Etter befaring på Lurøy skole og fordypning i aktuell litteratur, normer osv er det gjort en vurdering på tiltak som bør gjøres, men først litt om EnMS

### 4.1 Etablering av EnMS

Forslag til organisering av energy management system (EnMS, energiledelse) i Lurøy kommune med utgangspunkt i NS-EN ISO 50001:2018 og dens termer. Kommunestyret vedtar fremlagt forslag om opprettelse av EnMS team i kommunen. Ledelse for EnMS blir bestående av etatsjef for oppvekstetaten, helse sosial- og omsorg og teknisk etat med klausul i årlige rapportering av status til kommunestyret.

EnMS teamet peker ut teknisk sjef som leder av teamet. Videre beslutter teamet en organisering bestående av interne EnMS underlagt hver etat. Etatsjef og avdelingsleder starter kartlegning av resurspersoner og brukere som kan bidra med innspill og informasjon internt i avdelingene.



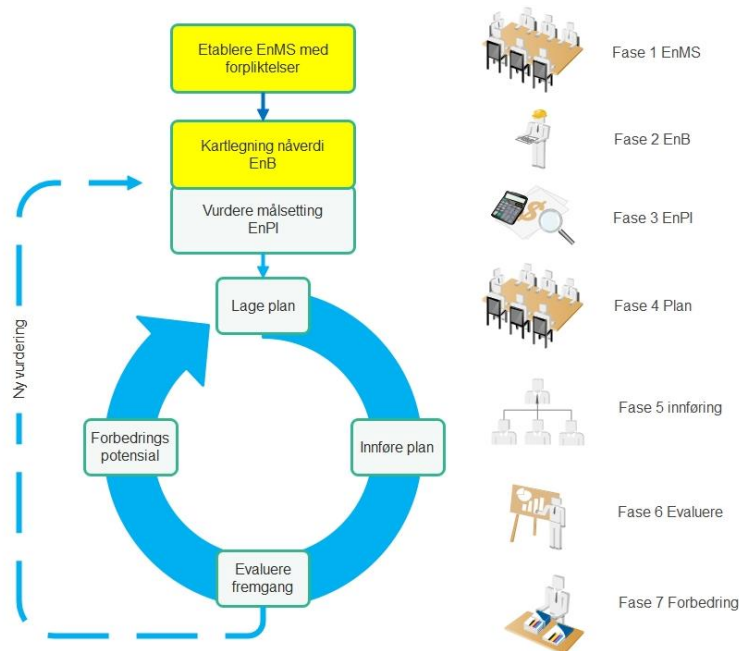
Figur 1 Forslag organisasjonskart energiledelse Lurøy kommune, informasjon hentet fra Lurøy kommune organisasjonskart (Lurøy kommune, 2019).

EnMS ledelsen utarbeider ansvarsområder, dokumentasjon og planer som er relevant for organisasjonen. Dette gjelder ansvarsområde knyttet til både interne og eksterne forhold som vil kunne påvirke organisering, gjennomføring og drift. Dokumentasjon skal være dekkende for lover og regler som påvirker beslutningsprosess, drift og gjennomføring. Plan skal beskrive organisasjonens omfang og formål. EnMS sørger for at plan godkjennes av øverste ledelse i kommunen og derav sikrer finansielle muskler for gjennomføringen. EnMS er ansvarlig for at planer som iverksettes oppfyller til enhver tid gjeldene lover- og normer, for objekter, utførende og brukere. Planene skal være transparent, sporbare og tilgjengelig både gjennom interne og eksterne websider. Tilbakemeldinger er et viktig verktøy for dynamikken i organisasjonen, der klager, forslag til endringer og andre innspill er med på å endre planleggingsprosesser og drift. Tilbakemeldinger bør rangeres etter viktighet og nytte ved gjennomgang. Rangering av meldinger kan settes opp statistisk, som over tid vil peke ut problemområder som det må rettes spesielt fokus mot.

Tabell 14 Tilbakemeldinger EnMS.

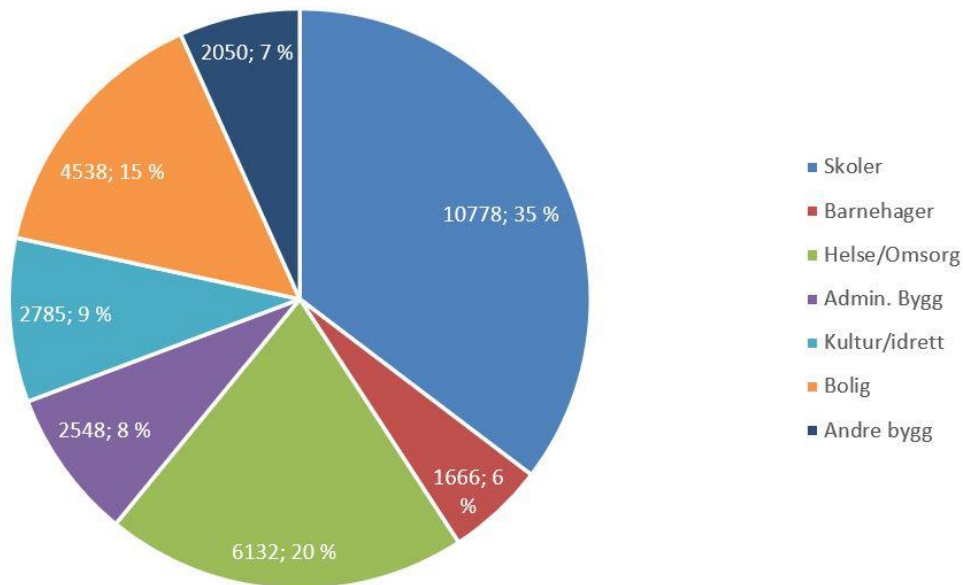
Pri.	Tilbakemelding	Løsning
1	Avviksklager	Avviksmeldinger krever handling etter alvorlighetsgrad. Enkle avvik kan klareres og lukkes, mens andre krever grundigere gjennomgang.
2	Klager som kan forbedre systemet	Sorteres etter om det kan gi rask virkning eller om det er ment til fremtidige endringer.
3	Klager på temperatur	Enkelte klager er unngåelig. Temperaturer sjekkes opp mot kommunens mål for inneklime. Klageene blir med i statistikk og evalueringer
4	Generelle klager uten betydning for nåværende drift	Generelle enkeltklager kan benyttes til fremtidig statistikk
5	Forslag til forbedringer	Forslag som kan føre til raske forbedringer uten store kostnader implementeres så snart som mulig. Alle forslag tas med i neste evaluering og forbedring av EnMS

All kommunikasjon og dokumentasjon er elektronisk noe som er med på å forenkler ekstern revisjon og oppgradering av systemet.

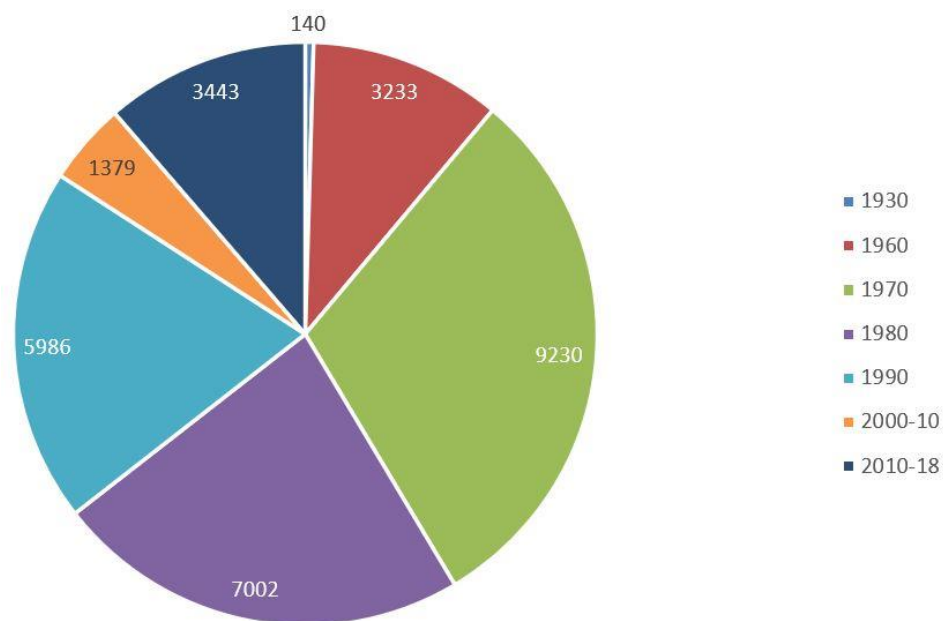


Figur 29 EnMS syklus basert på (Riise, 2020).

Kartlegning avdekker forbruket på de forskjellige objektene. I startfasen rettes kartlegging mot yttergrenser på objektene. Med yttergrenser menes hele bygningers forbruk basert på bygningens formål og alder. Forbruket bør analyseres over en fastsatt periode med tilhørende klimadata. Med utgangspunkt i disse data settes det opp en energy baseline (EnB, forbruket i bygningen). EnB benyttes til å dokumentere fremtidige energibesparelser og hvilken besparelse som gir best avkastning. EnMS starter kartlegging av bygningsmassen der det legges vekt på størrelse, bruk og alder. Resultatet fra kartleggingen benyttes til videre vurderinger på reelt og normalt forbruk for de ulike bygningstypene.



Figur 30 Bruken av bygningsmasse Lurøy kommune (kommune, 2020).



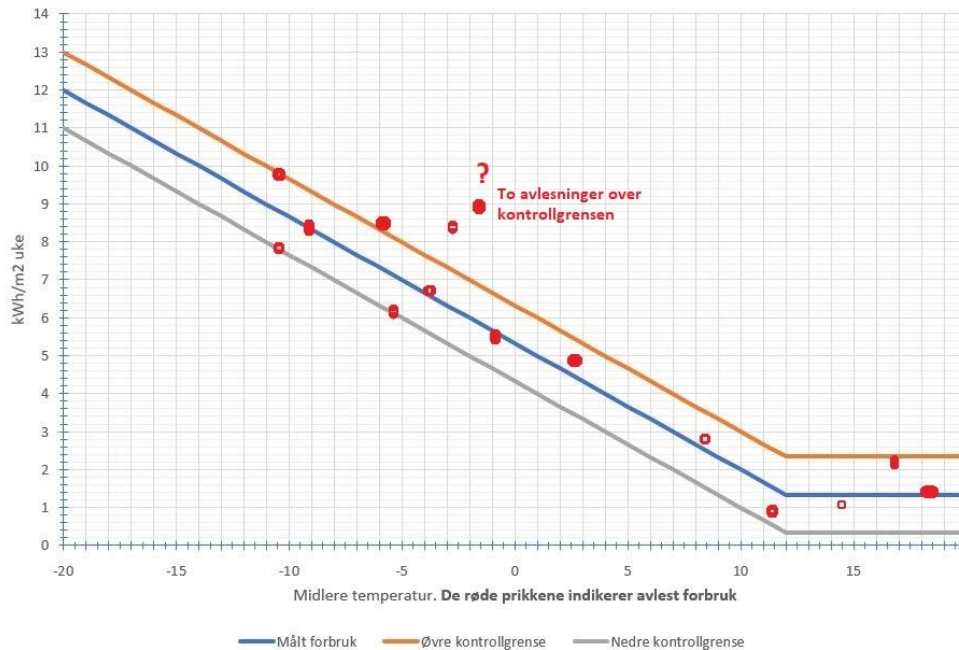
Figur 31 Aldersfordeling av bygningsmasse Lurøy kommune (kommune, 2020).

Grensen i EnPI settes i en startfase til brutto areal (BRA). Energiforbruket linkes opp mot kartlegningen av bygningene. EnB fra kartlegningen viser historisk forbruk. Ut fra historisk forbruk kan reduksjon av forbruk beregnes på bakgrunn av planlagte tiltak og det settes opp mål med en energy performance indicator (EnPI, mål på reduksjon i energiforbruket). Målet er størst mulig besparelse med varig kontroll. For å kunne skaffe denne oversikten av forbruket, startes det med å montere sentralisert avlesning av strømforbruket på Lurøy skole. Skolen utstyres med separate målere for barne- og ungdomskolen for å hurtig å kunne identifisere unormal forbruk og hvilken bygning feilen ligger i tillegg til strømmålere monteres det måler for utetemperatur.

Tabell 15 Bygninger som står for tur etter Lurøy skole, (kommune, 2020).

Bygning	Type	Sted	År	[m2]
Kongsvik Oppv. senter, skole	Skoler	Kongsvik	1975	2 275
Aldersund Oppv. senter, skole	Skoler	Aldersund	1997	1 032
Kvarøy Oppv. senter, skole	Skoler	Kvarøy	1968	420
Sleneset Oppv. senter, skole	Skoler	Sleneset	1974	2 274
Lovund skole	Skoler	Lovund	1981	1 948
Sørnesøy skole	Skoler	Sørnesøy	1978	218
Kongsvik Oppv. senter, bhg.	Barnehager	Kongsvik	1971	170
Aldersund Oppv. senter, bhg.	Barnehager	Aldersund	2003	140
Sleneset Oppv. senter, bhg.	Barnehager	Sleneset	1993	204
Lovund bhg	Barnehager	Lovund	2007	663
Kvarøy Oppv. senter, bhg.	Barnehager	Kvarøy	2016	129
Onøy-Lurøy Oppv. senter, bhg.	Barnehager	Onøy	2017	360
Lurøy omsorgssenter	Helse/Omsorg	Lurøy	1979	1 694
Kongsvik omsorgssenter	Helse/Omsorg	Kongsvik	1995	810
Aldersund omsorgssenter	Helse/Omsorg	Aldersund	1989	970
Sleneset omsorgssenter	Helse/Omsorg	Sleneset	1984	1 140
Lovund omsorgssenter	Helse/Omsorg	Lovund	1998	737
Aldersund bo veiledning	Helse/Omsorg	Aldersund	1987	363
Onøy omsorgsboliger	Helse/Omsorg	Onøy	2010	418
Rådhus	Admin. Bygg	Lurøy	1996	1 786
Kommunehuset Tonnes	Admin. Bygg	Tonnes	1980	338
Lege/tannlege Kongsvik	Admin. Bygg	Kongsvik	1989	170
Lege Aldersund	Admin. Bygg	Aldersund	1984	184
Lege Lovund	Admin. Bygg	Lovund	1998	70
Lurøy hovedbibliotek	Kultur/idrett	Lurøy	2005	145
Grønvik Museum	Kultur/idrett		1983	780
Lovund Flerbrukshall	Kultur/idrett		2014	1 220
Onøy svømmebasseng	Kultur/idrett		2016	500
Sum areal bygninger				21 298

Forbruksdata som samles inn i sammenheng med bygningens bruk og alder er med på å danne et grunnlag for etablering av energi- og temperaturdiagram (ET-diagram) for skolen. Innsamlede data må selvfølgelig sammenlignes opp mot tilsvarende bygninger for å kunne avdekke Significant energy use (SUE, store energiforbrukere). Ved mistanke om unormalt forbruk bør det utføres undersøkelser med interne målinger av store forbrukere. Dette flytter grensen fra BRA til interne SUE. Dette vil kunne avdekke blant annet stort forbruk på gamle ventilasjonsanlegg, noe som fører til enklere beslutningsgrunnlag for utskiftninger. Målerne vil i fremtiden hurtig avdekke SUE.



Figur 32 ET-kurve basert på (Riise, 2020).

Forbedringspotensialer bygger på enøk-analyse av bygninger med hensyn på alder og bruk. Det legges sterk vekt på offentlige krav til kommunale bygninger. Kommunens mål er å oppfylle disse målene i stegvise forbedringer i samhandling med vedlikehold og oppgraderinger. I forbedringen legges det vekt på flerbruk og endring av bruk i bygninger. Mindre behov må føre til endringer av bruk i sammenheng med begrensninger av oppvarmet areal. I større bygninger må det legges opp til energifleksible oppvarmingsystemer basert på vannbåren oppvarming. Disse systemene muliggjør større utbygning av varmepumpeanlegg som kan ses i sammenheng med flere bygninger og derav gi god avkastning og mindre strømforbruk.

Kommunen legger, i forbindelse med klimaplan (Miljødepartementet, 2021), opp til en langtidsplan på enøk i hele kommunen. Målsetninger for langtidsplanen:

- Alle kommunale bygninger skal energimerkes inne 3-5 år. Med mål om energimerket C eller bedre på alle bygninger innen 2027.
- Ved utskifting av belysning skal det, hvis mulig, benyttes enten T5 lys eller led. All styring av belysning skal foregå ved hjelp av tilstedeværelses sensorer, der det er sikkerhetsmessig forsvarlig.
- All utebelysning i kommunale bygninger og områder skal erstattes med led inne 2027.
- Langsiktig sikkerhetsanalyse basert på energitilførsel og bruk.
- Analysere økonomi og fremtidige fordeler med bruk av sentralvarmestasjoner som kan levere varme til alle kommunale bygninger.
- Legge opp til CO<sub>2</sub> regnskap for alle foretak i kommunal sektor
- Kartlegge mulighet for miljøsertifisering av kommunen.

Målsetningen er en mere miljøvennlig kommune med mindre sløsing av energi.

Tiltaket er ment som et tillegg i forbindelse med utskifting av gammel kledning. Det er derfor kun kalkulert pris på selve etterisoleringsbiten. Alle priser er beregnet etter Norsk prisbok 2020 og er ex. mva. og påslag. Det er lagt til 3% prisøkning på alle priser.

Kostnader og besparelse ved iverksetting av energiledelse i kommunen. Energiledelsen vil omhandle hele kommunen. Kostnader i forbindelse med opprettelse av ledelse vil i all hovedsak bli knyttet til

administrative kostnader. Kostnader kalkulert er basert på innleid konsulenthjelp, opprettelse av informasjonskanal og spesifikke kostnader rettet mot Lurøy skole.

Besparelse på energiledelse kun på Lurøy skole, i beregningen er det kalkulert inn Webbasert energiavlesning med uke middeltemperatur ute og energiforbruk. Kostnaden med webbasert løsning vil fordeles på antall bygninger etter hvert som bygninger kobles til.

#### 4.2 Resultater fra befaringen på Lurøy skole

Resultat fra befaringen av Lurøy barneskole den 26.03.2021. Der hensikten var å avdekke aktuelle sparetiltak til bygningene. Det ble tatt i overkant av 300 bilder der bilder er kategorisert med romnummer for bilder fra innsiden og himmelretning på bilder fra utsiden. Verdifulle bilder når ting er glemt notert. Tilstanden og mulighet for tiltak ble notert ned etter bygningsdelstabellen. Det ble utarbeidet en tabell for hvert byggetrinn.

Tabell 16 Tilstandstabell for Lurøy barneskole.

Barneskole				
NS3451:2009 3-sifret	Kommentar til bygningsdel			
231	Fasadekledning dobbel falset vestlandspanel. Kledning trenger beis, men i bra stand. 10 cm isolasjon. Utaser gir tilgang til minst 15 cm etterisolering, uten mye tilleggsarbeid.			
231	Kjellerveggene og grunnmur overflatebehandlet og i god stand. Enkel tilgang til etterisolering på sør og vest side. Nord og øst krever litt asfaltkutting, men enkel tilgang. Innvendig kjellervegg med kalk avsetning og løsnet puss tyder på dårlig drenering .			
234	Vinduene er utskiftet og i god stand, vinduer fra 2005.			
251	Kjeller med betonggulv og romhøyde på 2,5 m Tillegg isolasjon av gulv er ikke tilrådelig på grunn av antall rom og lite å hente i forhold til kostnader.			
256	Fast himling i alle rom med 3,1 m romhøyde			
261	Taket som er saltak med 15 ° helling, der det er benyttet trobord som er tekket med utrullet asfaltapp. Utåser på ca. 40 cm med mye lufting. Tak med kald loft , isolasjon ikke målt.			
315	Varmtvannsbereider installert på rom A-033 Fabrikat Ferro Modul Type T-300 E7 Volum 285L 7kW 230V 3 fase Prøvetrykk 1,5 Mpa., driftstrykk 1.0 Mpa. Serinr 26575 produsert 19/16			
322	Det er ikke installert noen form for vannbåren varme			
325	Varmepumpe luft /luft installert 1. etasje. Inngang A-101			
365	Balanser ventilasjon: Ventilasjon PM-Luft Art nr. ABBA-46-09-1-08-1 (roterende) Motor: 4,5 / 1,5 KW 1460 / 985 Rpm 16,7 / 9,3 A 3*220v SL Nr: 284782 / 1, Typ: RAEE-3-1-08-1-1-52, 7500 m <sup>3</sup> /h			
442	Lys i all hovedsak av type T8, lysarmaturer generelt i god stand, Ingen lysstyring observert. Total effekt 7 594W fordelt på 149 lyskilder.			
453	Antall varmeovner ble ikke notert, type varovner Glamox uten nattesenkning.			
562	SD anlegg påbegynt installasjon blant annet på ventilasjonsanlegg som kan kjøres i to hastigheter			
731	Drenering på bygningen bør skiftes snarest. Mye kalkinnslag på Inside vegg i kjeller. Drenering er nok fra byggeår og består antagelig av teglstensrør			
	Kuldebrotre	1960-1996	0,05	PVFE
	Kuldebrotong	1960-1996	0,08	PVFE
	Lekkasjetall	1940-1968	9	PVFE

Tabell 17 Tilstandstabell for Lurøy ungdomsskole

Ungdomsskole				
NS3451:2009 3-sifret	Kommentar til bygningsdel			
231	Nord og sør-side har stenbelagte fasadeplater i god stand. De først syv meter av Nordlig vegg mot vest har stående tømmermann bordkledning. På sør og østside er det benyttet liggende skråkutte falset bordkledning fra øverste etasjeskillere og opp til møne. Første etasje og deler av betongvegg er det benyttet stående tømmermann bordkledning. Isolasjon i veggen 15 cm.			
231	Kjellerveggene og grunnmur overflatebehandlet og i god stad. Enkel tilgang til etterisolering av vegg uten for mye gravearbeid.			
234	Vinduene er utskiftet og i god stand, Dato avlest i vindu varierte fra 2005-2009. Det er ikke ventiler i vinduene. NB mekanisk avtrekk!			
251	Sokkeletasje har betonggulv mot grunn, man kan se enkelte små setnings-skader, kun av skjønnhetsbetydning.			
256	Begge etasjene har hovedsakelig fast himling. Himling i sokkeletasje er i god stand. I første etasjer er det en del skader på enkelte plater. Gang C-102 og c-208 har gammel type systemhimling, denne himlingen er i god stand.			
261	Taket som er saltak med 15 ° helling, der det er benyttet tro bord som er tekket med utrullet asfaltapp. Utåser på ca. 60 cm med mye lufting. Taket er etterisolert med tynne glavamatter med papp. Har ikke målt isolasjonstykkelse, men den anslås totalt til 20 cm. Isolasjonen ser ut til å ligge mot lufteside uten noen form for beskyttelse (fare for infiltrasjon)			
315	Varmtvannsbereider installert på rom C-112 oZo type 17RE 400, 380 l, arb. Trykk 10 bar, test trykk 15 bar, Max temp. 99 °C 15 kW (3x5) 3x230V. Produksjonsår 2012. Sirkulasjonspumpe for varmtvann: Grundfos Alpha 1 20-45 N160 Varmtvannsrør mangler litt isolasjon nær tanken, men ellers godt isolert. Tapet holder varme i rommet.			
322	Det er ikke installert noen form for vannbåren varme			
325	Varmepumpe luft /luft installert 1. etasje. Lærerrrom			
365	Mekanisk avtrekk med kapasitet 5515 [m <sup>3</sup> /h], går på halv effekt med mulighet for 6t forlenget full drift.			
442	Lys i all hovedsak av type T8, lysarmaturer generelt i god stand. Ingen lysstyring observert. Total effekt 15 741 W fordelt på 194 lyskilder.			
453	Antall varmeovner ble ikke notert, type varovner Glamox uten natte senkning.			
562	SD anlegg påbegynt installasjon (ingen mere informasjon)			
731	Drenering bygningen har lett skrånende terreng og det mest av kjellerne er over bakkenivå.			
	Kuldebro tre	1960-1996	0,05	PVFE
	Kuldebro betong	1960-1996	0,08	PVFE
	Lekkasjetall	1969-1986	7	PVFE

Fra disse resultatene er det laget tiltakslistene og lønnsomhetsvurderinger av aktuelle områder som kan være mulig med hensyn på besparelser. Lønnsomhetsvurderinger benyttes som et verktøy for EnMS i en beslutningsprosess. Listene presenteres fortløpende i kort form. For mere detaljerte opplysninger henvises det til vedlegg med vedlegg nummer øverst til høyre i tiltakslistene. Vedleggs oversikt se side 54.



### 4.3 Tiltak

Tiltakene er organisert i tabeller og først en oversikt over tabeller med vedleggsnummer og tittel.

Tabell 18	Vedlegg A-01-1	Energiledelse Lurøy skole
Tabell 19	Vedlegg A-01-2	Barneskole etterisolering av yttervegg
Tabell 20	A-01-3	Resultater som oppnås ved etterisolering av yttervegger på ungdomsskole.
Tabell 21	A-01-4	Resultater som oppnås ved etterisolering av kjellervegg barneskole.
Tabell 22	A-01-5	Resultater som oppnås ved etterisolering av kjellervegg ungdomsskole
Tabell 23	A-01-6	Resultater som oppnås ved etterisolering av tak med kaldt loft barneskole.
Tabell 24	A-01-7	Resultater som oppnås ved etterisolering av tak med kaldt loft ungdomsskole.
Tabell 25	A-01-8	Resultater som oppnås ved etterisolering av vinduer barne- og ungdomsskole.
Tabell 26	A-01-9	Resultat belysning.
Tabell 27	C-01-1	Resultat av egen effekt beregninger utført på eksisterende mekaniske avtrekk ungdomsskolen.
Tabell 28	C-01-3	Resultat balansert ventilasjon ungdomsskole levetid 25 år 4 prosent realrente.
Tabell 29	C-01-1	Resultat av egen effekt beregninger utført på eksisterende balansert ventilasjonsanlegg barneskole.
Tabell 30	C-01-3	Resultat balansert ventilasjon barneskole med brukstid 3 500 [h] (Hamstad tilbud).
Tabell 31	C-01-1	Resultat Infiltrasjon og kuldebro beregninger, detaljert kalkulasjon (Energiberegninger).

Negativ endring i % vil si besparelse i sammenlignet med det totale forbruket på skolen.

Tabell 18 Lønnsomhetsvurdering av energiledelse Lurøy skole, se vedlegg for detaljert informasjon.

Tiltak	Hele skolen	Energiledelse	Vedlegg	A-01-1
Areal	258 [m <sup>2</sup> ]	λ- verdi isolasjon	0,035 [W/m <sup>2</sup> K]	Totalt energiforbruk skole før tiltak
Besparelse i %	12 %			389 328 [kWh/år]
Levetid	10 [år]			
Timer h <sub>i</sub>	24	Realprisstigning	4 %	
Nåværende forbruk [kWh]				389 328
Besparelse [kWh]				46 719
Besparelse [Kr]				29 433
Investerings [Kr]				70 000
Nåverdi [Kr]				168 730
Tilbakebetalingstid [år]				2,5
Totalforbruk etter tiltak				342 609
Prosentvis endring				-12 %
CO <sup>2</sup> -equivalenter levetid				28 812
NVE <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]				794
MD <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]				12 342

Kostnader i beregningen medtar webbasert overvåking av strømforbruk og ukemiddeltemperaturen for utetemperaturen med tilhørende kommunikasjonsutstyr.

Tabell 19 Resultater som oppnås ved etterisolering av yttervegger på barneskole.

Tiltak	Barneskole		Etterisolering av yttervegg				Vedlegg		A-01-2	
Areal	290,8	[m <sup>2</sup> ]	λ- verdi isolasjon	0,035	[W/mK]	Totalt energiforbruk skole før tiltak		389 328	[kWh/år]	
Graddagstall	3953,6	[°C dag]								
Levetid	40	[år]								
Timer h <sub>i</sub>	24	Realprisstigning	4 %							
Isolasjon tykkelse [mm]			50		100		150		200	
Besparelse [kWh]			20 913		25 635		27 721		28 897	
Besparelse [Kr]			13 175		16 150		17 464		18 205	
Investering [Kr]			56 857		83 290		144 260		191 439	
Nåverdi [Kr]			203 911		236 361		201 409		168 895	
Tilbakebetalingstid [år]			4,8		5,9		10,2		13,9	
Totalforbruk etter tiltak			368 415		363 693		361 607		360 431	
Prosentvis endring			-5,37 %		-6,58 %		-7,12 %		-7,42 %	
U-verdi før/nå			1,20	0,44	1,20	0,27	1,20	0,20	1,20	0,15
Årskostnad			4 839		6 049		7 863		10 585	
CO <sup>2</sup> -equivalenter levetid			436		872		1 338		1 774	
NVE <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]			356		436		471		491	
MD <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]			5 524		6 772		7 323		7 634	

Tabell 20 Resultater som oppnås ved etterisolering av yttervegger på ungdomsskole.

Tiltak	U-Skole		Etterisolering av yttervegg				Vedlegg		A-01-3	
Areal	258	[m <sup>2</sup> ]	λ- verdi isolasjon	0,035	[W/m <sup>2</sup> K]	Totalt energiforbruk skole før tiltak		389 328	[kWh/år]	
Graddagstall	3953,6	[°C dag]								
Levetid	40	[år]								
Timer h <sub>i</sub>	24	Realprisstigning	4 %							
Isolasjon tykkelse [mm]			50		100		150		200	
Besparelse [kWh]			7 841		10 558		11 937		12 771	
Besparelse [Kr]			4 940		6 652		7 520		8 046	
Investering [Kr]			50 444		73 895		127 989		169 847	
Nåverdi [Kr]			47 329		57 760		20 860		-10 599	
Tilbakebetalingstid [år]			13,4		15,0		29,1		47,4	
Totalforbruk etter tiltak			381 487		378 770		377 391		376 557	
Prosentvis endring			-2,01 %		-2,71 %		-3,07 %		-3,28 %	
U-verdi før/nå			0,7	0,34	0,7	0,23	0,7	0,17	0,7	0,14
Årskostnad			4 293		5 366		6 976		9 391	
CO <sup>2</sup> -equivalenter levetid			387		774		1 187		1 574	
NVE <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]			133		179		203		217	
MD <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]			2 071		2 789		3 153		3 374	

Tabell 21 Resultater som oppnås ved etterisolering av kjellervegg barneskole.

Tiltak	Barneskole		Etterisolering kjellervegg				Vedlegg		A-01-4	
Areal	260,2	[m <sup>2</sup> ]	U-verdi kjeller	0,426	[W/m <sup>2</sup> K]	Totalt energiforbruk skole før tiltak		389 328	[kWh/år]	
Graddagstall	3953,6	[°C dag]								
Levetid	40	[år]								
Timer h <sub>i</sub>	24	Realprisstigning	4 %							
Isolasjon tykkelse [mm]					50		100		150	
Besparelse [kWh]					3 979		5 774		6 796	
Besparelse [Kr]					2 507		3 638		4 281	
Investering [Kr]					59 534		87 677		119 338	
Nåverdi [Kr]					-9 916		-15 680		-34 601	
Tilbakebetalingstid [år]					76,3		84,9		#NUM!	
Totalforbruk etter tiltak					385 349		383 554		382 532	
Prosentvis endring					1,02 %		1,48 %		1,75 %	
U-verdi før/nå					0,43	0,26	0,4	0,19	0,4	0,15
Årskostnad					3 789		5 683		7 577	
CO <sup>2</sup> -equivalenter levetid					1 353		2 680		4 007	
NVE <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]					68		98		116	
MD <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]					1 051		1 525		1 795	

Tabell 22 Resultater som oppnås ved etterisolering av kjellervegg ungdomsskole

Tiltak	U-skole	Etterisolering kjellervegg			Vedlegg		A-01-5
Areal	220,0	U-verdi kjeller	0,417	[W/m <sup>2</sup> K]	Totalt energiforbruk skole før tiltak		389 328 [kWh/år]
Graddagstall	3953,6	[°C dag]					
Levetid	40	[år]					
Timer h <sub>i</sub>	24	Realprisstigning	4 %				
Isolasjon tykkelse [mm]				50	100	150	
Besparelse [kWh]				3 249	4 732	5 581	
Besparelse [Kr]				2 047	2 981	3 516	
Investering [Kr]				50 327	74 118	100 882	
Nåverdi [Kr]				-9 812	-15 115	-31 295	
Tilbakebetalingstid [år]				104,6	132,8	Ikke oppnåelig	
Totalforbruk etter tiltak				386 079	384 596	383 747	
Prosentvis endring				0,83 %	1,22 %	1,43 %	
U-verdi før/nå				0,42	0,26	0,4	0,19
Årskostnad				3 203	4 804	6 405	
CO <sup>2</sup> -equivalenter levetid				1 144	2 266	3 387	
NVE <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]				55	80	95	
MD <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]				858	1 250	1 474	

Tabell 23 Resultater som oppnås ved etterisolering av tak med kaldt loft barneskole.

Tiltak	Barneskole	Etterisolering tak mot kaldt loft			Vedlegg		A-01-6
Areal	539,0	U-verdi kjeller	0,9	[W/m <sup>2</sup> K]	Totalt energiforbruk skole før tiltak		389 328 [kWh/år]
Graddagstall	3953,6	[°C dag]					
Levetid	40	[år]					
Timer h <sub>i</sub>	24	Realprisstigning	4 %				
Isolasjon tykkelse [mm]	200	250	300	350	400		
Besparelse [kWh]	38 536	39 833	40 747	41 426	41 951		
Besparelse [Kr]	24 278	25 095	25 671	26 099	26 429		
Investering [Kr]	139 019	169 289	200 680	228 708	255 055		
Nåverdi [Kr]	341 507	327 408	307 416	287 857	268 049		
Tilbakebetalingstid [år]	6,6	6,6	9,6	11,0	12,4		
Totalforbruk etter tiltak	350 792	349 495	348 581	347 902	347 377		
Prosentvis endring	9,90 %	10,23 %	10,47 %	10,64 %	10,78 %		
U-verdi før/nå	0,9	0,15	0,9	0,12	0,9	0,09	0,9
Årskostnad	7 848	9 530	11 211	12 893	14 014		
CO <sup>2</sup> -equivalenter levetid	3 018	3 773	4 582	5 336	6 091		
NVE <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]	655	677	693	704	713		
MD <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]	10 180	10 523	10 764	10 943	11 082		

Tabell 24 Resultater som oppnås ved etterisolering av tak med kaldt loft ungdomsskole.

Tiltak	U-skole	Etterisolering tak mot kaldt loft			Vedlegg		A-01-7
Areal	624,0	U-verdi kjeller	0,6	[W/m <sup>2</sup> K]	Totalt energiforbruk skole før tiltak		389 328 [kWh/år]
Graddagstall	3953,6	[°C dag]					
Levetid	40	[år]					
Timer h <sub>i</sub>	24	Realprisstigning	4 %				
Tykkelse [mm]	200	250	300	350	400		
Besparelse [kWh]	27 504	28 804	29 742	30 450	31 004		
Besparelse [Kr]	17 327	18 147	18 738	19 184	19 533		
Investering [Kr]	160 942	195 986	232 328	264 776	295 277		
Nåverdi [Kr]	182 012	163 189	138 542	114 924	91 327		
Tilbakebetalingstid [år]	11,8	14,4	17,5	20,5	23,7		
Totalforbruk etter tiltak	361 824	360 524	359 586	358 878	358 324		
Prosentvis endring	7,06 %	7,40 %	7,64 %	7,82 %	7,96 %		
U-verdi før/nå	0,6	0,14	0,6	0,11	0,6	0,09	0,6
Årskostnad	9 085	11 032	12 979	14 926	16 224		
CO <sup>2</sup> -equivalenter levetid	3 494	4 368	5 304	6 178	7 051		
NVE <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]	468	490	506	518	527		
MD <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]	7 266	7 609	7 857	8 044	8 190		

Tabell 25 Resultater som oppnås ved etterisolering av vinduer barne- og ungdomsskole.

Tiltak	Hele skolen	Utskifting av vindu u = 0,7	Vedlegg	A-01-8
Areal	245		Totalt energiforbruk skole før tiltak	389 328 [kWh/år]
Graddagstall	3953,6	[°C dag]		
Levetid	30	[år]		
Timer h <sub>i</sub>	24	Realprisstigning 4 %		
Vindu [m <sup>2</sup> ]				
Besparelse [kWh]				20 922
Besparelse [Kr]				13 181
Investering [Kr]				1 044 425
Nåverdi [Kr]				-816 496
Tilbakebetalingstid [år]				Ikke oppnådd
Totalforbruk etter tiltak				368 406
Prosentvis endring				5,37 %
U-verdi før/nå				0,08
Årskostnad				105 742
CO <sup>2</sup> -equivalenter levetid				28 812
NVE <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]				356
MD <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]				5 527

Tabell 26 Resultat belysning.

Tiltak	Hele	Belysning	Vedlegg	A-01-9
Energiforbruk lys	46700 [kW/år]	(10/5/44)	Totalt energiforbruk skole før tiltak	389 328 [kWh/år]
Levetid	20			
Auto lys av styring	65 St.	(2/5/44)		
Timer h <sub>i</sub>	Realprisstigning	4 %		
Lys og lysstyring			Auto lys av styring	Ny T 5 lys
Besparelse [kWh]			9 353	11 675
Besparelse [Kr]			5 892	7 355
Investering [Kr]			70 800	200 900
Nåverdi [Kr]			9 280	-100 940
Tilbakebetalingstid [år]			16,7	#NUM!
Totalforbruk etter tiltak			379 975	377 653
Prosentvis endring			2,40 %	3,00 %
NVE <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]			159	198
MD <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]			2 471	3 084

Tabell 27 Resultat av egen effekt beregninger utført på eksisterende mekaniske avtrekk ungdomsskolen. For detaljerte beregninger se vedlegg C-01-1.

Vifte innstilling	Effekt oppvarming [kWh/år]	Effekt vifte [kWh/år]	Sum [kWh/år]
Full effekt (24/5/4 4)	174 211	10 501	184 712
Halv effekt (24/5/44)	87 106	5 250	92 356
Delt kjøring			
Full effekt (10/5/44)	72 588	4 376	76 964
Halv effekt (14/5/44)	50 811	3 063	53 874
Sum delt kjøring			130 838

Tabell 28 Resultat balansert ventilasjon ungdomsskole levetid 25 år 4 prosent realrente for detaljer se (vedlegg C-01-3 Hamstad tilbud).

Spesifikasjoner	Balansert ventilasjon	Mekanisk avtrekk	Tilbud
Luft mengde [m <sup>3</sup> /h]	8 000	5 515	
SPF	0,75	1,40	
Temperaturvirkningsgrad tørr	84%	0%	
Totalt forbruk [kWh/år]	20 632	99 137	
Sum verdiberegning [kr.] (tilbud)	972 720	1 328 146	
Tilbakebetalingstid (tilbud)		11 år	

Tabell 29 Resultat av egen effekt beregninger utført på eksisterende balansert ventilasjonsanlegg barneskole. For detaljerte beregninger se vedlegg C-01-1.

Vifte innstilling	Effekt oppvarming [kWh/år]	Effekt vifte [kWh/år]	Sum [kWh/år]
Full effekt (24/5/44)	71 040	43 710	114 750
Halv effekt (24/5/44)	23 569	14 450	38 019
Effekt delt kjøring			
Full effekt (10/5/44)	26 600	18 212	44 812
Halv effekt (14/5/44)	13 749	8 458	22 207
Sum fordeling			67 019

Tabell 30 Resultat balansert ventilasjon barneskole med brukstid 3 500 [h] (vedlegg C-01-3 Hamstad tilbud).

Spesifikasjoner	Balansert ventilasjon	Mekanisk avtrekk	Tilbud
Luft mengde [m <sup>3</sup> /h]	7 500	7 500	
SPF	0,75	2,25	
Temperaturvirkningsgrad tørr	84%	70%	
Totalt forbruk [kWh]	20 846	55 588	
Sum verdiberegning [kr.] (tilbud)	449 681	1 213 377	
Tilbakebetalingstid (tilbud)	7,6 år		

Tabell 31 resultat Infiltrasjon og kuldebro beregninger, detaljert kalkulasjon (C-01-1 Energiberegninger).

Infiltrasjon hele bygningen (6)	77 427 [kW/år]	38 713 [kW/år]
Kuldebroverdi (0,05)	17 085 [kW/år]	9 493 [kW/år]

## 5. Drøfting

Beregninger fra resultatkapitlet bør være med i et beslutningsgrunnlag for energiledelsen. Rangering av tiltak fra resultatdelen er utført med hensyn på Lurøy skole. Tiltak som viser stor lønnsomhet ved en spesifikk bygning, kan være svært ulønnsom på en annen bygning. Et godt beslutningsgrunnlag for gjennomføring av enøktiltak bygger først og fremst på god grunnlagsdokumentasjon. På gamle bygninger der det skal utføres passive tiltak, bør det foreligge en tilstandsrapport utført etter NS 3424 som beskrevet under metoddelen.

Grunnlaget for rangering må bestemmes ut fra prioriteringsgrunnlag. Bygger prioriteringen bare på økonomiske hensyn, som å sikre finansieringen med kortest mulig nedbetalingstid, kombinert med høy nåverdi, vil prioriteringsrekkefølgen enkelt kunne settes opp. Har kommunen derimot andre prioriteringer, som innemiljø og miljøhensyn generelt, vil rekkefølgen ikke være like selvfølgelig. Det kan for eksempel dreie seg om et ventilasjonsanlegg med lang nedbetalingstid, som akkurat oppnår positiv nåverdi. Isolert sett vil det i et økonomisk perspektiv være ulønnsomt med tanke på rentesikring og vedlikehold. Snur man på det og ser på fordeler med godt innneklima, som vil føre til mindre plager og stadige sykemeldinger på grunn av diffuse plager, kan investeringen være svært lønnsom. Miljø og energipriser er et annet aspekt med hensyn på prioriteringer. Kommunen kan legge fremtidsrettede planer med hensyn på miljøregnskap og energipriser.

Varmtvannsberedere blir ikke presentert i resultater. Skolen har to varmtvannsberedere med godt isolert rørrnett. Det er lite forbruk av vann på skolen, kun til håndvask. Dusjanlegg er i gymsalen, som ikke blir med i denne analysen. Besparelser på varmtvann synes forsvinnende lite da rørføringen ikke har betydelige lengder. Det eneste å bemerke er at VVB har bemerkelsesverdig stor effekt, med hensyn på forbruket.

### A-01-1 Energiledelse Lønnsomhetsvurdering

Energiledelse baseres kun på Lurøy skole og er å betrakte som en rolig oppstart av EnMS. Besparelsen er satt til 12% av det totale forbruket på skolebygningen og må betraktes som et konservativt anslag og gir en tilbakebetalingstid på 2,5 år. Gamle bygninger har store innsparingspotensialer og mange av disse innsparingene kan i starten gjennomføres med sparsommelige investeringer tatt i betraktning sparepotensialet. Langsiktig planlegning med gjennomtenkte prosesser vil etter hvert akkumulere store besparelser samlet sett. Det er derfor viktig å betrakte lønnsomhetsanalysene i et vedlikeholdsperspektiv. En måte for økt lønnsomhet kan være å systematisere vedlikeholdsprosjekt av samme art slik at de utføres i samme tidsperiode, for å kunne oppnå bedre priser og raskere gjennomføring med mindre rigg og transportkostnader. Stort volum fører som regel til bedre priser. Innkjøp av 100 varmeovner som kan tilsluttes SD vil gi en betydelig lavere pris enn innkjøp av 10 ovner.

Energiledelse vil gradvis kunne senke kommunens energiforbruk og vil i fremtiden bli det viktigste verktøyet for energibesparelser. Oppbyggingen etter gjeldende standarder medfører fordeler på struktur, fagbegreper og generell forståelse av energisparing i en organisasjon. EnMS vil i oppstartfasen kartlegge et forbruksmønster til alle bygninger, noe som gir et solid fundament til fremtidige besparelser gjennom planlegning og oppfølging. En forutsetning for at dette systemet skal gi avkastning er dynamikken i prosessen. Det kan lett trekkes paralleller mellom et HMS-system og et EnMS-system. Et HMS-system uten avvik og forbedringer er et HMS-system som ikke fungerer, på lik linje med et EnMS system uten avvik og forbedringer. Nøkkelen for en vellykket innføring ligger i å involvere alle deler av organisasjonen. Involvering gir ansvar og eierskap til besparelser og suksess avler suksess. Det er i den forbindelse viktig å belønne gode resultater. Det er selvsagt mange fallgruver med innføring av nye systemer i en organisasjon. Mange ansatte føler at det hele tiden får tred nye ting ned over hode, endringer de ikke alltid ser nytten av. Derfor er det viktig å integrere systemet slik at det blir en selvfølgelig del av hverdagen det å ikke sløse med energi.

### A-01-2 /3 Etterisolering av yttervegg

For barneskolen er det beste resultatet med tanke på nå-verdi å benytte 100 mm isolasjon noe som gir en positiv nåverdi på kr. 238 036,- og en tilbakebetalingstid på 5,9 år, med en investering på kr. 83 290. U-verdien i tiltaket reduseres fra 1,2 til 0,27 [W/m<sup>2</sup>K], som er en reduksjon på 0,93 [W/m<sup>2</sup>K] og gir en energibesparelse på 25 635 [kWh/år]. Er målet å nå Tek 17 på 0,18 [W/m<sup>2</sup>K], må det benyttes 200mm isolasjon, noe som gir en ny u-verdi på 0,15 [W/m<sup>2</sup>K]. Nå-verdi ender da på kr.170 782 med et investert beløp på kr 191 439.

For ungdomskolen som i utgangspunktet har en u-verdi på 0,4 [W/m<sup>2</sup>K], vil også valget falle på 100 mm isolasjon for å oppnå beste nå-verdi kr.57 760 og en tilbakebetalingstid på 15 år med en investering på kr. 73 895. tiltaket reduserer u-verdien ned til 0,23 [W/m<sup>2</sup>K] og gir en besparelse på 10 558 [kWh/år]. Skal målet være Tek 17 holder det i dette tiltaket med en isolasjonstykkelse på 150mm med nå-verdi på kr. 20 860 og en tilbakebetalingstid på 29,1 år, med en investering på kr.127 989. og en besparelse på kr. 11 937 [kWh/år]. 200 mm isolasjon gir negativ nå verdi og tiltaket forkastes.

I tiltaket på barneskolen, der man oppnår en besparelse på 25 635 kWh med en investering på kr. 83 290,- må betegnes som en god investering. Beslattes det imidlertid at kravet til Tek 17 skal oppnås, øker investeringen fra kr.83 290,- til kr.191 439,- en økning på kr. 108 149,- mens besparelsen bare utgjør 1176 kWh/år. En slik økning i investering der besparelsen kan betegnes som ingen ting, må være godt begrunnet. Tek 17 krav er ikke ufravikelig, investeringer som er uforholdsmessig i forhold til besparelse bør ikke gjennomføres. I slike tilfeller bør det være åpning for kost/nytte prinsippet. Anbefalt litteratur Byggforsk 723.511 Etterisolering av yttervegger av tre (Byggforsk Sintef, 2004)

#### **A-01-4 / 5 Etterisolering kjellervegg**

Isolering av kjellervegg innberegner isolering under bakke nivå. Der det anslås en dybde på en meter under bakkenivå på ungdomskolen og totalt 2 meter på barneskolen. I tilstandsanalysen for barneskole, Tabell 16, er det notert dårlig drenering. Dreneringen stammer mest sannsynlig fra bygningen ble oppsatt i 1963. Dreneringens levetid må kunne anses som utløpt og bør oppgraderes. Ved utskifting av drenering vil etterisolering av kjellervegg kunne være et naturlig tiltak.

Tiltak på barneskole og ungdomsskole gir dårlig resultat for alle isolasjonstykkelser. Ingen av tiltakene gir positiv nåverdi og laveste tilbakebetalingstid på 76,3 år 50 mm ESP. Etter økonomiske prinsipper bør forslaget forkastes. Ser man derimot på faktorer som bedre innemiljø, øket levetid for betong vil saken stilles i et annet lys. Utskiftinga av drenering er et omfattende inngrep som gir tilgang til vegg under bakke for etterisolering. Det bør vurderes å etterisolere med minimum 100 mm, selv om nåverdien er negativ kr. 15 680. På den ene siden av veggen er det u lønnsomt, mens på den andre siden kan det bli svært lønnsomt, med bedre inneklima, uttørring av betong og i tillegg minimeres kuldebroer. Før et eventuelt tiltak med etterisolering forkastes eller utføres, anbefales det å lese byggforsk 523.111 yttervegger mot terreng (Byggforsk, Sintef, 2015).

#### **A-01-6 /7 Etterisolering av tak kaldt loft**

Alle tiltak på barneskole og ungdomsskole gir positiv nåverdi. Det beste resultatet for begge tiltak er 200mm isolasjon. Etterisolering av tak gir som forventet betydelige besparelse på energiforbruket. Er tiltaket ment for å nå Tek 17 må det benyttes 250mm isolasjon. En økning fra 200 til 250mm isolasjon vil medføre en ekstra investering på i overkant av kr. 30 000 for hvert av tiltakene, mens besparelsen ligger på i overkant av 1 000 [kWh/år]. Besparelsen vil ikke rettferdiggjøre investeringen, men i dette tiltaket kan kravet til Tek 17 nås med ikke alt for store investeringer. Før tiltak etterisolering anbefales det å lese byggforsk 725.403 Etterisolering treak (Byggforsk, Sintef, 2005).

#### **A-01-8 Utskifting av vindu u = 0,7**

Tiltaket gjelder hele skolen og tiltaket gir en negativ nåverdi på kr. 816 496, tilbakebetalingstid oppnås ikke. Utskifting av vindu kan i mange tilfeller være svært lønnsomt. Tiltaket passer best for bygninger

med gamle vindu. Vindu på skolen er skiftet i perioden 2005 – 2009, på de vinduer som ble sjekket på befaringen. Anbefalt litteratur vindusbytte byggforsk 723.638 Utskifting av vinduer

### **A-01-9 Belysning**

Tiltak gjelder hele skolen sett bort fra kjeller og loft på barneskolen. Skolens belysning er i god forfatning og det er mye levetid igjen. Samtidig kan belysning utgjøre en ikke ubetydelig del av strømforbruket. Skolen har 342 lyskilder totalt fordelt på BRA 2001 m<sup>2</sup> med en total effekt på 23 335 [W] som utgjør 11,7 [W/m<sup>2</sup>] noe som 1,7 [W/m<sup>2</sup>] over det NS3031 (Standard Norge, 2014) benytter i kontrollberegninger. T5 rør gir en energibesparelse på 25 % sammenlignet med T8 rør (Aabakken, 2016).

Tiltak med automatisk lydstyring kan vurderes og gir en besparelse på 9 353 [kWh/år] med en nåverdi på kr. 9 280,- og en tilbakebetalingstid på 16,7 år kan vurderes. Utskifting av lyskilder er svært ulønnsomt med en negativ nåverdi kr. 100 940, tilbakebetalingstid oppnås ikke. I utgangspunktet anbefales ingen av tiltakene. Det bør heller satses på seksjonsvis utskiftinger av lys og armaturer når gamle armaturer nærmer seg utgått levetid. Anbefalt litteratur belysning. Byggforsk 554.215 Belysningsarmaturer.

### **Ventilasjon ungdomsskole og barneskole**

Skolen har to ventilasjonsanlegg. Barneskolen har et balansert ventilasjonsanlegg med roterende varmegjenvinner fra 1996 med kapasitet på 7 500 [m<sup>3</sup>/h] plassert på loft rom nr. A-205. Ungdomsskolen har et mekanisk avtrekk med kapasitet på [5515 m<sup>3</sup>/h] plassert på kaldloftet. Det er dårlig med dokumentasjon på begge anleggene, eneste dokumentasjon som ble funnet var en logg med noe bestillingsinformasjon til ventilasjonsanlegget på barneskolen se vedlegg C-01-2 informasjon balansert ventilasjon barneskole.

For å finne effekter er det utført beregninger av effektbehov i de eksisterende ventilasjonssystemene som vist i tabeller på ventilasjonsresultater (Vedlegg C-01-1 Energiberegninger). Jeg kontaktet leverandøren Hamstad AS-Steinkjer ved Mathias Jonstad (vedlegg C-01-3 Hamstad- tilbud). Som er leverandør av ventilasjonsanlegget på barneskolen, for å innhente priser på ny varmegjenvinner og motor til ventilasjonsanlegget på barneskolen og nytt balansert ventilasjonsanlegg ungdomsskolen. Deler til ventilasjonsanlegget på barneskolen kunne ikke skaffes og ved en eventuell feil i anlegget kan man risikere at det ikke kan repareres. Hamstad sendte tilbud på to ventilasjonsaggregat, et til barneskolen og til ungdomsskolen. Ventilasjonskanaler til ungdomsskolen er ikke med i prisen. Beregninger fra Hamstad baseres på areal og volum beregnet under befaring (vedlegg C-01-4 Rom og areal Lurøy skole) Tilbudet inneholder pris på ventilasjonsanlegg til barneskolen med samme kapasitet som det gamle. Ventilasjonsanlegget til ungdomsskolen er det økt kapasitet fra 5 515 til 8 000 (m<sup>3</sup>/h) for å kunne tilfredsstille normerte krav til ventilasjon i skole.

Disse tilbudene er ikke med i prioriteringen av tiltak, da utregninger ikke er utført av meg. I tillegg anser jeg disse til å være høyest på listen uansett. Ventilasjon til ungdomsskolen bør skiftes så snart det er mulig, Mens barneskolens anlegg bør legges inn i et eventuelt budsjett for utskifting. Oppstår det feil med anlegget risikeres det full stans i ventilasjon av barneskolen. Min vurdering er at disse tiltak står øverst på en liste både med hensyn på økonomi og ikke minst for innemiljø.

### **Kuldebro og infiltrasjon**

Disse verdiene bærer med seg mye usikkerhet, derfor er det valgt å ikke benytte dem i energiberegninger. Dette er besparelser som oppnås ved at det fokuseres på kuldebroer og infiltrasjon under arbeid med etterisolering. Det må rettes særlig fokus på utsatte deler som sylla, vindu, overganger mellom bygninger og nivåer. Det kan forventes betydelige besparelser ved ni tidig tetting og kortslutning av kuldebroer. Det kan være vært å nevne overgang tak og vegg der det bør monteres



luftekasser som holder avstand mellom isolasjon loft og trobord. Samtidig som de sørger for at luft til kaldt loft ledes over isolasjonen. Som litteratur anbefales prosjektrapport 25 Kuldebroer og beregninger (Gustavsen, et al., 2008).

### Varmepumpe med vannbåren varme

Det er ikke utarbeidet tiltak på varmpumpe. Skolen har to varmpumper luft / luft fra før, der den ene er monter i inngangspartiet på barneskolen rom A-101 og den andre på lærerværelse C-218. Varmepumpe som benytter uteluft til energikilde, er i utgangspunktet en perfekt løsning for Lurøy der det er stabile utetemperaturer. Problemet med denne typen pumpe er varmetransport og effekt. I mange tilfeller monteres det varmpumpe med for høy effekt og dårlig varmetransport. I et inngangsparti med stor trafikk er det behov for stor varme effekt, da kan denne løsningen være bra. En varmpumpe bør i utgangspunktet dimensjoneres etter bygningens oppvarmingsbehov. En tommelfingerregel for beregning av effekt er å benytte lavgrad i energi (Anergi) til 50 % av effektbehovet og elektrisitet til 50 %. Det vil gi en ca. fordeling på 90 % anergi og 10 % elektrisitet, der elektrisitet dekker spisslasten for oppvarmingen. I mange tilfeller vil dimensjoneringen av varmpumpen dekke for mye av effekten. Dette fører til at pumpens virkningsgrad synker. Ved innkjøp av varmpumpe er det viktig å vite ytelsen pumpen gir for et helt år Seasonal Coefficient of Performance (SCOP), denne faktoren gir et mye mere pålitelig bilde en øyeblikks faktoren Coefficient of Performance (COP). Det er viktig å merke seg at dette ikke er lineære faktorer, men mer logaritmisk. Det er derfor viktig at en varmpumpe begrense av personer med fagkunnskaper for å sikre seg best mulig ytelse. Den beste løsningen for Lurøy med hensyn på oppvarming av større bygninger vil være et vannbåret system med varmpumpe som hoved energikilde og elektrisitet til spisslast. Type varmpumpe avhenger av bygningens plassering og tilgjengeligheten til energi kilder. Vannbåren systemer er en gunstig energibærer som leverer varmen der det er behov. Vannbåren energibærer vil øke virkningsgraden på et varmesystem ved at den leverer energien der den skal benyttes med svært lite tap av energi. Vannbårne systemer kan i tillegg til romoppvarming benyttes til oppvarming av tappevann og eventuelt oppvarming av ventilasjonsanlegg. Da må det velges rette pumpe med hensyn på temperaturløft.

Ved valg av varmpumpeløsninger.

- Hvilket oppvarmingsbehov skal varmpumpen dekke.
- Velge varmpumpe som er mest gunstig for å dekke ønsket oppvarmingsbehov.
- Bestem effektbehovet ved ulike døgnmiddeltemperaturen.
- Sette opp graf med døgnmiddeltemperatur og antall dager med ulike døgnmiddeltemperaturer
- Utarbeide en varighetskurve som viser effektbehovet og antall dager.
- Ut fra dette beregnes effektbehovet, som bør ligge i området 40 til 70 % av bygningens nettobehov. Som en tommelfingerregel kan man si at 50 % av effektbehovet gir ca. 90 % av energibehovet. de siste 10 % som er spisslasten, bør dekkes av for eksempel elektrisk energi (Riise, 2020).

Mange gjør den feilen at de monterer varmpumpen med for stor effekt. Dette gir dårligere virkningsgrad og selvsagt mindre besparelser. Derfor anbefales det i denne analysen å benytte fagpersoner til beregning av varmeanlegg. Teorien baseres på forelesningsnotater (Riise, 2020), (Bøe, 2022).

### Rangering av tiltak etter NV

Resultater av rangering på tiltak Lurøy kommune basert på Nå-verdi og energipriser. Det er benyttet nåverdi som rangeringsmetode i dette resultatet, Nå-verdi er på ingen måte en fasit svar på rangering

av tiltak. I mange sammenheng vil tiltak med dårlig lønnsomhet, til og med tiltak med negativ lønnsomhet kunne være nyttig for å øke lønnsomheten i et annet tiltak. Et eksempel i denne analysen kan være, isolering av kjeller på skolen. Med en energipris på 63 [Øre/kWh] kommer den ikke med på listen over anbefalte tiltak. Dette kan vise seg å være en dårlig avgjørelse. Man kan tenke seg et scenario der EnMS planlegger å skifte dreneringen samt etterisolere yttervegger på skolen, uten å etterisolere kjelleren, da den ikke er på tiltakslisten. Dette vil være en svært uheldig avgjørelse med tanke på kostnader forbundet til utskifting av dreneringen. Kostnader til etterisolering vil stort sett være forbundet til materialer og være ubetydelig i forhold til hele arbeidsoppdraget. Gjennomføres etterisoleringen vil det tørre ut betongen i kjellermuren samtidig som kjellerarealet blir mere attraktivt. I tillegg vil det ha gunstig effekt i forbindelse med etterisolering av fasaden, der den stopper kuldebroer og infiltrasjon. Resultater viser at listen øker med økt pris og i noen tilfeller endres plassering av tiltak. Når nåverdien kan gi hurtige endringer når tiltaket når break even. Et dyrt tiltak med stor energibesparelse vil skyte hurtig fart etter det når grensepunktet, noe som bør være med i enhver vurdering. Når det er sagt kan tiltak rangeres etter andre betraktninger som nedbetalingstid. Nedbetalingstid er gunstig med hensyn på rentesikkerhet. I tillegg til nevnte metoder finnes der flere andre metoder. Det viktige er å se helheten da alle metoder har sine svake sider. Få inn noe med resirkulering gjenbruk bruksendring av store bygninger som dag benyttes til skole, vil om få år være for store

Resultatene viser også hvilken klimapåvirkning de har. Dette kan være en av faktorene som bør være med i beslutningsgrunnlaget og vil kunne tas med i klimaregnskapet til kommunen. På samme måte som for økonomiske betraktninger bør klimaregnskapet ses i helhet slik at ikke vinningen går opp i spinningen. Det er beregnet tre ulike former for CO<sub>2</sub> oversikter: beregnet ut fra Norsk prisbok 2020 (Johansen & Nguyen, 2020) og baseres på utslipp fra krybbe til død med en utslippsfaktor på [0,0253 kg CO<sub>2</sub>-eq/kWh]. Nest metode er basert på beregnet klimautslipp på elektrisk energi med en faktor på [0,017 kg CO<sub>2</sub>-eq/kWh]. Den siste metoden er benyttet for å visualisere besparelser mot diesel, der [12 kWh = 3,17 kg CO<sub>2</sub> = 1kg Diesel med tettheten 0,84kg/liter] dermed kan resultatet leses ut i kg diesel besparelsen utgjør. På disse rangeringslistene kan man merke seg at ventilasjon og energiledelse står øverst uavhengig av nå verdi. Dette er en avgjørelse utført av forfatter på grunn av viktigheten og synergier som kommer ut av tiltakene. Dette kan selvsagt endres hvis mottager synes prioriteringen er feil. Det kan nevnes at ventilasjonsprisene ikke blir beregnet med hensyn på prisøkningen. Dette av respekt for de som har sendt tilbud. En svakhet i kalkulasjonene som kan nevnes er at årskostnader ikke er med i nåverdiregningene på tiltak som er utarbeidet i oppgaven. Dette vil kunne endre litt på nåverdien, men trolig ikke ha innvirkning på prioritet.

Tabell 32 Rangering av tiltak etter nåverdi beregninger der energiprisen er 63 [Øre/kWh].

Rang	Vedlegg	Bygning	Bygningsdel	Dim [mm]	Besparelse [kW]	Besparelse [kr]	NV [kr]	Tilbake [år]	[CO <sub>2</sub> -eq]	[CO <sub>2</sub> -NVE <sub>eq</sub> ]	[MD <sub>eq</sub> ]	Investering	
1	**Tilbud	Ungdomsskole	Ventilasjon		78 505	kr 49 458		11,0		1 335	20 738	kr 640 000	
2	**Tilbud	Barneskole	Ventilasjon		34 742	kr 21 887		7,6		591	9 178	kr 400 000	
3	A-01-1	Bygninger	Energiledelse	0	46 719	kr 29 433	kr 168 730	2,5		794	12 342	kr 70 000	
4	A-01-6	Barneskole	Etterisolering tak mot kald loft	200	38 536	kr 24 278	kr 341 507	6,6	3 018	655	10 180	kr 139 019	
5	A-01-2	Barneskole	Etterisolering av yttervegg	100	25 635	kr 16 150	kr 236 361	5,9	872	436	6 772	kr 83 290	
6	A-01-7	U-skole	Etterisolering tak mot kald loft	200	27 504	kr 17 327	kr 182 012	11,8	3 018	468	7 266	kr 160 942	
7	A-01-3	U-skole	Etterisolering av yttervegg	100	10 558	kr 6 652	kr 57 760	15,0	5 366	179	2 789	kr 73 895	
8	A-01-9	Hele	Belysning	0	9 353	kr 5 892	kr 9 280	16,7		159	2 471	kr 70 800	
Sum						271 552	kr 171 078	kr 995 649		12 275	4 616	71 735	kr 1 637 946
* Pris i hendhold til tilbud fra Hamstad AS datert 01.05.2021 prisen er inkl livssyklus kostnad (vedlegg C-01-3 Hamstad tilbud)													

Tabell 33Rangering av tiltak etter nåverdi beregninger der energiprisen er 93 [Øre/kWh].

Rang	Vedlegg	Bygning	Bygningsdel	Dim [mm]	Besparelse [kW]	Besparelse [kr]	NV [kr]	Tilbake [år]	[CO <sub>2</sub> -eq]	[CO <sub>2</sub> -NVE <sub>eq</sub> ]	[MD <sub>eq</sub> ]	Investering	
1	*Tilbud	Ungdomsskole	Ventilasjon		78 505	kr 49 458		11,0		1 335	20 738	kr 640 000	
2	*Tilbud	Barneskole	Ventilasjon		34 742	kr 21 887		7,6		591	9 178	kr 400 000	
3	A-01-1	Bygninger	Energiledelse	0	46 719	kr 43 449	kr 282 410	1,7		794	12 342	kr 70 000	
4	A-01-6	Barneskole	Etterisolering tak mot kald loft	200	38 536	kr 24 278	kr 570 328	4,3	3 018	655	10 180	kr 139 019	
5	A-01-2	Barneskole	Etterisolering av yttervegg	100	25 635	kr 16 150	kr 388 576	3,8	872	436	6 772	kr 83 290	
6	A-01-7	U-skole	Etterisolering tak mot kald loft	200	27 504	kr 17 327	kr 345 324	7,4	3 018	468	7 266	kr 160 942	
7	A-01-3	U-skole	Etterisolering av yttervegg	100	10 558	kr 6 652	kr 120 453	9,1	5 366	179	2 789	kr 73 895	
8	A-01-9	Hele	Belysning	0	9 353	kr 5 892	kr 47 413	10,0		159	2 471	kr 70 800	
9	A-01-4	Barneskole	Etterisolering kjellervegg	100	5 774	kr 5 370	kr 18 605	27,0	2 680	98	1 525	kr 87 677	
10	A-01-5	U-skole	Etterisolering kjellervegg	50	3 249	kr 3 022	kr 9 481	28,0	1 144	55	858	kr 50 327	
Sum						120 609	kr 193 485	kr 1 500 179		16 099	4 770	74 119	kr 1 775 950

\* Pris i henhold til tilbud fra Hamstad AS datert 01.05.2021 prisen er inkl livssyklus kostnad (vedlegg C-01-3 Hamstad tilbud)

Tabell 34 Rangering av tiltak etter nåverdi beregninger der energiprisen er 130 [Øre/kWh].

Rang	Vedlegg	Bygning	Bygningsdel	Dim [mm]	Besparelse [kW]	Besparelse [kr]	NV [kr]	Tilbake [år]	[CO <sub>2</sub> -eq]	[CO <sub>2</sub> -NVE <sub>eq</sub> ]	[MD <sub>eq</sub> ]	Investering	
1	*Tilbud	Ungdomsskole	Ventilasjon		78 505	kr 49 458		11,0		1 335	20 738	kr 640 000	
2	*Tilbud	Barneskole	Ventilasjon		34 742	kr 21 887		7,6		591	9 178	kr 400 000	
3	A-01-1	Bygninger	Energiledelse	0	46 719	kr 60 735	kr 422 617	1,2		794	12 342	kr 70 000	
4	A-01-6	Barneskole	Etterisolering tak mot kald loft	250	39 833	kr 51 783	kr 855 641	3,6	3 773	677	10 523	kr 169 289	
5	A-01-2	Barneskole	Etterisolering av yttervegg	100	25 635	kr 16 150	kr 576 308	2,7	872	436	6 772	kr 83 290	
6	A-01-7	U-skole	Etterisolering tak mot kald loft	200	27 504	kr 17 327	kr 546 742	5,1	3 018	468	7 266	kr 160 942	
7	A-01-3	U-skole	Etterisolering av yttervegg	100	10 558	kr 6 652	kr 197 774	6,2	5 366	179	2 789	kr 73 895	
8	A-01-4	Barneskole	Etterisolering kjellervegg	100	5 774	kr 7 506	kr 60 889	16,1	2 680	98	1 525	kr 87 677	
9	A-01-5	U-skole	Etterisolering kjellervegg	100	4 732	kr 6 151	kr 47 634	16,8	2 266	80	1 250	kr 74 118	
10	A-01-9	Hele	Belysning	0	9 353	kr 5 892	kr 94 443	6,8		159	2 471	kr 70 800	
Sum						123 388	kr 243 542	kr 2 379 431		17 975	4 817	74 853	kr 1 830 011

\* Pris i henhold til tilbud fra Hamstad AS datert 01.05.2021 prisen er inkl livssyklus kostnad (vedlegg C-01-3 Hamstad tilbud)

## 6. Konklusjon

Spørsmål stiller spørsmål. Har analysen gitt svar på oppgaveteksten? Er det noe som kan avsluttes med en konklusjon? Svaret er både ja og nei. Å identifisere/definere beslutningsgrunnlag for energisparetiltak, kostnadsberegninger og besparelser.

Tiltak viser at det er potensiale for betydelige besparelser i energiforbruket, ved å utføre oppgraderinger på kommunens bygninger. Dette særlig med tanke på bygningsmassens i kommunen begynner å bli gammel.

Energiledelse vil få en avgjørende betydning for en helhetlig enøk strategi i kommunen. Innføringen gir hurtige besparelser med ubetydelige investeringer. I tillegg til besparelser vil innføring av et slikt system øke interesse og fokus på enøk i kommunen. Det vil gi muligheter til ekstern sertifisering av kommunen. Energiledelse vil sette fokus mot dagens bruk av bygninger med videre planer for fremtidig bruk og dermed besparelser på lang sikt.

I offentlige bygninger bør det rettes ekstra oppmerksomhet med tanke på innemiljø. Derfor er nytt ventilasjonsanlegg til ungdomsskolen første prioritet i tiltakslistene. Deretter følger barneskolens ventilasjonsanlegg på grunn av at en feil i anlegget vil tvinge kommunen til å på kort varsel skifte det ut, da deler ikke er å oppdrive.

Etterisolering av skolen vil gi gode resultater forutsatt at den utføres i forbindelse med en oppgradering av fasader, Tak derimot krever få forberedelser og vil gi best besparelse av alt isoleringstiltak.

Til slutt noen ord om hvordan oppgaven har direkte tilknytning til FNs bærekraftsmål.

Bærekraftmålene henger på mange måter sammen, men for denne oppgaven er det spesielt nr. 7 ren energi til alle, nr. 11 bærekraftige byer og lokalsamfunn, nr. 13 som handler om reduksjon av klimagassutslipp og bærekraftsmål og nummer 17 samarbeid for å nå målene som er mest aktuell. Ingen kan gjøre alt, men alle kan gjøre litt. Ikke bare er det snakk om samarbeid innad i kommunene med etablering av EnMS men om flere kommuner gjør som Lurøy og undersøker hvordan de kan energiøkonomisering vil det hjelpe stort. Mange bekker små gjør en stor å.

## 7. Referanser

- Indsetviken, E. H., 2021, 03 02, NRK Slik påvirker batterifabrikken strømregningen din, <https://www.nrk.no/nordland/freyr-og-andre-batterifabrikker-bruker-sa-mye-strom-at-det-kan-pavirke-stromprisen-1.15359482> ,(03.02.2021).
- Alphasun., 2019, Alphasun. Hentet fra Solcellepaneler pris: <https://www.alphasun.no/solcellepaneler-priser/>
- Amunsen, J. S., Bartnes, G., Endresen, H., Ericson, T., Fidje, A., Weir, D., & Øyslebø, E. V., 2017, *NVE Kraftmarkedsanalyse 2017-2030*, ISBN: 978-82-410-1631-8, NVE, Oslo.
- Bjørberg, S., Larsen, A., & Øiseth, H., 2007, *Linssykluskostnader for bygninge*, ISBN 82-91510-64-4, RIF-Organisasjonen for rådgivere, Oslo. Hentet fra [https://dibk.no/verktøy-og-veivisere/rapporter-og-publikasjoner/?\\_t\\_q=livssykluskostnader](https://dibk.no/verktøy-og-veivisere/rapporter-og-publikasjoner/?_t_q=livssykluskostnader)
- Bostrøm, T., 2018, UIT Norges arktiske universitet Solenergi i Tromsø, virker bedre enn mange tror!, [https://uit.no/forskning/forskningsgrupper/nyheter/artikkel?p\\_document\\_id=453700&sub\\_id=582421](https://uit.no/forskning/forskningsgrupper/nyheter/artikkel?p_document_id=453700&sub_id=582421)
- Brenna, A. L., 2021, Økt CO2-avgift vil gjøre det mer lønnsomt å velge elektriske, utslippsfrie løsninger, <https://enerwe.no/elavgift-energi-norge-klima/okt-co2-avgift-vil-gjore-det-mer-lonnsomt-a-velge-elektriske-utslippsfrie-losninger/392972> (11.01.2021)
- Byggforsk Sintef., 2004, 723.511 *Etterisolering av yttervegger av tre*, ISSN 2387-6328,. Trondheim: Sintef Byggforsk.
- Byggforsk, S, 2010, Byggskader. Oversikt. Trondheim, Sintef byggforsk, Trondheim.
- Byggforsk, Sintef., 2005, 725.403 *Etterisolering av tretak*, ISSN 2387-6328, Sintef byggforsk, Trondheim.
- Byggforsk, Sintef., 2015, 523.111 *Yttervegger mot terreng. Varmeisolering og tetting*, ISSN 2387-6328, Sintef byggforsk, Trondheim.
- Byggforsk, Sintef., 2017, *Byggforvaltning Begreper og definisjoner*, Sintef byggforsk, Trondheim.
- Byggkvalitet, D. f., U.å., *Byggforskrifter og Tekniske forskrifter*, Oslo, <https://dibk.no/regelverk/>
- Bøe, E., 2020 *Forelesningsnotater fra faget VVS og energiteknik ved UIT Narvik*, Narvik.
- Bøeng, A. C., 2005, *Energibruk i husholdninger 1930 - 2004 og forbruk etter husholdningstype*, ISBN: 82-537-6912-2, Statistisk sentralbyrå, Oslo.
- Direktoratet for byggkvalitet, 2017, *Direktoratet for byggkvalitet*. Hentet fra *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*, <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/> (17.09.2017)
- Direktoratet for byggkvalitet., U.å., *Regelverk*, <https://dibk.no/regelverk/>
- Edvardsen, K. I., & Ramstad, T. Ø., 2017, *Trehus, håndbok Sintef Byggforsk 5*, ISBN 978-82-536-1391-8, Sintef akademiske forlag, Oslo.
- Olje- og energidepartementet, 2015, *Fakta 2015 Energi- og vannressurser i Norge*, kode: Y-0102/9B, Oslo.
- EnOcean., 2020, Hentet fra *White papers, GmbH, Kolpingring 18a,D-82041 Oberhaching*, <https://www.enocean.com/en/technology/white-papers/> (01.03.2020).
- Enova., U.å., *EPC-modellen gir selvfinansierende oppgradering av kommunal eiendom*, Trondheim, <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/tema/epc-modellen-gir-selvfinansierende-oppgadering-av-kommunal-eiendom/>

Enova., U.å., *EPC-modellen gir selvfinansierende oppgradering av kommunal eiendom*. Hentet 03.09.2021 fra <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/tema/epc-modellen-gir-selvfinansierende-oppgradering-av-kommunal-eiendom/> (09.03.2021).

Enova., 2019, Veileder Energiledelse, <https://www.enova.no/bedrift/industri-og-anlegg/tema/det-starter-med-energiledelse/> (02.04.2019).

Ericson, T., Fidje, A., Fønne, J. E., Langseth, B., Magnussen, I. H., Rode, W. W., & Saugen, B., 2016, *Varmepumper i energisystemet*, ISBN: 978-82-410-1513-7, NVE, Oslo.

Europalov., 2019, Tredje energimarkedspakke, <https://www.europalov.no/politikkdokument/tredje-energimarkedspakke/id-2441#Norge> (11.10.2019).

Faugli, P. E., 2020, *Elektrisitetens forvaltningshistorie 1877-1921*, ISBN: 978-82-410-2015-5, NVE.

Finansdepartementet., 2021, Meld. St. 1 (2020-2021) Nasjonalbudsjettet 2021, Finansdepartementet, Oslo.

Finansdepartementet., 2004, NOU 2004:8 Differensiert el-avgift for husholdninger, Oslo.

FN., 2021., FNs bærekraftsmål, <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal> (19.04.2021)

FN-sambandet., u.å., FN-Avtaler, <https://www.fn.no/om-fn/avtaler> (03.01.2021).

Folkehelseinstituttet., Inneklima i skoler og barnehager, <https://www.fhi.no/ml/miljo/inneklima/fremhevede-artikler-inneklima-og-helse/inneluftkvalitet-i-skoler-og-barneh/> (03.03.2015).

Gustavsen, A., Vincent, J., Blom, P. B., Dalehaug, A., Aurlien, T., Grynning, S., & Uvsløkk, S., 2008, Prosjektrapport 25 Kuldebroer – Beregning, kuldebroverdier og innvirkning p ISBN 978-82-536-1037-5, Trondheim: Sintef Byggforsk, [https://www.sintef.no/globalassets/upload/byggforsk/publikasjoner/sb\\_prosjektrapport\\_25.pdf](https://www.sintef.no/globalassets/upload/byggforsk/publikasjoner/sb_prosjektrapport_25.pdf)

Hanssen, I. B., Førland, E. J., Haddeland, I., Hisdal, H. S., Nesje, M. A., Nilsen, J. E., . . . Ådlandsvik, B., 2015, *Klima i Norge 2020*, Miljødirektoratet, Oslo, [https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/rapporter-og-publikasjoner/\\_attachment/6616?\\_ts=14ff3d4eeb8](https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/rapporter-og-publikasjoner/_attachment/6616?_ts=14ff3d4eeb8)

Haukeli, I. E., Stavseng, A., Spilde, D., Hole, J., Skaansar, E., Skotland, C. H., . . . Røv, V., 2020, *Elektrefiseringstiltak i Norge. Hva er konsekvensen for kraftsystemet*, ISBN: 978-82-410-2071-1, NVE, Oslo.

Holte., U.å., *Holte* Byggebransjens digitaliseringspartner, Oslo, <https://holte.no/> (10.04.2021)

Industridepartementet., 1974, *Energiforsyningen i Norge i fremtiden*, [https://stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Stortingsforhandlinger/Lesevisning/?p=1973-74&paid=3&wid=f&psid=DIVL1363&pgid=f\\_0801&s=True](https://stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Stortingsforhandlinger/Lesevisning/?p=1973-74&paid=3&wid=f&psid=DIVL1363&pgid=f_0801&s=True)

Industridepartementet., 1974, St. Meld. nr. 100 (1973-74) *Energiforsyningen i Norge i fremtiden*, Oslo.

ITB Aktuelt AS., 2015, Brukervennlig SD bilder, <https://www.itbaktuelt.no/2015/01/18/brukervennligesd-bilder/> (18.01.2015).

Jakobsen, I. U., Kallbekken, S., & Lahn, B., 2020, Parisavtalen i Store norske leksikon på snl.no, <https://snl.no/Parisavtalen> (18.11.2020).

Johansen, G., & Nguyen, N., 2020, *Norsk prisbok 2020*, ISBN 978-82-691594-1-7. Norconsult informasjonsystemer AS i samarbeid med AS Bygganalyse.

Kartverket., 2021, *Se eiendom*, <https://seeiendom.kartverket.no/eiendom/1834/1/3/2/0> (11.04.2021).

Klima- og Miljøverndepartementet., 2020, Norge forsterker klimamålet for 2030 til minst 50 prosent og opp mot 55 prosent, <https://www.regjeringen.no> (12.18.2020).

Kommunal- og arbeidsdepartementet., 1970 Oslo, Veiledning til byggeforskrifter av 1. august 1969, [https://dibk.no/globalassets/byggeregler/tidligere\\_regelverk/historisk-arkiv-1949---1987/veiledning-til-byggforskrifter-av-1.-august-1969.pdf](https://dibk.no/globalassets/byggeregler/tidligere_regelverk/historisk-arkiv-1949---1987/veiledning-til-byggforskrifter-av-1.-august-1969.pdf)

Kommunal- og moderniseringsdepartementet., 2010, Energieffektivisering av bygg : en ambisiøs og realistisk plan mot 2040, <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/energieffektivisering-av-byggen-ambisi/id612706/> (12.19.2020).

Kommunal- og moderniseringsdepartementet., 2019, *Nasjonale forventningar til regional og kommunal planlegging 2019–2023*, H-2445 B, <https://www.regjeringen.no/contentassets/cc2c53c65af24b8ea560c0156d885703/nasjonale-forventninger-2019-bm.pdf> (16.02.2021).

Kommunal- og moderniseringsdepartementet., 2012, Meld. St. 28 (2011–2012) Gode bygg for eit betre samfunn, <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld-st-28-20112012/id685179/>

Kommunal- og Regionaldepartementet., 2009, Bygg for framtida. Miljøhandlingsplan for bolig- og byggsektoren (2009-2012), H-2237, <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/bygg-for-framtida/id576523/>

kommune, L., 2020, Tiltaksplan for vedlikehold, revidert plan for budsjettåret 2020, Lurøy Kommune.

Larsen, H. N., 2019, *Bygg- og anleggssektorens klimagassutslipp, oppdragsnummer 621256-01*, Asplan Viak, [https://www.bnl.no/siteassets/dokumenter/rapporter/klimautslipp\\_bae\\_2019.pdf](https://www.bnl.no/siteassets/dokumenter/rapporter/klimautslipp_bae_2019.pdf)

Lindvoll, E., 2021, Dinside februar startet med strømprissjokk, Dinside, <https://dinside.dagbladet.no/okonomi/februar-startet-med-stromprissjokk/73352172> (01.02.2021).

Lovdata., 1991, *Lovdata*. Lov om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energiloven), <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1990-06-29-50> (02.10.2021).

Lundbo, S., & Ravndal, E. J., 2020, *Norges forhold til FN i Store norske leksikon på snl.no.*, [https://snl.no/Norges\\_forhold\\_til\\_FN](https://snl.no/Norges_forhold_til_FN) (10.01.2021).

Miljø- direktoratet., 2020, *Tabeller for omregning fra energivare til utslipp*. Hentet fra Miljø- direktoratet, <https://www.miljodirektoratet.no/myndigheter/klimaarbeid/kutte-utslipp-av-klimagasser/klima-og-energiplanlegging/tabeller-for-omregning-fra-energivarer-til-kwh/> (13.10.2020).

Miljødepartemente, K. O., 2021, Meld. St. 13, Klimaplan for 2021– 2030, Oslo.

Miljødirektoratet., 2019, EUs system for klimakvoter. Hentet 03 03, 2021 fra <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/klimakvoter/eus-klimakvotesystem/> (03.05.2019).

Miljødirektoratet., 2020, *CO2-kompensasjon*. Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/co2-kompensasjon/> (24.08.2020).

Miljøverndepartemente., 2001, *Norsk klimapolitikk (St.Meld.nr.54 (2000-2001))*, Oslo.

Miljøverndepartemente., 2021, Klimaplan for 2021-2030. (*Meld.St.13 (2020-2030)*), <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-13-20202021/id2827405/>

Norconsult., 2013, Praktisk veileder for energimerking, NVE, Oslo, [https://www.energimerking.no/download?objectPath=/upload\\_images%2FE87FEE3272F4450AA49D6E6C10CBF472.pdf](https://www.energimerking.no/download?objectPath=/upload_images%2FE87FEE3272F4450AA49D6E6C10CBF472.pdf)

Norsk forening for varme-, ventilasjon- og sanitærteknikk., 1969, *Nasjonalbiblioteket*. Norsk forening for varme-, ventilasjon- og sanitærteknikk, Oslo, <https://www.nb.no/nbsok/nb/13418bbe50dd9c9c8fe48b133f741749?lang=no#0>

Norsk klimasenter., 2021, Norsk klimasenter, Seklima, observasjoner og værstatistikk, <https://seklima.met.no/> (26.04.2021).

Norsk klimaservicesenter. (2021, Observasjoner og værstatistikk, <https://seklima.met.no/observations/> (26.04.2021).

NOU., 2018, (NOU:2018:17) *Klimarisiko og Norsk økonomi*, ISBN 978-82-583-1379-0, Oslo, <https://www.regjeringen.no/contentassets/c5119502a03145278c33b72d9060fbc9/no/pdfs/nou201820180017000dddpdfs.pdf>

Novakovic, V., Hanssen, S. O., Thue, J. V., Wangensteen, I., & Gjerstad, F. O., 2018, *Enøk i Bygninger, effektiv energiforbruk*, ISBN:978-82-05-37496-6, Gyldendals bøker, Oslo.

NVE., 2020, *NVE Økodesignkrav og energimerking av produkter gir redusert kraftforbruk*: <https://www.nve.no/nytt-fra-nve/nyheter-energi/okodesignkrav-og-energimerking-av-produkter-gir-reduisert-kraftforbruk/> (28.08.2020).

NVE., 2021, *Nye energietiketter i 2021*, NVE, Oslo, <https://www.nve.no/energibruk-effektivisering-og-teknologier/okodesign-og-energimerking-av-produkter/nye-energietiketter-i-2021/?ref=mainmenu> (19.03.2021).

NVE., 2021, *Strømforbruk i Norge har lavt klimagassutslipp*, <https://www.nve.no/nytt-fra-nve/nyheter-energi/stromforbruk-i-norge-har-lavt-klimagassutslipp/> (23.02.2021).

Olje- og energidepartementet., 2021, *Energifakta Norge*, <https://energifaktanorge.no/norsk-energiforsyning/kraftforsyningen/> (20.01.2021).

Oluf Ulseth Energi Norge., 2018, *Sjefen i Energi Norge ber om kutt i avgifter på strøm*. NRK, <https://www.nrk.no/norge/sjefen-i-energi-norge-ber-om-kutt-i-avgifter-pa-strom-1.14138882> (23.01.2021).

PG instalasjon as., U.å., *Strømstyring sparer deg for penger*, <https://www.pgi.no/artikkel/stromstyring-sparer-deg-for-penger/> (30.03.2021).

Proff., 2019, Proff, <https://www.proff.no/aksjon%C3%A6rer/bedrift/tso-holding-as/919422505> (28.02.2021).

Regjeringen., 2019, *Norge foreslår avtale om klimasamarbeid med EU*, <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/klimasamarbeid-med-eu/id2632883/> (19.09.2019).

Regjeringen., 2019, *Valg av referansebane for forvaltet skog i klimaavtalen med EU*, <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/valg-av-referansebane-for-forvaltet-skog-i-klimaavtalen-med-eu/id2629924/> (22.02.2021).

Regjeringen., 2020, *Avgiftsatser 2021*, <https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/skatter-og-avgifter/avgiftssatser-2021/id2767486/> (07.10.2021).

Regjeringen no. E989., 2019, *One year closer 2019*. Oslo, [https://www.regjeringen.no/globalassets/departementene/ud/vedlegg/utvikling/2030agenda\\_rapp\\_ort2019.pdf](https://www.regjeringen.no/globalassets/departementene/ud/vedlegg/utvikling/2030agenda_rapp_ort2019.pdf)

Regjeringen.no., 2018, *Bygningsregelverket fra 1965 – 2017*, <https://www.regjeringen.no/no/tema/plan-bygg-og-eiendom/bygningsregelverket-fra-1965--2017/id2590706/?expand=factbox2598937>

Regjeringen.no., 2020, *Ny nasjonal handlingsplan for bærekraftsmålene*, <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/ny-nasjonal-handlingsplan-for-barekraftsmalene/id2700508/> (29.04.2020).

Riise, R., 2020, *Energy management, fra faget energiøkonomisering*. Narvik.



- Sentralbyrå, S., 2020, Befolkning. Statistisk sentralbyrå, <https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/folkemengde> (25.01.2021)
- Skattedirektoratet., 2020, Avgiftshistorie 2020, Skattedirektoratet, juridisk avdeling 0134 Oslo.
- Spilde, D., Hodge, L. E., Magnussen, I. H., Hole, J., Buvik, M., & Horne, H., 2019, *Strømforbruk mot 2040*, ISBN: 978-82-410-1881-7, NVE, Oslo.
- Spilde, D., Lien, S. K., Ericson, T. B., & Magnussen, I. H., 2018, *Strømforbruk i Norge mot 2035*, ISBN: 978-82-410-1696-7, NVE, Oslo.
- Standar Norge., 2012, *NS 3422:2012 Tilstandsanalyse av byggverk, innhold og gjennomføring, Standard Norge, Oslo.*
- Standard Norge., 2019, *NS 3451:2009+A1:2019 Bygningsdelstabell. Standard Norge*, Oslo.
- Standard Norge., 2013, *NS 3454:2013, Livssyklus kostnader for byggverk Prinsipper og klassifikasjon, Standard Norge, Oslo.*
- Standard Norge., 2014, *Energiledelsessystemer Måling av energiytelse ved bruk av basislinje (EnB) og energiytelsesindikatorer (EnPI) Generelle prinsipper og råd (NS-EN 50006:2014), Standard Norge, Oslo.*
- Standard Norge., 2014, *Energiledelsessystemer Måling og verifisering av organisasjoners energiytelse Generelle prinsipper og råd (NS-ISO 50015:2014), Standard Norge, Oslo.*
- Standard Norge., 2014, *Konkurransgrunnlag for bygg og anlegg Redigering og innhold, Standard Norge, Oslo.*
- Standard Norge., 2014, *NS 3031:2014 Beregning av bygningers energiytelse, metode og data, Standard Norge, Oslo.*
- Standard Norge., 2018, *Energiledelsessystemer, Krav med brukerveiledning (NS-EN ISO50001:2018), Standard Norge, Oslo.*
- Standard Norge., 2019, 02 01, *NS 3451:2009 +A1:2019 Bygningsdelstabell, Standard Norge, Oslo.*
- Standard Norge., 2020, *Energiledelsessystemer Veiledning for implementering, vedlikehold og forbedring av et ISO 50001-energiledelsessystem (NS-ISO 50004:2020), Standard Norge, Oslo.*
- Steensrud, K., 2011, Masteroppgave, *Oppgradering av eksisterende kontorbygg til passivhusstandar.* UiT, Narvik.
- Uglenes, V., 2021, FNs historie: <https://www.fn.no/om-fn/fns-historie> (03.03.2021).
- Vinjar, Asbjørn; Hofstad, Knut., 2021, *Store norske leksikon*, <https://snl.no/vannkraft> (25.02.2021).
- Aabakken, J., 2016, 01 09, *Lysrør, Velg T5*, <https://dinside.dagbladet.no/bolig/lysrør-velg-t5/61740282>

## 8. Vedleggs oversikt

Vedlegg	Beskrivelse	Antall sider
A-01-1	Energiledelse	1
A-01-2	Etterisolering yttervegg barneskole	2
A-01-3	Etterisolering yttervegg ungdomsskole	2
A-01-4	Etterisolering kjellervegg barneskole	2
A-01-5	Etterisolering kjellervegg u-skole	2
A-01-6	Etterisolering tak mot kaldt loft barneskole	2
A-01-7	Etterisolering tak mot kaldt loft u-skole	2
A-01-8	Utskifting vindu $U = 0,7$ hele skolen	2
A-01-9	Belysning hele skolen	1
B-01-1	Tegning av skolen	11
C-01-1	Energiberegninger	8
C-01-2	Informasjon balansert ventilasjon barneskole (1996)	6
C-01-3	Hamstad tilbud	6
C-01-4	Rom og areal Lurøy skole	4
C-01-45	Rangering tiltak	14

<b>Tiltak</b>	<b>Hele skolen</b>	<b>Energiledelse</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>A-01-1</b>
---------------	--------------------	----------------------	----------------	---------------

Areal	258	[m <sup>2</sup> ]	λ- verdi isolasjon	0,035	[W/m <sup>2</sup> K]	Totalt energiforbruk skole før tiltak	389 328	[kWh/år]
Besparelse i %	12 %							
Levetid	10	[år]						
Timer h <sub>t</sub>	24		Realprisstigning	4 %				
Nåværende forbruk [kWh]							389 328	
Besparelse [kWh]							46 719	
Besparelse [Kr]							29 433	
Investering [Kr]							70 000	
Nåverdi [Kr]							168 730	
Tilbakebetalingstid [år]							2,5	
Totalforbruk etter tiltak							342 609	
Prosentvis endring							-12 %	
CO <sup>2</sup> -equivalenter levetid							28 812	
NVE <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]							794	
MD <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]							12 342	

Kostnader i forbindelse med etablering av energiledelse i kommunen.

Montering to nye målere På grunn av dårlig plass og gamle sikringsskap påberegnes ny kapsling og en del merarbeid med oppkobling. Antatt pris

Kr. 30 000,-

Temperaturmåler utetemperatur med kommunikasjon ferdig montert

Kr. 6 000,-

Webbasert SD styring med opplæring av personell i forbindelse med innhenting og rapportering av data til ET-kurve og lignende

Kr. 34 000,-

Sum etablering av energiledelse energioppfølging Lurøy skole

Kr. 70 000,-

Tiltak	Barneskole	Etterisolering av yttervegg				Vedlegg	A-01-2		
Areal	290,8	[m <sup>2</sup> ]	λ- verdi isolasjon	0,035	[W/mK]	Totalt energiforbruk skole før tiltak	389 328 [kWh/år]		
Graddagstall	3953,6	[°C dag]							
Levetid	40	[år]							
Timer h <sub>t</sub>	24	Realprisstigning	4 %						
Isolasjon tykkelse [mm]		50		100		150	200		
Besparelse [kWh]		20 913		25 635		27 721	28 897		
Besparelse [Kr]		13 175		16 150		17 464	18 205		
Investering [Kr]		56 857		83 290		144 260	191 439		
Nåverdi [Kr]		203 911		236 361		201 409	168 895		
Tilbakebetalingstid [år]		4,8		5,9		10,2	13,9		
Totalforbruk etter tiltak		368 415		363 693		361 607	360 431		
Prosentvis endring		-5,37 %		-6,58 %		-7,12 %	-7,42 %		
U-verdi før/nå		1,20	0,44	1,20	0,27	1,20	0,20	1,20	0,15
Årskostnad		4 839		6 049		7 863	10 585		
CO <sup>2</sup> -equivalenter levetid		436		872		1 338	1 774		
NVE <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]		356		436		471	491		
MD <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]		5 524		6 772		7 323	7 634		

Priser ex. mva. og påslag. Priser hentet fra Norsk prisbok 2020, prisen er pålagt 3% prisstigning.

Tiltak	Barneskole	Etterisolering av yttervegg	Vedlegg	A-01-2
--------	------------	-----------------------------	---------	--------

Priser fra norsk prisbok 2020, Norconsult informasjonssystemer AS, ISBN978-82-691594-1-7

Side	Fag	NS3420	NS 3451	Tekst	enh.	mat.	UE	Arb	Tid	Levetid	Åk	CO2	uts	Pris	Sum
E-023	12	02.3.2.1.0500	SB1.11126	Isolasjon i klimavegg, mineralull, 50mm	m2	45	0	38	0	60	5	1	0	92	kr 27 824
E-023	12	02.3.2.1.0200	QB2.191998	Bindingsverk av tre, justert C24, 48x48 c/c 600mm	m2	66	0	114	0	60	11	0	0	96	kr 29 033
											4839	436	0	196	kr 56 857
E-023	12	02.3.2.1.0520	SB1.11141	Isolasjon i klimavegg, mineralull, 100mm	m2	83	0	38	0	60	7	3	0	135	kr 40 828
E-023	12	02.3.2.1.0190	QB2.121188	Bindingsverk av tre, justert C24, 48x98 c/c 600mm	m2	86	0	40	0		13	0	0	140	kr 42 461
											6049	872			kr 83 290
E-023	12	02.3.2.1.0530	SB1.11146	Isolasjon i klimavegg, mineralull, 150mm	m2	126	0	43	0	60	10	4	0	189	kr 57 160
E-023	12	02.3.2.1.0180	QB2.121248	Bindingsverk av tre, justert C24, 48x148 c/c 600mm	m2	112	0	146	0	60	16	0	0	288	kr 87 100
											7863	1338			kr 144 260
E-023	12	02.3.2.1.0550	SB1.11161	Isolasjon i klimavegg, mineralull, 200mm	m2	157	0	54	0	60	13	6	0	236	kr 71 374
E-023	12	02.3.2.1.0165	QB2.121258	Bindingsverk av tre, justert C24, 48x198 c/c 600mm	m2	181	0	173	0	60	22	1	0	397	kr 120 066
											10585	1774			kr 191 439

Tiltak	U-Skole		Etterisolering av yttervegg				Vedlegg A-01-3			
Areal	258	[m <sup>2</sup> ]	λ- verdi isolasjon	0,035	[W/m <sup>2</sup> K]	Totalt energiforbruk skole før tiltak		389 328 [kWh/år]		
Graddagstall	3953,6	[°C dag]								
Levetid	40	[år]								
Timer h <sub>t</sub>	24	Realprisstigning	4 %							
Isolasjon tykkelse [mm]			50		100		150	200		
Besparelse [kWh]			7 841		10 558		11 937	12 771		
Besparelse [Kr]			4 940		6 652		7 520	8 046		
Investering [Kr]			50 444		73 895		127 989	169 847		
Nåverdi [Kr]			47 329		57 760		20 860	-10 599		
Tilbakebetalingstid [år]			13,4		15,0		29,1	47,4		
Totalforbruk etter tiltak			381 487		378 770		377 391	376 557		
Prosentvis endring			-2,01 %		-2,71 %		-3,07 %	-3,28 %		
U-verdi før/nå			0,7	0,34	0,7	0,23	0,7	0,17	0,7	0,14
Årskostnad			4 293		5 366		6 976	9 391		
CO <sup>2</sup> -equivalenter levetid			387		774		1 187	1 574		
NVE <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]			133		179		203	217		
MD <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]			2 071		2 789		3 153	3 374		

Priser ex. mva. og påslag. Priser hentet fra Norsk prisbok 2020, prisen er pålagt 3% prisstigning.

Tiltak	Ungdomsskole	Etterisolering av yttervegg	Vedlegg	A-01-3
--------	--------------	-----------------------------	---------	--------

Priser fra norsk prisbok 2020, Norconsult informasjonssystemer AS, ISBN978-82-691594-1-7

Side	Fag	NS3420	NS 3451	Tekst	enh.	mat.	UE	Arb	Tid	Levetid	Åk	CO2	uts	Pris	Sum
E-023	12	02.3.2.1.0500	SB1.11126	Isolasjon i klimavegg, mineralull, 50mm	m2	45	0	38	0	60	5	1	0	92	kr 24 685
E-023	12	02.3.2.1.0200	QB2.191998	Bindingsverk av tre, justert C24, 48x48 c/c 600mm	m2	66	0	114	0	60	11	0	0	96	kr 25 759
											4293	387	kr 50 444		
E-023	12	02.3.2.1.0520	SB1.11141	Isolasjon i klimavegg, mineralull, 100mm	m2	83	0	38	0	60	7	3	0	135	kr 36 223
E-023	12	02.3.2.1.0190	QB2.121188	Bindingsverk av tre, justert C24, 48x98 c/c 600mm	m2	86	0	40	0		13	0	0	140	kr 37 672
											5366	774	kr 73 895		
E-023	12	02.3.2.1.0530	SB1.11146	Isolasjon i klimavegg, mineralull, 150mm	m2	126	0	43	0	60	10	4	0	189	kr 50 712
E-023	12	02.3.2.1.0180	QB2.121248	Bindingsverk av tre, justert C24, 48x148 c/c 600mm	m2	112	0	146	0	60	16	0	0	288	kr 77 276
											6976	1187	kr 127 989		
E-023	12	02.3.2.1.0550	SB1.11161	Isolasjon i klimavegg, mineralull, 200mm	m2	157	0	54	0	60	13	6	0	236	kr 63 324
E-023	12	02.3.2.1.0165	QB2.121258	Bindingsverk av tre, justert C24, 48x198 c/c 600mm	m2	181	0	173	0	60	22	1	0	397	kr 106 523
											9391	1574	kr 169 847		

Tiltak	Barneskole	Etterisolering kjellervegg			Vedlegg A-01-4	
Areal	260,2 [m <sup>2</sup> ]	U-verdi kjeller	0,426 [W/m <sup>2</sup> K]	Totalt energiforbruk skole før tiltak		389 328 [kWh/år]
Graddagstall	3953,6 [°C dag]					
Levetid	40 [år]					
Timer h <sub>t</sub>	24	Realprisstigning	4 %			
Isolasjon tykkelse [mm]			50	100	150	
Besparelse [kWh]			3 979	5 774	6 796	
Besparelse [Kr]			2 507	3 638	4 281	
Investering [Kr]			59 534	87 677	119 338	
Nåverdi [Kr]			-9 916	-15 680	-34 601	
Tilbakebetalingstid [år]			76,3	84,9	#NUM!	
Totalforbruk etter tiltak			385 349	383 554	382 532	
Prosentvis endring			1,02 %	1,48 %	1,75 %	
U-verdi før/nå			0,43 0,26	0,4 0,19	0,4 0,15	
Årskostnad			3 789	5 683	7 577	
CO <sup>2</sup> -equivalenter levetid			1 353	2 680	4 007	
NVE <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]			68	98	116	
MD <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]			1 051	1 525	1 795	

Priser ex. mva. og påslag. Priser hentet fra Norsk prisbok 2020, prisen er pålagt 3% prisstigning.



Tiltak	Barneskole	Kjellervegg	Vedlegg	A-01-4
--------	------------	-------------	---------	--------

Priser fra norsk prisbok 2020, Norconsult informasjonssystemer AS, ISBN978-82-691594-1-7

Side	Fag	NS3420	NS 3451	Tekst	enh.	mat.	UE	Arb	Tid	Levetid	Åk	CO2	uts	Pris	Sum
E-010	5	02.3.1.7.0300	SB1.121326	Grunnmursplate ESP 50mm inkl fiberduk	m2	151	0	46	0	40	14	5	1	220	kr 59 534
											3789	1353			kr 59 534
E-010	5	02.3.1.7.0310	SB1.121341	Grunnmursplate ESP 100mm inkl fiberduk	m2	241	0	49	0	40	21	10	1	324	kr 87 677
											5683	2680			kr 87 677
E-010	5	02.3.1.7.0320	SB1.121346	Grunnmursplate ESP 150mm inkl fiberduk	m2	342	0	51	0	40	28	15	1	441	kr 119 338
											7577	4007			kr 119 338

Tiltak	U-skole	Etterisolering kjellervegg			Vedlegg A-01-5	
Areal	220,0	U-verdi kjeller	0,417	[W/m <sup>2</sup> K]	Totalt energiforbruk skole før tiltak	389 328 [kWh/år]
Graddagstall	3953,6	[°C dag]				
Levetid	40	[år]				
Timer h <sub>t</sub>	24	Realprisstigning	4 %			
Isolasjon tykkelse [mm]			50		100	150
Besparelse [kWh]			3 249		4 732	5 581
Besparelse [Kr]			2 047		2 981	3 516
Investering [Kr]			50 327		74 118	100 882
Nåverdi [Kr]			-9 812		-15 115	-31 295
Tilbakebetalingstid [år]			104,6		132,8	Ikke oppnåelig
Totalforbruk etter tiltak			386 079		384 596	383 747
Prosentvis endring			0,83 %		1,22 %	1,43 %
U-verdi før/nå			0,42	0,26	0,417	0,19
Årskostnad			3 203		4 804	6 405
CO <sup>2</sup> -equivalenter levetid			1 144		2 266	3 387
NVE <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]			55		80	95
MD <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]			858		1 250	1 474

Priser ex. mva. og påslag. Priser hentet fra Norsk prisbok 2020, prisen er pålagt 3% prisstigning.

Tiltak	Barneskole	Kjellervegg	Vedlegg	A-01-5
--------	------------	-------------	---------	--------

Priser fra norsk prisbok 2020, Norconsult informasjonssystemer AS, ISBN978-82-691594-1-7

Side	Fag	NS3420	NS 3451	Tekst	enh.	mat.	UE	Arb	Tid	Levetid	Åk	CO2	uts	Pris	Sum
E-010	5	02.3.1.7.0300	SB1.121326	Grunnmursplate ESP 50mm inkl fiberduk	m2	151	0	46	0	40	14	5	1	220	kr 50 327
											3203	1144			kr 50 327
E-010	5	02.3.1.7.0310	SB1.121341	Grunnmursplate ESP 100mm inkl fiberduk	m2	241	0	49	0	40	21	10	1	324	kr 74 118
											4804	2266			kr 74 118
E-010	5	02.3.1.7.0320	SB1.121346	Grunnmursplate ESP 150mm inkl fiberduk	m2	342	0	51	0	40	28	15	1	441	kr 100 882
											6405	3387			kr 100 882

Tiltak	Barneskole		Etterisolering tak mot kald loft				Vedlegg		A-01-6	
Areal	539,0		U-verdi		0,9 [W/m <sup>2</sup> K]		Totalt energiforbruk skole før tiltak		389 328 [kWh/år]	
Graddagstall	3953,6		[°C dag]							
Levetid	40		[år]							
Timer h <sub>t</sub>	24	Realprisstigning		4 %						
Tykkelse [mm]	200		250		300		350		400	
Besparelse [kWh]	27 504		39 833		40 747		41 426		41 951	
Besparelse [Kr]	17 327		25 095		25 671		26 099		26 429	
Investering [Kr]	139 019		169 289		200 680		228 708		255 055	
Nåverdi [Kr]	182 012		327 408		307 416		287 857		268 049	
Tilbakebetalingstid [år]	11,8		8,0		9,6		11,0		12,4	
Totalforbruk etter tiltak	361 824		349 495		348 581		347 902		347 377	
Prosentvis endring	7,06 %		10,23 %		10,47 %		10,64 %		10,78 %	
U-verdi før/nå	0,9	0,15	0,9	0,12	0,9	0,10	0,9	0,09	0,9	0,08
Årskostnad	7 848		9 530		11 211		12 893		14 014	
CO <sup>2</sup> -equivalenter levetid	3 018		3 773		4 582		5 336		6 091	
NVE <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]	655		677		693		704		713	
MD <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]	10 180		10 523		10 764		10 943		11 082	

Priser ex. mva. og påslag. Priser hentet fra Norsk prisbok 2020, prisen er pålagt 3% prisstigning.

Tiltak	Etterisolering tak mot kald loft										Vedlegg	A-01-6			
--------	----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------	--------	--	--	--

Priser fra norsk prisbok 2020, Norconsult informasjonssystemer AS, ISBN978-82-691594-1-7

Side	Fag	NS3420	NS 3451	Tekst	enh.	mat.	UE	Arb	Tid	Levetid	Åk	CO2	uts	Pris	Sum
E-030	12	02.6.1.5.0500	SB1.31161	Isolasjon i takstol mellom sperre 200mm	m2	178	0	43	0	60	14	6	0	248	kr 139 019
											7848	3018			kr 139 019
E-030	12	02.6.1.5.0510	SB1.31165	Isolasjon i takstol mellom sperre 250mm	m2	221	0	49	0	60	17	7	0	kr 302	kr 169 289
											9530	3773			kr 169 289
E-030	12	02.6.1.5.0520	SB1.31171	Isolasjon i takstol mellom sperre 300mm	m2	265	0	54	0	60	20	9	0	kr 358	kr 200 680
											11211	4582			kr 200 680
E-030	12	02.6.1.5.0530	SB1.31172	Isolasjon i takstol mellom sperre 350mm	m2	310	0	54	0	60	23	10	0	kr 408	kr 228 708
											12893	5336			kr 228 708
E-030	12	02.6.1.5.0540	SB1.31181	Isolasjon i takstol mellom sperre 400mm	m2	352	0	54	0	60	25	11	0	kr 455	kr 255 055
											14014	6091			kr 255 055

Tiltak	U-skole				Etterisolering tak mot kald loft				Vedlegg		A-01-7
Areal	624,0				U-verdi kjeller	0,6		[W/m <sup>2</sup> K]	Totalt energiforbruk skole før tiltak		389 328 [kWh/år]
Graddagstall	3953,6				[°C dag]						
Levetid	40				[år]						
Timer h <sub>t</sub>	24	Realprisstigning			4 %						
Tykkelse [mm]	200		250		300		350		400		
Besparelse [kWh]	27 504		28 804		29 742		30 450		31 004		
Besparelse [Kr]	17 327		18 147		18 738		19 184		19 533		
Investering [Kr]	160 942		195 986		232 328		264 776		295 277		
Nåverdi [Kr]	182 012		163 189		138 542		114 924		91 327		
Tilbakebetalingstid [år]	11,8		14,4		17,5		20,5		23,7		
Totalforbruk etter tiltak	361 824		360 524		359 586		358 878		358 324		
Prosentvis endring	7,06 %		7,40 %		7,64 %		7,82 %		7,96 %		
U-verdi før/nå	0,6	0,14	0,6	0,11	0,6	0,10	0,6	0,09	0,6	0,08	
Årskostnad	9 085		11 032		12 979		14 926		16 224		
CO <sup>2</sup> -equivalenter levetid	3 494		4 368		5 304		6 178		7 051		
NVE <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]	468		490		506		518		527		
MD <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]	7 266		7 609		7 857		8 044		8 190		

Priser ex. mva. og påslag. Priser hentet fra Norsk prisbok 2020, prisen er pålagt 3% prisstigning.

Tiltak	Etterisolering av yttervegg										Vedlegg		A-01-7	
--------	-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------	--	--------	--

Priser fra norsk prisbok 2020, Norconsult informasjonssystemer AS, ISBN978-82-691594-1-7

Side	Fag	NS342 NS 3451	Tekst	enh.	mat.	UE	Arb	Tid	Levetid	Åk	CO2	uts	Pris	Sum
E-030	12	02.6.1SB1.31161	Isolasjon i takstol mellom sperre 200mm	m2	178	0	43	0	60	14	6	0	248	kr 160 942
										9085	3494			kr 160 942
E-030	12	02.6.1SB1.31165	Isolasjon i takstol mellom sperre 250mm	m2	221	0	49	0	60	17	7	0	kr 302	kr 195 986
										11032	4368			kr 195 986
E-030	12	02.6.1SB1.31171	Isolasjon i takstol mellom sperre 300mm	m2	265	0	54	0	60	20	9	0	kr 358	kr 232 328
										12979	5304			kr 232 328
E-030	12	02.6.1SB1.31171	Isolasjon i takstol mellom sperre 350mm	m2	310	0	54	0	60	23	10	0	kr 408	kr 264 776
										14926	6178			kr 264 776
E-030	12	02.6.1SB1.31181	Isolasjon i takstol mellom sperre 400mm	m2	352	0	54	0	60	25	11	0	kr 455	kr 295 277
										16224	7051			kr 295 277

Tiltak	Hele skolen	Utskifting av vindu u = 0,7	Vedlegg	A-01-8
Areal	245		Totalt energiforbruk skole før tiltak	389 328 [kWh/år]
Graddagstall	3953,6	[°C dag]		
Levetid	30	[år]		
Timer $h_t$	24	Realprisstigning	4 %	
Vindu [m <sup>2</sup> ]				
Besparelse [kWh]				20 922
Besparelse [Kr]				13 181
Investering [Kr]				1 044 425
Nåverdi [Kr]				-816 496
Tilbakebetalingstid [år]				Ikke oppnådd
Totalforbruk etter tiltak				368 406
Prosentvis endring				5,37 %
U-verdi før/nå				0,08
Årskostnad				105 742
CO <sup>2</sup> -equivalenter levetid				28 812
NVE <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]				356
MD <sub>m</sub> Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]				5 527

Priser ex. mva. og påslag. Priser hentet fra Norsk prisbok 2020, prisen er pålagt 3% prisstigning.



Tiltak	Hele skolen	Utskifting av vindu u = 0,7	Vedlegg	A-01-8
--------	-------------	-----------------------------	---------	--------

Priser fra norsk prisbok 2020, Norconsult informasjonssystemer AS, ISBN978-82-691594-1-7

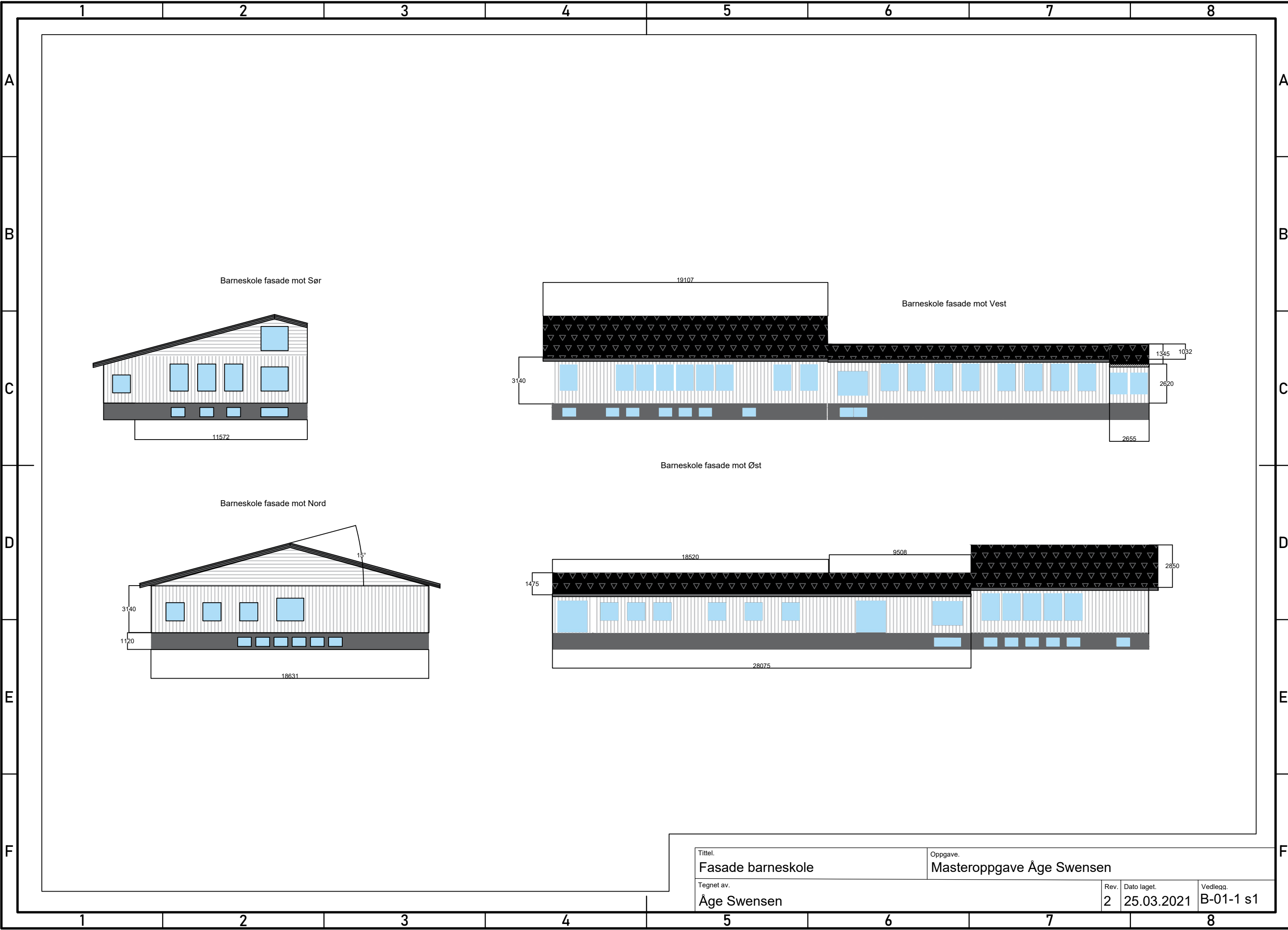
Side	Fag	NS3420	NS 3451	Tekst	enh.	mat.	UE	Arb	Tid	Levetid	Åk	CO2	uts	Pris	Sum
E-035	14	02.3.4.1.0430	RI2.113003	Vindu av tre fast U = 0,7	m2	2894	0	766	1	30	415	118	1	4099	kr 1 044 425
											105742	28812			kr 1 044 425

Tiltak	Hele	Belysning	Vedlegg	A-01-9
Energiforbruk lys	46700 [kW/år]	(10/5/44)	Totalt energiforbruk skole før tiltak	389 328 [kWh/år]
Levetid	20			
Auto lys av styring	65 St.	(2/5/44)		
Timer $h_t$	Realprisstigning	4 %		
Lys og lysstyring			Auto lys av styring	Ny T 5 lys
Besparelse [kWh]			9 353	11 675
Besparelse [Kr]			5 892	7 355
Investering [Kr]			70 800	200 900
Nåverdi [Kr]			9 280	-100 940
Tilbakebetalingstid [år]			16,7	#NUM!
Totalforbruk etter tiltak			379 975	377 653
Prosentvis endring			2,40 %	3,00 %
$NVE_m$ Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]			159	198
$MD_m$ Besparelse [kg CO <sub>2</sub> -eq]			2 471	3 084

**Komentar:**

Utskifting av belysning på skolen blir ikke anbefalt i første omgang. Belysningen ser ut til å være i god stand. oveddelen av belysningen består av T8 lysrør. Energibesparelsen ved utskifting vil ikke kunne forsvare kostnadene med utskifting. Moderne ledlys vil redusere strøm til belysning på grunn av virkningsgraden. Fordelen med ledbelysning er først å fremst basert på kjølebehov, lysene avgir så å si ingen varme kun lys. Hadde bygningen vært utstyrt med kun led belysning måtte det tilføres varme fra andre kilder. Ved utskifting av belysning anbefales det enten led eller T5. Disse lyskildene fordrer mindre vedlikehold

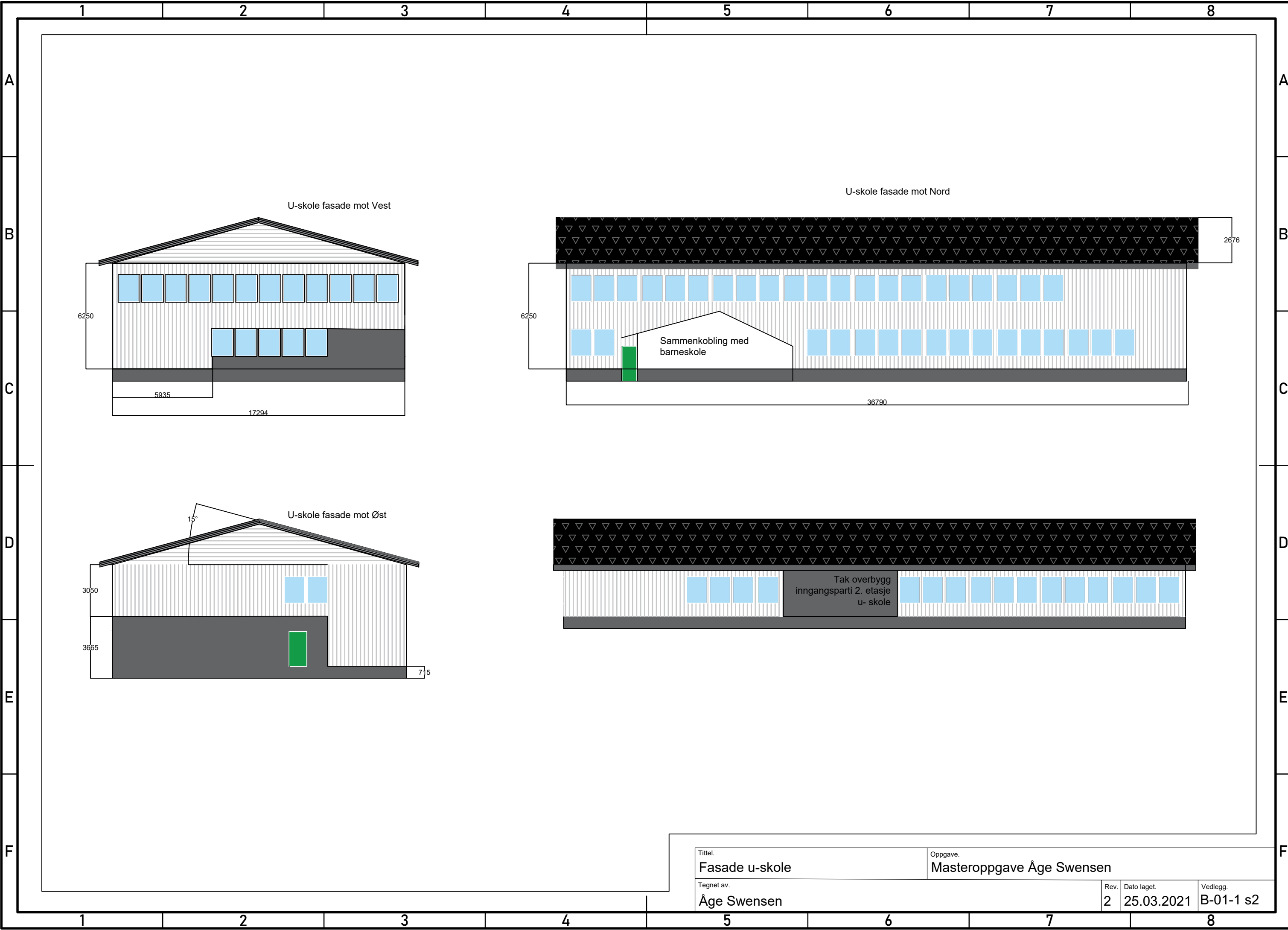
Priser ex. mva. og påslag. Priser hentet fra Norsk prisbok 2020, prisen er pålagt 3% prisstigning.



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

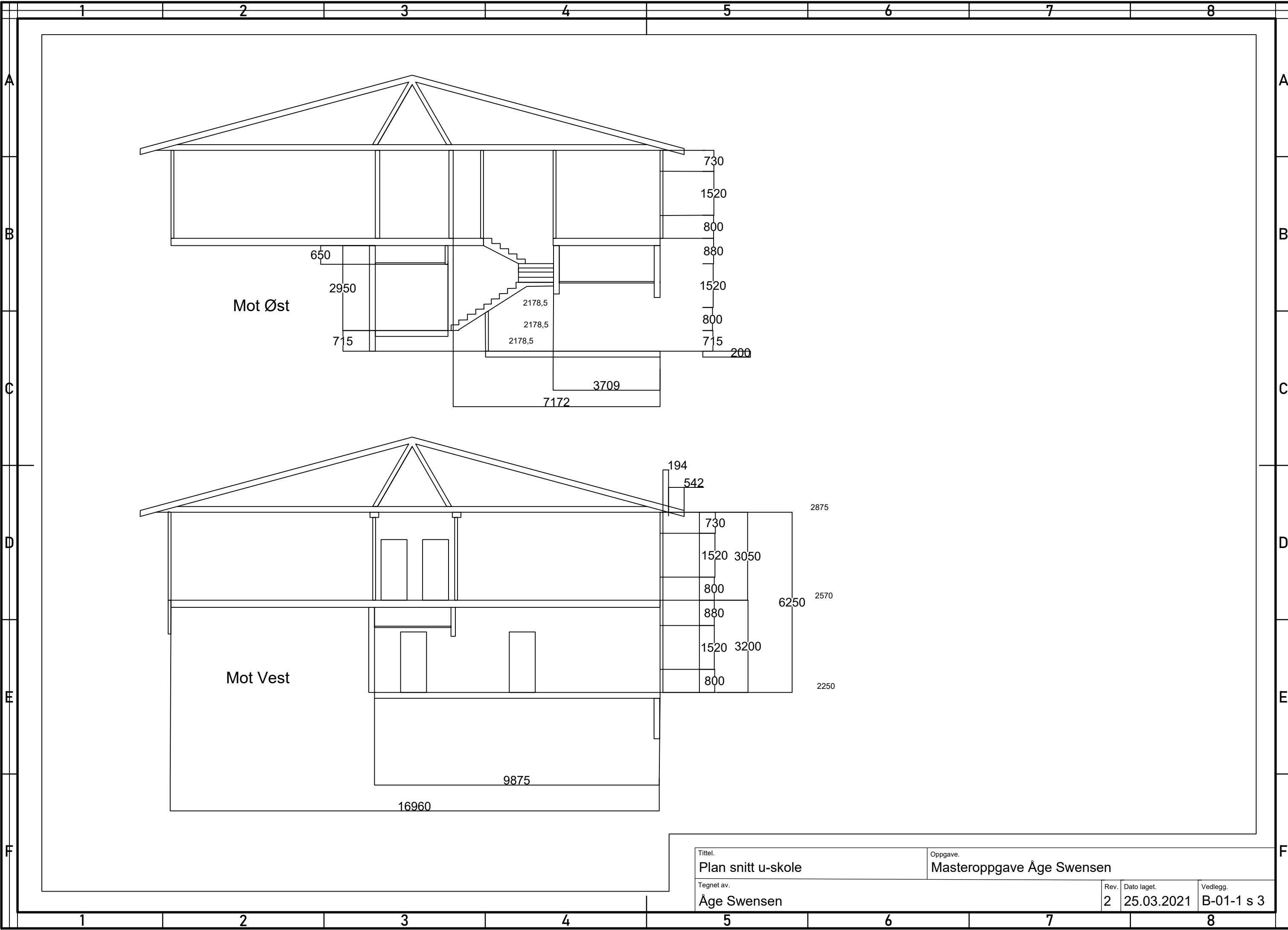
Tittel. <b>Fasade barneskole</b>		Oppgave. <b>Masteroppgave Åge Swensen</b>		
Tegnet av. <b>Åge Swensen</b>		Rev. <b>2</b>	Dato laget. <b>25.03.2021</b>	Vedlegg. <b>B-01-1 s1</b>



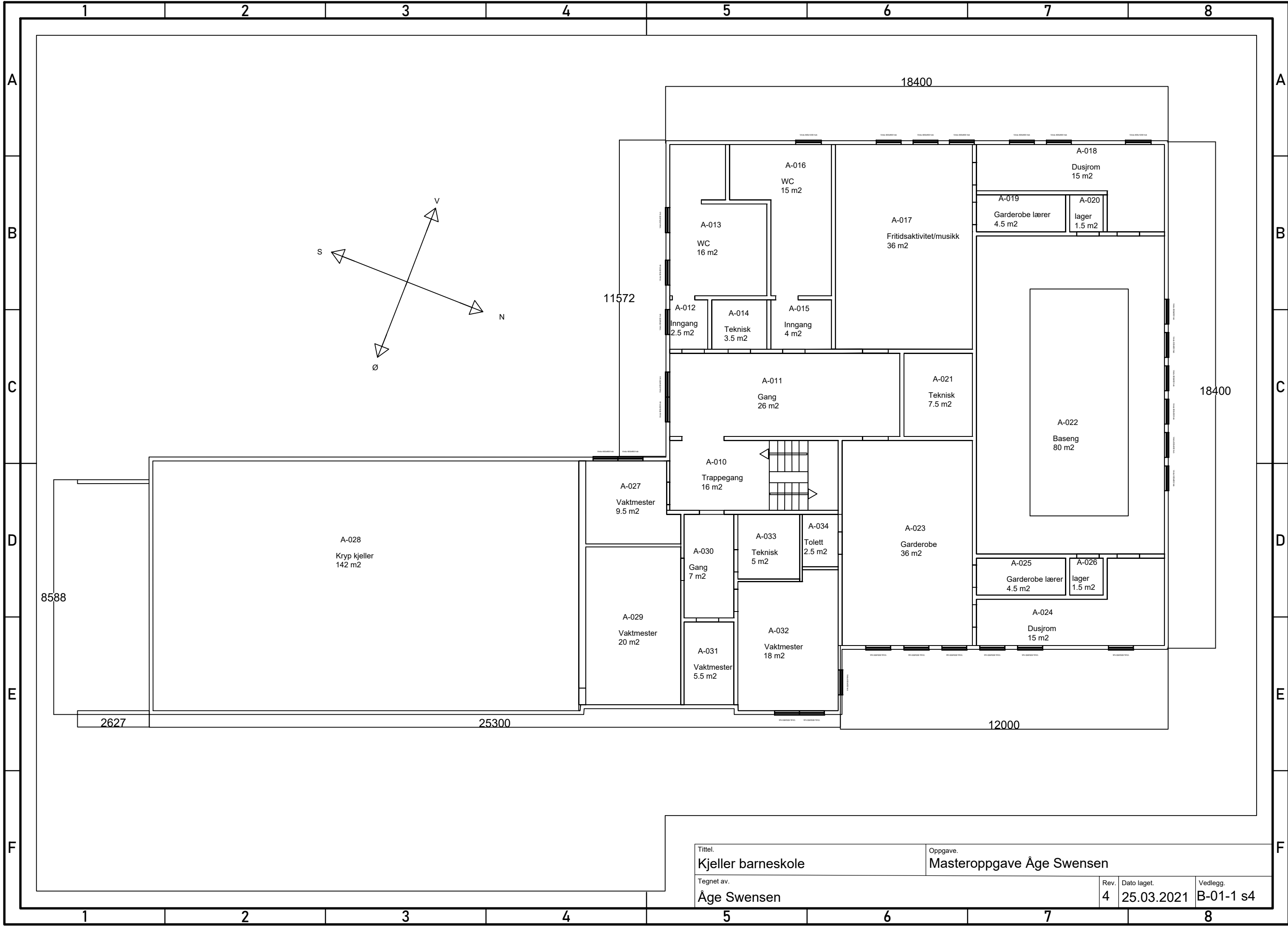
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

Tittel. <b>Fasade u-skole</b>		Oppgave. <b>Masteroppgave Åge Swensen</b>		
Tegnet av. <b>Åge Swensen</b>		Rev. <b>2</b>	Dato laget. <b>25.03.2021</b>	Vedlegg. <b>B-01-1 s2</b>



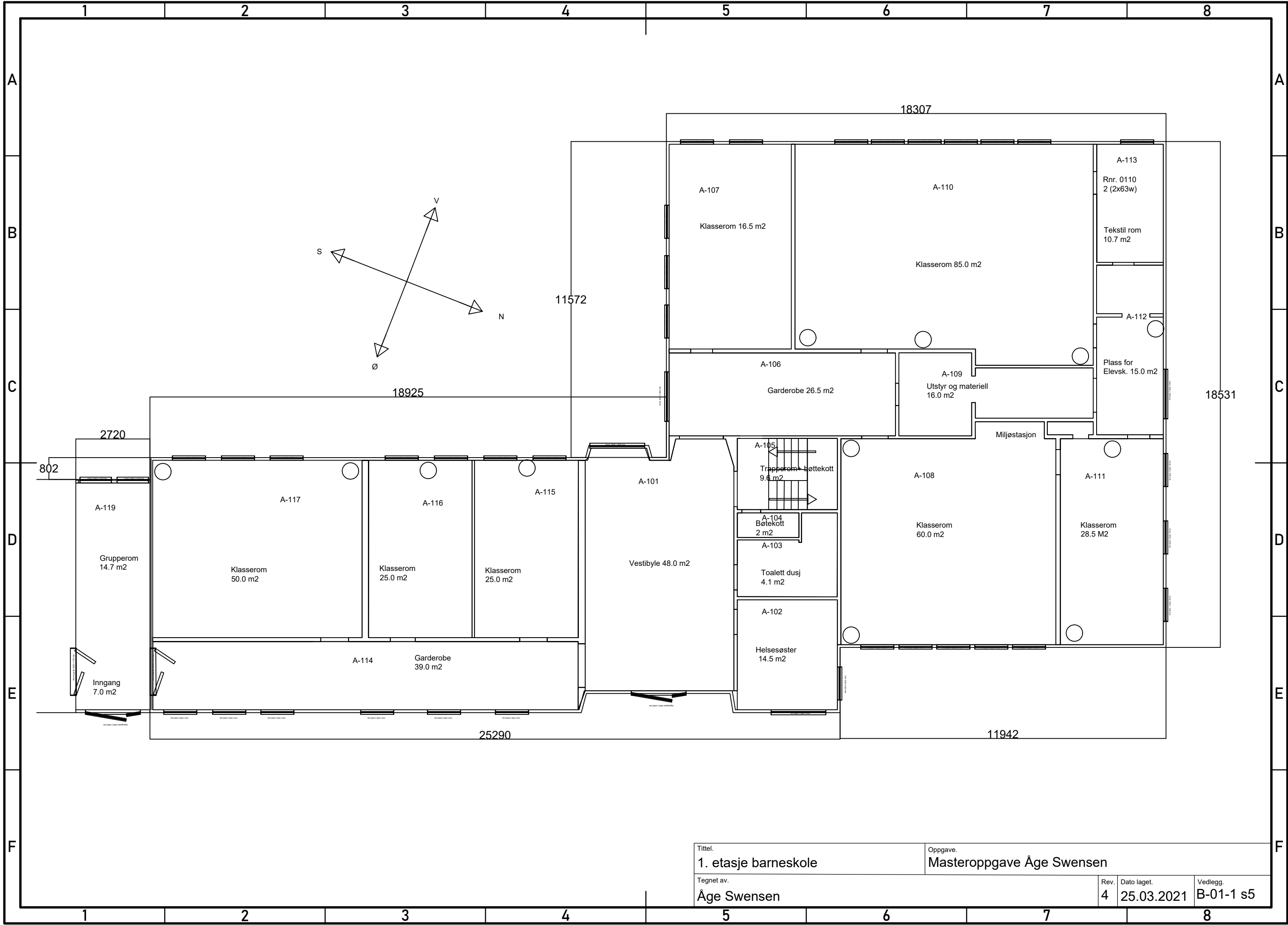
Titel. Plan snitt u-skole		Oppgave. Masteroppgave Åge Swensen		
Tegnet av. Åge Swensen	Rev. 2	Dato laget. 25.03.2021	Vedlegg. B-01-1 s 3	



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

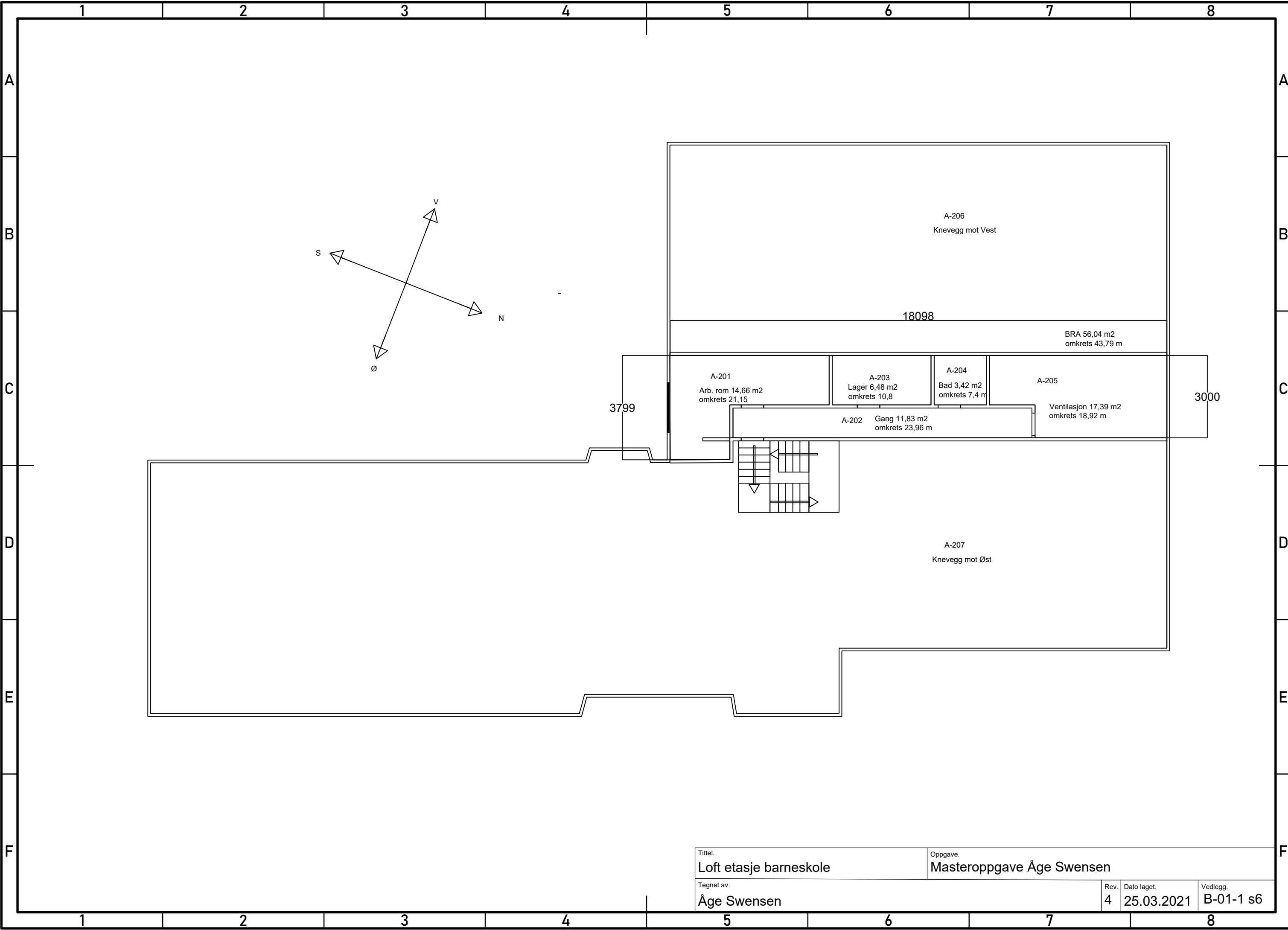
Tittel. <b>Kjeller barneskole</b>		Oppgave. <b>Masteroppgave Åge Swensen</b>		
Tegnet av. <b>Åge Swensen</b>	Rev. <b>4</b>	Dato laget. <b>25.03.2021</b>	Vedlegg. <b>B-01-1 s4</b>	



Tittel. <b>1. etasje barneskole</b>		Oppgave. <b>Masteroppgave Åge Swensen</b>		
Tegnet av. <b>Åge Swensen</b>	Rev. <b>4</b>	Dato laget. <b>25.03.2021</b>	Vedlegg. <b>B-01-1 s5</b>	

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

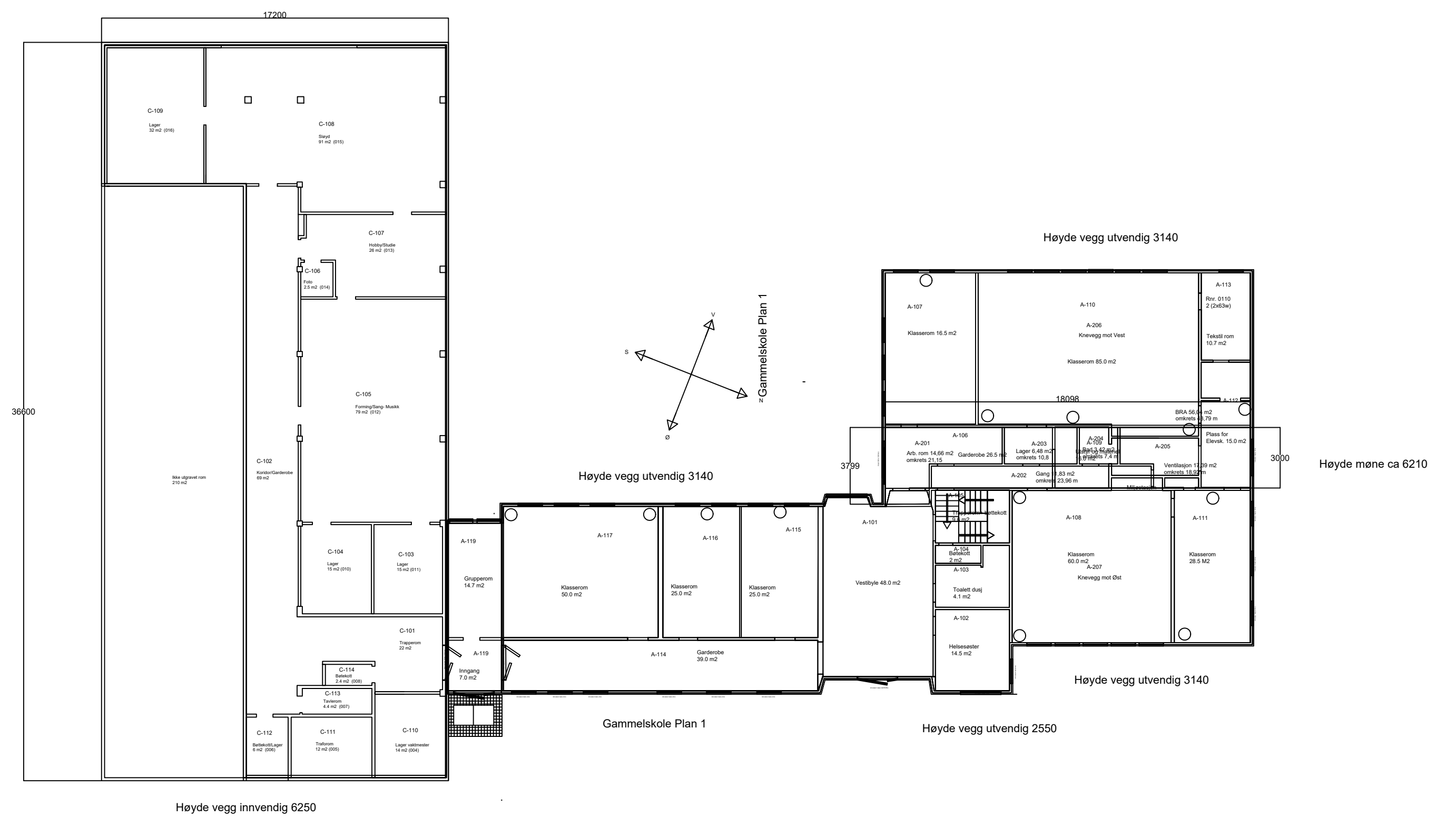


PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

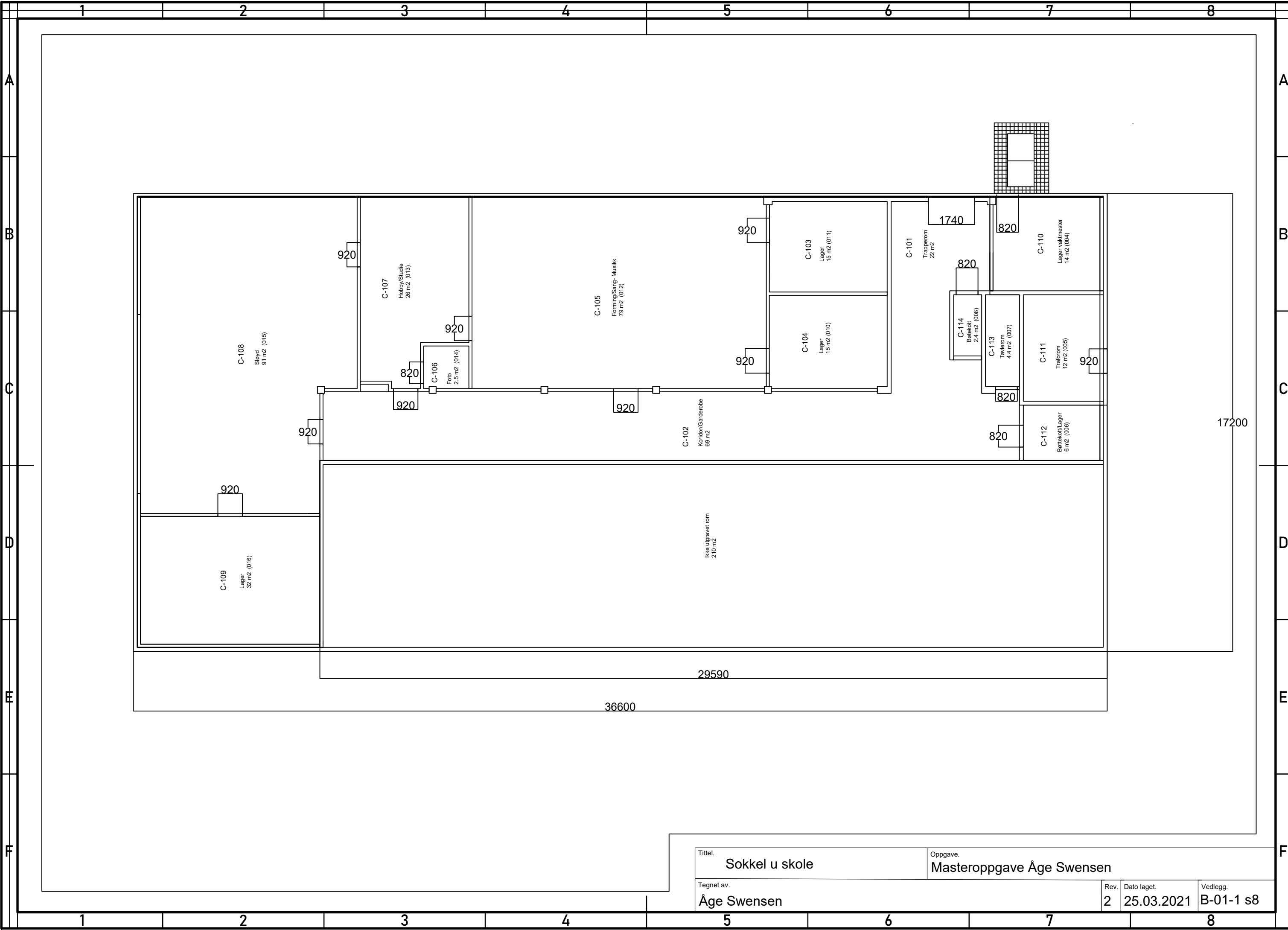
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

Tittel. <b>Loft etasje barneskole</b>		Oppgave. <b>Masteroppgave Åge Swensen</b>		
Tegnet av. <b>Åge Swensen</b>		Rev. <b>4</b>	Dato laget. <b>25.03.2021</b>	Vedlegg. <b>B-01-1 s6</b>

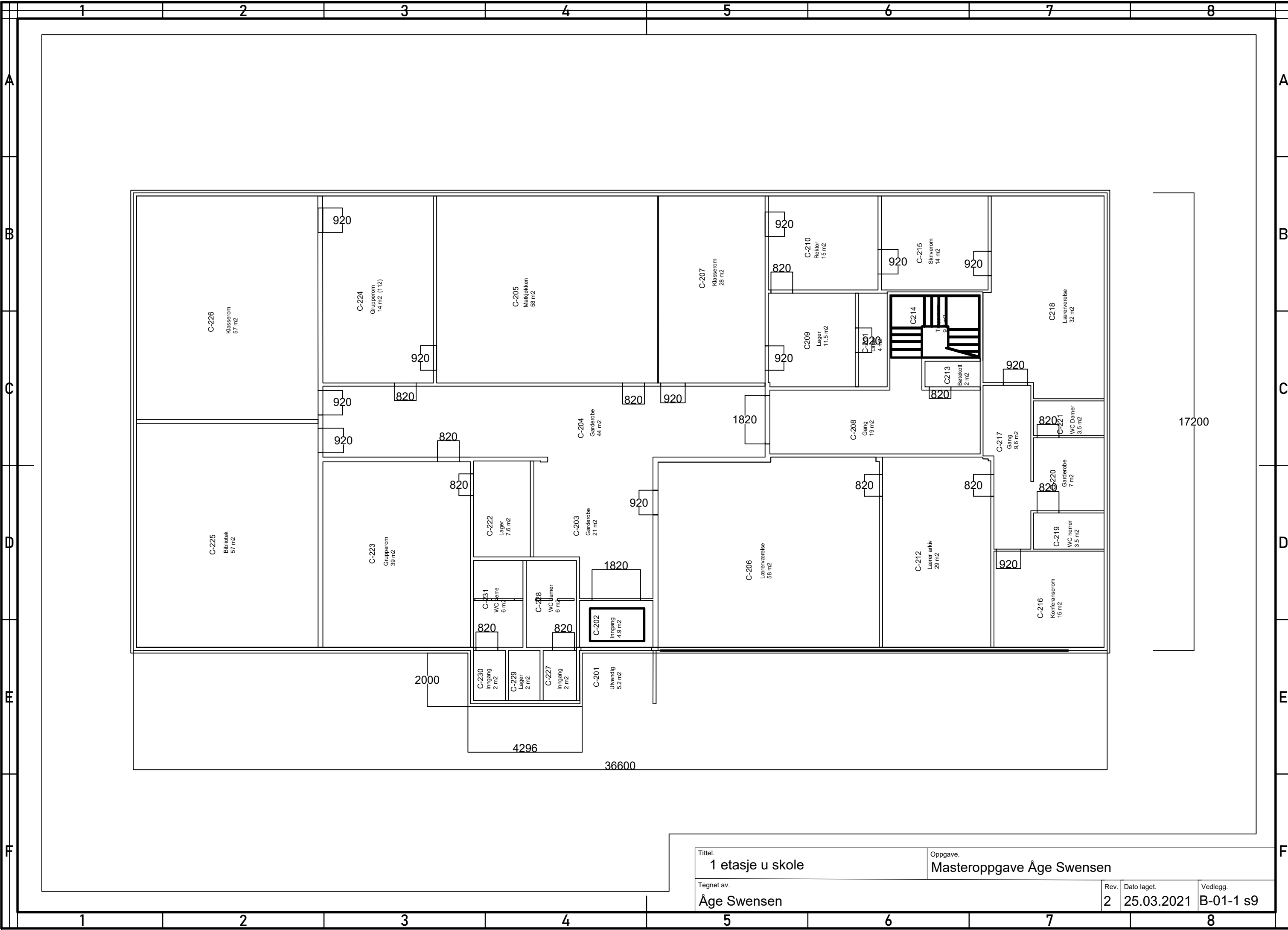




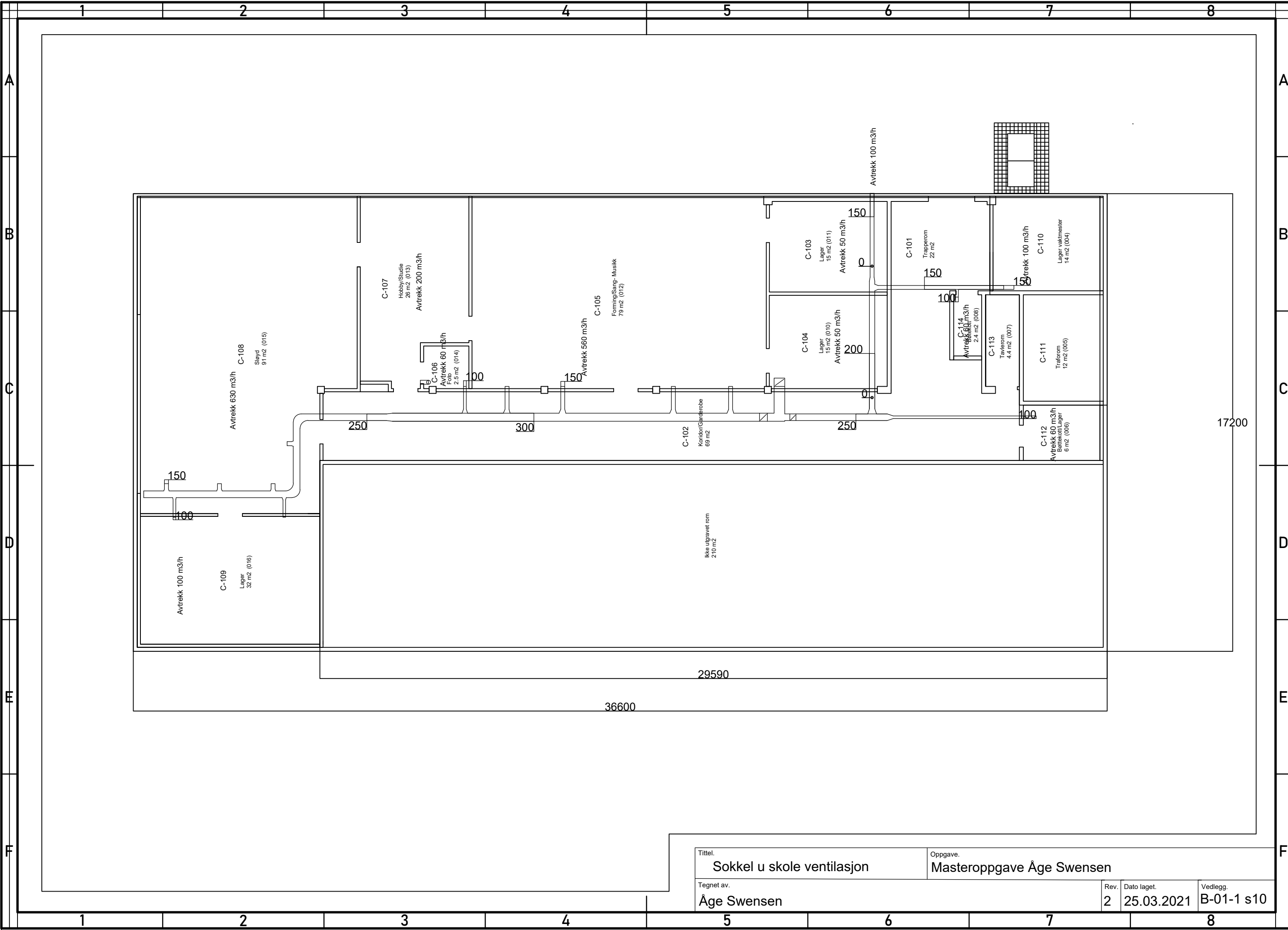
Tittel.		Oppgave.		
Sokkel u-skole og 1 etasje barneskole		Masteroppgave Åge Swensen		
Tegnet av.	Rev.	Dato laget.	Vedlegg.	
Åge Swensen	2	25.03.2021	B-01-1 s7	



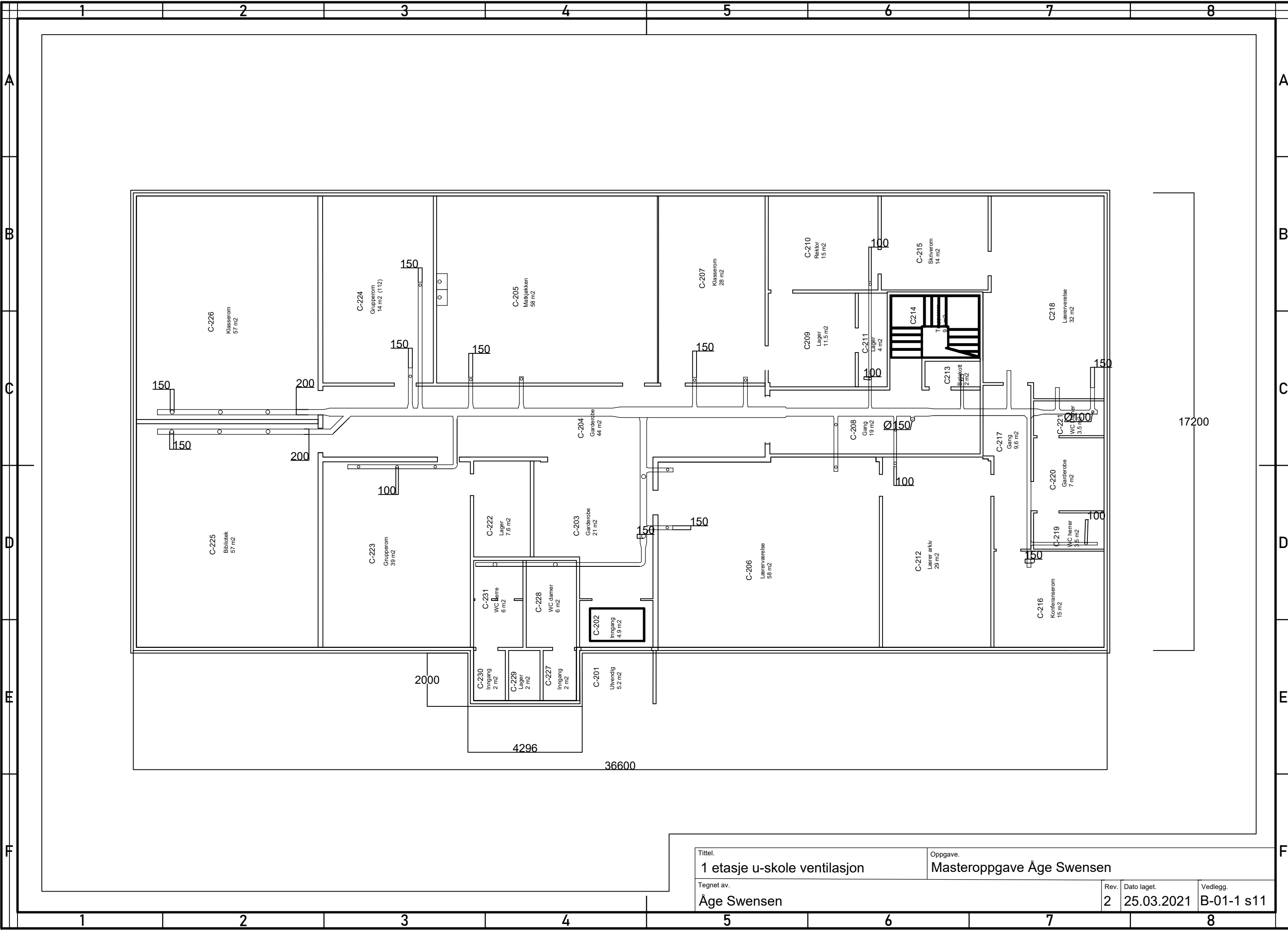
Tittel. <b>Sokkel u skole</b>		Oppgave. <b>Masteroppgave Åge Swensen</b>		
Tegnet av. <b>Åge Swensen</b>		Rev. <b>2</b>	Dato laget. <b>25.03.2021</b>	Vedlegg. <b>B-01-1 s8</b>



Titel. 1 etasje u skole		Oppgave. Masteroppgave Åge Swensen		
Tegnet av. Åge Swensen		Rev. 2	Dato laget. 25.03.2021	Vedlegg. B-01-1 s9



Tittel. <b>Sokkel u skole ventilasjon</b>		Oppgave. <b>Masteroppgave Åge Swensen</b>		
Tegnet av. <b>Åge Swensen</b>		Rev. <b>2</b>	Dato laget. <b>25.03.2021</b>	Vedlegg. <b>B-01-1 s10</b>



Tittel. <b>1 etasje u-skole ventilasjon</b>		Oppgave. <b>Masteroppgave Åge Swensen</b>		
Tegnet av. <b>Åge Swensen</b>	Rev. <b>2</b>	Dato laget. <b>25.03.2021</b>	Vedlegg. <b>B-01-1 s11</b>	

## Innhold

1. Energiledelse vedlegg.....	2
2. Barneskole kjeller u-verdi beregning .....	3
2.1. Infiltrasjon.....	4
2.2. Kuldebro verdier .....	4
3. Balansert ventilasjon 1996. barneskole energiberegning .....	4
3.1. Effekt vifter basert på måleresultater fra logg.....	4
3.2. SPF vifter barneskole .....	5
3.3. Effektforkbruk vifter ventilasjon (1996) barneskole tør luft. Gjenvinningsgrad 70% .....	5
4. Ungdomskolen .....	6
4.1. U-verdiberegning kjeller betong u-skole .....	6
5. Mekanisk avtrekk ungdomsskole vedlegg A-01-10.....	6
5.1. Effektbehov varme til luftskifte mekanisk avtrekk ungdomsskole .....	6
6. Bibliografi.....	8

## Tabell liste

Tabell 1 Ekvivalente u verdier vegg mot grunn (Byggforsk, 2018). .....	3
Tabell 2 Balansert ventilasjon barneskole med varierende effekt og tidsfaktorer. ....	5
Tabell 3 Ekvivalente u verdier vegg mot grunn (Byggforsk, 2018). .....	6
Tabell 4 Forbruk mekanisk avtrekk ungdomsskole med varierende effekt og tidsfaktorer. ....	7

## Figur liste

Figur 1 Antatt grunnmur Lurøy barneskole.....	3
Figur 2 Styre skap mekanisk ventilasjon Lurøy u-skole, rom C-215.....	6

## 1. Energiledelse vedlegg

Antar kostnader i forbindelse med etablering av energioppfølging av Lurøy skole

Kostnader i forbindelse med etablering av energiledelse i kommunen.

Montering to nye målere På grunn av dårlig plass og gamle sikringsskap påberegnes ny kapsling og en del merarbeid med oppkobling. Antatt pris Kr. 30 000,-

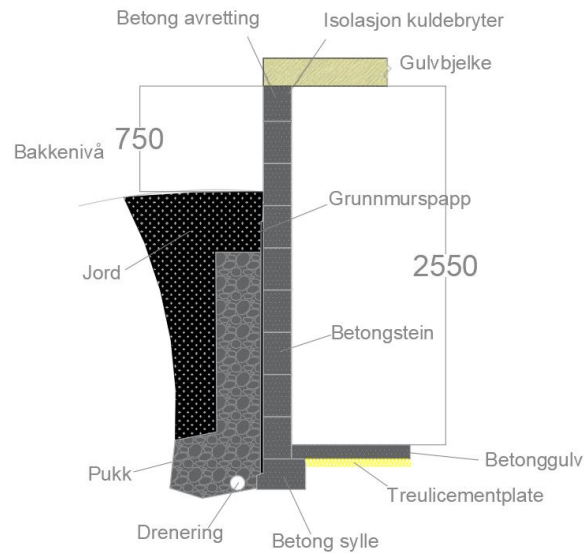
Temperaturmåler utetemperatur med kommunikasjon ferdig montert Kr. 6 000,-

Webbasert SD styring med opplæring av personell i forbindelse med innhenting og rapportering av data til ET-kurve og lignende Kr. 34 000,-

Sum etablering av energiledelse energioppfølging Lurøy skole Kr. 70 000,-

## 2. Barneskole kjeller u-verdi beregning

Grunnmuren fra 1963 og antas oppbygget som vist på figuren under:



Figur 1 Antatt grunnmur Lurøy barneskole.

Tilleggisolasjon av gulv er ikke med i beregninger, da tiltaket anses som svært omfattende med hensyn på antall rom i kjelleren. U-verdi for kjellervegg er hentet fra praktisk veileder for energimerking, vedlegg E, gulv- og kjellerkonstruksjoner mellom 1960-1969 oppvarmet kjeller 0,55 [W/m<sup>2</sup>K] uten innvirkning fra grunn (Norconsult, 2013).

Tabell 1 Ekvivalente u verdier vegg mot grunn (Byggforsk, 2018).

Kvadrat	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/K]
under bakke	186	0,377	70,12
over bakke	74,2	0,550	40,81
	260,2	à	260,2
Sum u-verdi kjeller		0,426	

Oppfyllingshøyde [m] (z)	U-verdi for vegg uten effekt av grunn [W/m <sup>2</sup> K]		
	0,50	0,55	0,60
1,5	0,37	0,395	0,42
1,8		0,377	
2	0,34	0,365	0,39



### 2.1. Infiltrasjon

Infiltrasjon hele bygningen, som ligger middel skjermet NS 3031: 2014: Tabell A.5 (Standard Norge, 2014). Veileder for energimerking oppgir et lekkasjetall på mellom 7 og 9 for disse bygningene. Bygningene har vært gjennom oppgraderinger med tanke på fasade og vinduer. Et nøyaktig tall kan man ikke finne uten komplisert målinger. Underskrevede har besluttet et samlet lekkasjetall på 6. (Norconsult, 2013). Graddagstallet fra oppgave 3953,6 [grad dag]

$$n_{inf} = V * n_{50} * e = 5876 [m^3] * 6 * 0,07 = 2468 [h^{-1}] \text{ før utbedring}$$

$$n_{inf} = 5876 [m^3] * 3 * 0,07 = 1234 [h^{-1}] \text{ etter utbedring}$$

$$E_{vent} = 0,68 \left[ \frac{m^3}{s} \right] * 1,2 \frac{kg}{m^3} * 1 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C} * 3953 [^\circ C \text{ døgn}] * 24[h] = 77\,427 \left[ \frac{kW}{\text{år}} \right] \text{ før utbedring}$$

$$E_{vent} = 0,34 \left[ \frac{m^3}{s} \right] * 1,2 \frac{kg}{m^3} * 1 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C} * 3953 [^\circ C \text{ døgn}] * 24[h] = 38\,713 \left[ \frac{kW}{\text{år}} \right] \text{ etter utbedring}$$

### 2.2. Kuldebro verdier

Kuldebroverdi vurderes i samråd med veilederen 0,07 [W/m<sup>2</sup>K] (Norconsult, 2013)

$$E_{kulde} = 0,09 \left[ \frac{W}{m^2 K} \right] * 2001 [m^2] * 3953 [^\circ C \text{ døgn}] * 24 [h] = 17\,085 [kW/\text{år}] \text{ før utbedring}$$

$$E_{kulde} = 0,05 \left[ \frac{W}{m^2 K} \right] * 2001 [m^2] * 3953 [^\circ C \text{ døgn}] * 24 [h] = 9\,493 [kW/\text{år}] \text{ før utbedring}$$

## 3. Balansert ventilasjon 1996. barneskole energiberegning

Balansert ventilasjon 7500 [m<sup>3</sup>/h], SPF beregnet på grunnlag av tall fra logg, funnet under befarings. Luftmengde oppgitt 7500 m<sup>3</sup>/h, tid (h\*dager i uke\*antall uker) (x/5/44). Anlegget kan kjøres for fullt eller ved 33 prosent effekt. Beregninger tar ikke hensyn til vifte diagram og 33% regnes som 33% av full luftmengde. Graddagstallet fra oppgave 3953,6 grad dag

### 3.1. Effekt vifter basert på måleresultater fra logg.

$$P_{tilluft-100\%} = U * I * \sqrt{3} = 230v * 8 \text{ amp} * \sqrt{3} = 3,19 [kW]$$

$$P_{Avtrekkluft-100\%} = U * I * \sqrt{3} = 230v * 13 \text{ amp} * \sqrt{3} = 5,18 [kW]$$

## 3.2. SPF vifter barneskole

$$SPF = \frac{\sum \text{Vifte [kW]}}{\dot{V} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} = \frac{3,19+5,18}{2,08 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} = 3,98 \text{ [kW/m}^3/\text{s]}$$

## 3.3. Effektforbruk vifter ventilasjon (1996) barneskole tør luft. Gjenvinningsgrad 70%

$$E_{100\%-24h} = 2,08 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} * 3953 \text{ } ^\circ\text{C d\ddot{o}gn} * 24h * 0,3\eta = 71\ 040 \text{ [kWh/\ddot{a}r]}$$

$$E_{100\%-10h} = 2,08 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} * 3953 \text{ } ^\circ\text{C d\ddot{o}gn} * 10h * 0,3\eta = 29\ 600 \text{ [kWh/\ddot{a}r]}$$

$$E_{50\%-24h} = 0,69 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} * 3953 \text{ } ^\circ\text{C d\ddot{o}gn} * 24h * 0,3\eta = 23\ 569 \text{ [kWh/\ddot{a}r]}$$

$$E_{50\%-14h} = 0,69 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} * 3953 \text{ } ^\circ\text{C d\ddot{o}gn} * 14h * 0,3\eta = 13\ 749 \text{ [kWh/\ddot{a}r]}$$

$$E_{vifter\ 100\%-24} = \dot{V} * SPF * tid = 2,08 \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right] * 3,98 \left[ \frac{\text{kW}}{\frac{\text{m}^3}{\text{s}}} \right] * 5280 \text{ h} = 43\ 710 \text{ [kW/\ddot{a}r]}$$

$$E_{vifter\ 100\%-10} = \dot{V} * SPF * tid = 2,08 \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right] * 3,98 \left[ \frac{\text{kW}}{\frac{\text{m}^3}{\text{s}}} \right] * 2200 \text{ h} = 18\ 212 \text{ [kW/\ddot{a}r]}$$

$$E_{vifter\ 30\%-24} = \dot{V} * SPF * tid = 0,69 \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right] * 3,98 \left[ \frac{\text{kW}}{\frac{\text{m}^3}{\text{s}}} \right] * 5280 \text{ h} = 14\ 450 \text{ [kW/\ddot{a}r]}$$

$$E_{vifter\ 30\%-14} = \dot{V} * SPF * tid = 0,69 \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right] * 3,98 \left[ \frac{\text{kW}}{\frac{\text{m}^3}{\text{s}}} \right] * 3080 \text{ h} = 8\ 458 \text{ [kW/\ddot{a}r]}$$

Tabell 2 Balansert ventilasjon barneskole med varierende effekt og tidsfaktorer.

Vifte innstilling	Effekt oppvarming [kWh/\ddot{a}r]	Effekt vifte [kWh/\ddot{a}r]	Sum [kWh/\ddot{a}r]
Full effekt (24/5/44)	71 040	43 710	114 750
Halv effekt (24/5/44)	23 569	14 450	38 019
Effekt delt kjøring			
Full effekt (10/5/44)	26 600	18 212	44 812
Halv effekt (14/5/44)	13 749	8 458	22 207
Sum fordeling			67 019

## 4. Ungdomskolen

### 4.1. U-verdiberegning kjeller betong u-skole

Tilleggsisolasjon av gulv er ikke med i beregninger. U-verdi for kjeller er hentet fra praktisk veileder for energimerking, gulv- og kjellerkonstruksjoner mellom 1970-1986 oppvarmet kjeller 0,55 [W/m<sup>2</sup>K] (som er samme verdien som for barneskolen fra 1963). Verdien er uten innvirkning fra grunn.

Tabell 3 Ekvivalente u verdier vegg mot grunn (Byggforsk, 2018).

Kvadrat	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/K]	Oppfyllingshøyde	U-verdi for vegg uten effekt av grunn [W/m <sup>2</sup> K]		
Under bakke	108,20	0,41	44,36	[m] (z)			
Over bakke	111,76	0,550	61,47	1	0,36	0,41	0,46
	219,96	÷	219,46				
Sum u-verdi kjeller		0,4811					

## 5. Mekanisk avtrekk ungdomsskole

Mekanisk avtrekksvifte for ungdomsskolen er beregnet til 5515 [m<sup>3</sup>/h] (1,53 [m<sup>3</sup>/s]), basert på tall fra ventilasjonstegning. Avtrekket kan benyttes med full- og halv effekt. Kontrollenheten til det mekaniske avtrekket står på auto og viften går for halv effekt.



Figur 2 Styre skap mekanisk ventilasjon Lurøy u-skole, rom C-215.

### 5.1. Effektbehov varme til luftskifte mekanisk avtrekk ungdomsskole

Effektbehov for å varme opp tilført luft

$$E_{100\%-24h} = 1,53 \frac{m^3}{s} * 1,2 \frac{kg}{m^3} * 1 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ C} * 3953 \text{ } ^\circ C \text{ d\o g n} * 24h = 174 \text{ } 211 \text{ [kWh/\u00c5r]}$$

$$E_{100\%-10h} = 1,53 \frac{m^3}{s} * 1,2 \frac{kg}{m^3} * 1 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ C} * 3953 \text{ } ^\circ C \text{ d\o g n} * 10h = 72 \text{ } 588 \text{ [kWh/\u00c5r]}$$

$$E_{50\%-24h} = 0,765 \frac{m^3}{s} * 1,2 \frac{kg}{m^3} * 1 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ C} * 3953 \text{ } ^\circ C \text{ d\o g n} * 24h = 87 \text{ } 106 \text{ [kWh/\u00c5r]}$$

$$E_{50\%-14h} = 0,765 \frac{m^3}{s} * 1,2 \frac{kg}{m^3} * 1 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ C} * 3953 \text{ } ^\circ C \text{ d\o g n} * 14h = 50 \text{ } 811 \text{ [kWh/\u00c5r]}$$

Energi vifte ( $x/5/44$ ) der  $x$  er timer i døgnet, SPF anslås til 1,3 [kW/m<sup>3</sup>s] inkl. tap.

Effektbehov Viftemotor

$$E_{vifter-100\%-24t} = V_{m^3/s} \cdot h_{\text{år}} \text{ [kWh/år]} \quad E_{vifte} = 1,53 \left[ \frac{m^3}{s} \right] * 1,3 \left[ \frac{kW}{m^3} \right] * 5280 h = 10\,501 \left[ \frac{kWh}{\text{år}} \right]$$

$$E_{vifter-100\%-10t} = V_{m^3/s} \cdot h_{\text{år}} \text{ [kWh/år]} \quad E_{vifte} = 1,53 \left[ \frac{m^3}{s} \right] * 1,3 \left[ \frac{kW}{m^3} \right] * 2200 h = 4\,376 \left[ \frac{kWh}{\text{år}} \right]$$

$$E_{vifter-50\%-24t} = V_{m^3/s} \cdot h_{\text{år}} \text{ [kWh/år]} \quad E_{vifte} = 0,765 \left[ \frac{m^3}{s} \right] * 1,3 \left[ \frac{kW}{m^3} \right] * 5280 h = 5\,250 \left[ \frac{kWh}{\text{år}} \right]$$

$$E_{vifter-50\%-14t} = V_{m^3/s} \cdot h_{\text{år}} \text{ [kWh/år]} \quad E_{vifte} = 0,765 \left[ \frac{m^3}{s} \right] * 1,3 \left[ \frac{kW}{m^3} \right] * 3080 h = 3\,063 \left[ \frac{kWh}{\text{år}} \right]$$

Tabell 4 Forbruk mekanisk avtrekk ungdomsskole med varierende effekt og tidsfaktorer.

	Effekt oppvarming [kWh/år]	Effekt vifte [kWh/år]	Sum [kWh/år]
Full effekt (24/5/44)	174 211	10 501	184 712
Halv effekt (24/5/44)	87 106	5 250	92 356
Delt kjøring			
Full effekt (10/5/44)	72 588	4 376	76 964
Halv effekt (14/5/44)	50 811	3 063	53 874
Sum delt kjøring			130 838

## 6. Referanser

Byggforsk., 2018, *471.014 U-verdier. Gulvpå grunn og vegger mot terreng*, ISSN 2387-6328, Sintef byggforsk. Utg, Trondheim, [https://www.byggforsk.no/dokument/1536/u-verdier\\_gulv\\_paa\\_grunnen\\_og\\_vegger\\_mot\\_terreng](https://www.byggforsk.no/dokument/1536/u-verdier_gulv_paa_grunnen_og_vegger_mot_terreng)

Norconsult., 2013, *Praktisk veileder for energimerking*, ISSN 1501-0678, Oslo, [https://www.energimerking.no/download?objectPath=/upload\\_images%2FE87FEE3272F4450AA49D6E6C10CBF472.pdf](https://www.energimerking.no/download?objectPath=/upload_images%2FE87FEE3272F4450AA49D6E6C10CBF472.pdf)

Standard, Norge., 2014, *NS 3031:2014 Beregning av bygningers energiytelse, metode og data*, Oslo.

## Drifts- og vedlikeholdsinstruks 36.00 Luftbehandlingsanlegg,

Kap 3A: Orientering		Utarbeidet av: S.Loftfjell
Kap 3B: Drifts og systeminformasjon		Versjon nr.: 1995-01
Kap 3C: Tilsyn og vedlikehold		Dato: 11.09.96
Kap 3D: Dokumentasjon		Side nr.: 1

### 36 LUFTBEHANDLINGSANLEGG

#### Generell informasjon

Her gis en kort beskrivelse av anlegget og tilhørende systemer.

#### Systeminformasjon

##### Systembeskrivelse

Oppgave  
Kapasiteter  
Oppbygging, hovedkomponenter  
Plassering  
Henvisning til tegninger

System	Betjener	Plassert	Tegning	Luftmengde (m <sup>3</sup> /h)	Effekt (kW)
36.01	1. etg.	Tekn.rom 2. Etg.	94255-002	7500	1/1 1/2

S.01 Stengespjeld tilluft  
S.02 Stengespjeld avtrekk  
F.01 Finfilter tilluft  
F.02 Finfilter avtrekk  
VG.01 Platevarmegjenvinner  
VB.01 Varmebatteri Elektrisk  
V 01 Tilluftsvifte  
V02 Avtrekksvifte

30  
4.5 1,5  
4.5 1,5

#### Systemskjema

Regulering  
Her settes opp et eget skjema

#### Funksjonsbeskrivelse

Styring  
Meldinge

#### Tavlefront

Behovet vurderes i hvert enkelt tilfelle

#### Komponentliste

Oversikt over komponenter i nummerisk rekkefølge.

#### Driftsinstruks

Driftstider

### HAMSTAD AS, Mo i Rana

Besøksadresse: Hammergeien 9  
Postadresse: Pb 283, Grubhei, 8610 MO

Fil: FDV3B.DOC  
Telefon: 75 13 36 11  
Telefax: 75 13 11 55

## Drifts- og vedlikeholdsinstruks 36.00 Luftbehandlingsanlegg,

Kap 3A: Orientering		Utarbeidet av: S.Loftfjell
Kap 3B: Drifts og systeminformasjon		Versjon nr.: 1995-01
Kap 3C: Tilsyn og vedlikehold		Dato: 11.09.96
Kap 3D: Dokumentasjon		Side nr.: 2

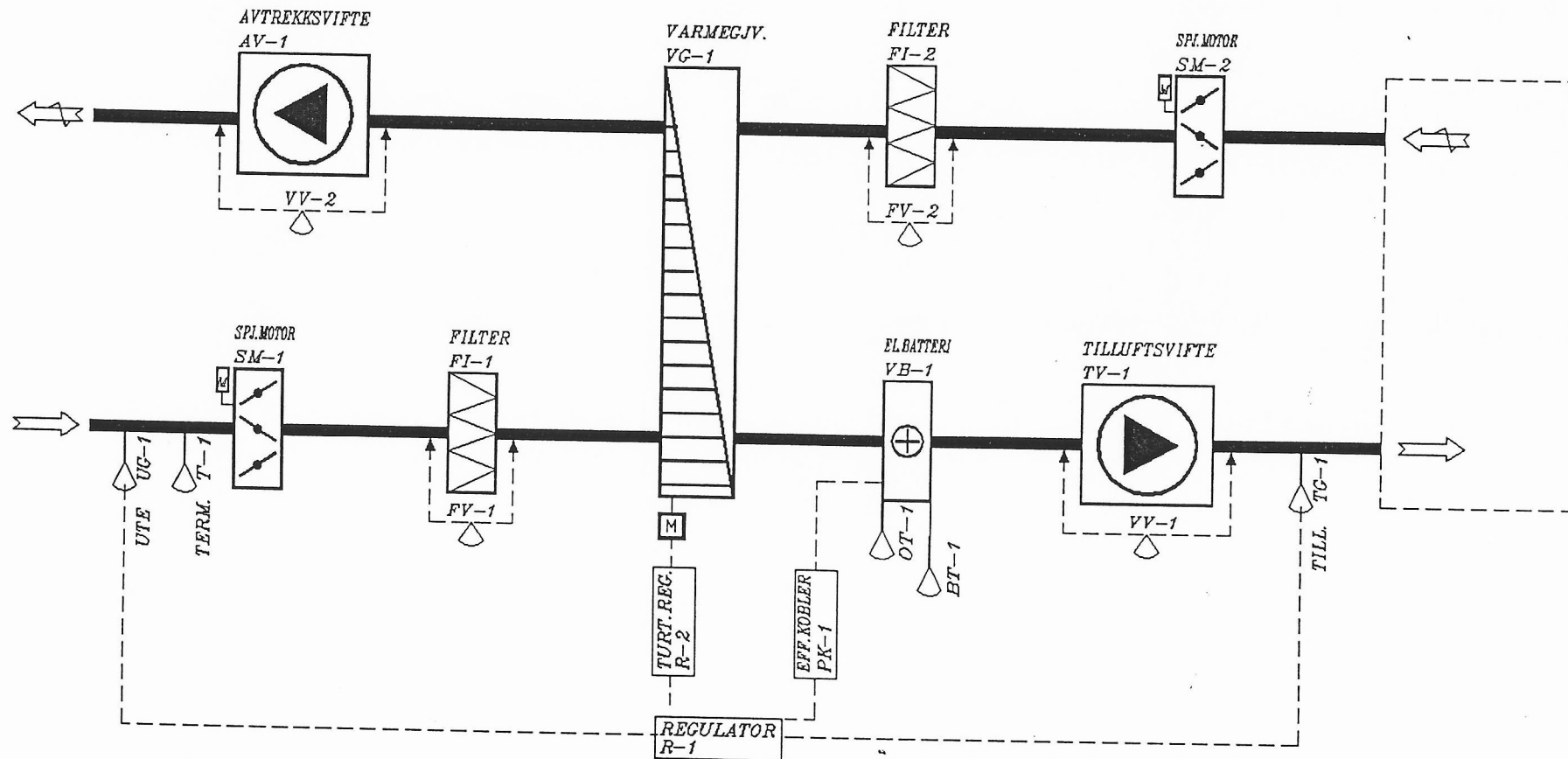
### KOMPONENTLISTE


1028	NCS Drift- og feilindiker.-panel DPF-10/1	1 stk.
1091	NORATELL Trafo LF-48	1 «
124	GYLLINGDig koblingsur 2-kanals TR-612	1 «
	PAVA-403681-B Frekvensomf.	1 «
1190	ZIEHL Filtervakt JDW-5.....6mbr.	4 «
1321	J.C. TS 9100 8212 -20/+40 gr.C Væ/kanalf.	2 «
1346	« SC 9100 8047-1 DDC- Regulator	1 «
1364	« M-9116-ADA-1 Spjeldm. Av/på 220V	2 «
1392	« J-TT-24/D Trinnkobler 4 trinn	1 «
1600	Elskjema og dokumentasjon	1 «
2000	Eltavle	1 «

### HAMSTAD AS, Mo i Rana

Besøksadresse: Hamnerveien 9  
Postadresse: Pb 283, Grubhei, 8610 MO

Fil: FDV3B.DOC  
Telefon: 75 13 36 11  
Telefax: 75 13 11 55




**HAMSTAD A/S**  
 ØVRE FLATÅSVEI 4d  
 7079 FLATÅSEN  
 TLF: 72583211 FAX: 72582670

O.NR.: 620-141

ANLEGG: LUROY BARNESKOLE

SYSTEM: 3601

DATO: 160796

REV.: 041096

TEGNING NR.: 1 AV: 7

ID: LUR16141 TEGNING: T.R



## Drifts- og vedlikeholdsinstruks

### 36.00 Luftbehandlingsanlegg

Kap 3A: Orientering	System nr.:	Utarbeidet av: S.Loftfjell
Kap 3B: Drifts og systeminformasjon	Betjener:	Versjon nr.: 1995-01
Kap 3C: Tilsyn og vedlikehold	<b>FORBRUKSMATERIELL/ RESERVEDELER</b>	Dato: 12.09.96
Kap 3D: Dokumentasjon		Side nr.: 1

FOR SYSTEM/ KOMP.NR.	KOMPONENT/FABRIKAT LEVERANDØR	TYPE	MENGDEN
F-1	<b><u>TLLUFTSFILTER</u></b> FABRIKAT: CAMFIL FILTERKLASSE: EU 7 / F85 STARTTRYKKFALL: 120 Pa SLUTTRYKKFALL: 220 Pa	.696x592-12x547	2 stk.
IV-1	<b><u>TILLUFTSVIFTE</u></b> REIMSKIVE VIFTE: REIMSKIVE MOTOR: VIFTEREIM:  MOTOR Effekt: Kw Strøm: Ampere Spenning: Volt Hastighet: o/min	SPZ - 150 $D = 30$ SPZ - 150 $D = 38$ SPZ - 1462  M2AA 132S 4,5 / 1,5 16,0 / 8,9 220 1460 / 985	2 stk.
F-2	<b><u>AVTREKKSFILTER</u></b> FABRIKAT: CAMFIL FILTERKLASSE: EU7/F85 STARTTRYKKFALL: 120 Pa SLUTTRYKKFALL: 220 Pa	696x592 - 12x547	2 stk.
IV-2	<b><u>AVTREKKSIVIFTE</u></b> REIMSKIVE VIFTE: REIMSKIVE MOTOR: VIFTEREIM:  MOTOR Effekt: Kw Strøm: Ampere Spenning: Volt Hastighet: o/min	SPZ - 150 $D = 30$ SPZ - 150 $D = 38$ SPZ - 1462  M2AA 132S 4,5 / 1,5 16,0 / 8,9 220 1460 / 985	2 stk.

### HAMSTAD AS, Mo i Rana

Besøksadresse: Hammerveien 9  
 Postadresse: Pb 283, Grubhei, 8610 MO

Fil: FDV3C36M.DOC  
 Telefon: 75 13 36 11  
 Telefax: 75 13 11 55

URBRYTER SETTPKT.			
	OK	START	STOPP
ALLE DAGER U/LØ+SØ	o.k	8 <sup>00</sup>	14 <sup>30</sup>
ALLE DAGER U/SØN			
MANDAG			
TIRSDAG			
ONSDAG			
TORS DAG			
FREDAG			
LØRDAG			
SØNDAG			

STRØMTREKK MØTORER.		
	MERKESTRØM	MÅLT STRØMTREKK
TILLUFTS-VIFTE LAV	8.9	
TILLUFTS-VIFTE HØY	16.0	8.0 - 8.0 - 8.0
AVTREKKS-VIFTE LAV	8.9	
AVTREKKS-VIFTE HØY	16.0	13.0 - 13.0 - 13.0
VARMEGJENVINNER		
SIRK.PUMPE		
EL.BATTERI TRINN 1	1-fase	9.2 - 9.2
EL.BATTERI TRINN 2	5 --- 10	10 - 9.8 - 9.8
EL.BATTERI TRINN 3	--- 20	21 - 21 - 21
EL.BATTERI TRINN 4	--- 40	42 - 42 - 42
EL.BATTERI TRINN 5		
EL.BATTERI TRINN 6		

REGULERINGSTYR		
PLASSERING/MONTERING	OK	ANMERKNINGER
TILLUFTSGIVER	OK	
ROMGIVER	—	
AVTREKKS-GIVER	—	
UTEGIVER	OK	
FROSTGIVER LUFT	—	
FROSTGIVER VANN	—	
TURVANNSGIVER	—	
ROMTERMOSTAT	—	
UTE-TERMOSTAT		
KANALTERMOSTAT	—	

SETTPUNKTER TEMPERATUR			
	SETTPUNKT	AVLEST TEMP.	MÅLT
ROMTEMPERATUR		AVTREKK. 19	
MIN. TEMPERATUR	+15		
TILLUFTSTEMPERATUR	16	17	
KOMPENSERING START	+15		
KOMP. GRAD gr.CTILL/grCUTE	0.23		
UTE-TERMOSTAT			
NATT-TERMOSTAT	—		

## Underlag for LCC

<b>Prosjekt</b>	Lurøy kommune
<b>Aggregat</b>	Aggregat2
<b>Størrelse</b>	

## LCC energi

## Økonomiske Faktorer

	El	Varme	
Energipris realprisøkning	1,20	1,00	NOK/kWh
Forventet årlig real prisøkning	2,0	2,0	%
Spesifikt nåverdi	23,43	19,52	NOK/kWh

## Kalkyledata

Realkalkyle-rente		4,0	%
Brukstid		25	år
Årlig driftstid		3 500	h

## Temperaturer

Tilluftstemperatur	21,0	21,0	°C
Avtrekkstemperatur	22	22	°C
Årsmiddeltemperatur	7,0	7,0	°C

## Beregnete data

## Nytt Eksisterend

## Tilluftsvifte

Luftmengde inkl. lekkasje	7 500	7 500	m <sup>3</sup> /h
Spesifikk vifte-eleffekt	0,75	2,25	kW/(m <sup>3</sup> /s)

## Avttrekksvifte

Luftmengde inkl. lekkasje	7 500	7 500	m <sup>3</sup> /h
Spesifikk vifte-eleffekt	0,75	2,25	kW/(m <sup>3</sup> /s)

## Varmegjenvinning/Ekstra varme

Temperaturvirkningsgrad (tørr)	84,0	70,0	%
Gradtimer tilleggsvarmer døgndrift	9 920	22 800	°Ch
Korreksjon for påfrysning døgndrift	0	0	°Ch
Korrigerte gradtimer mot driftstid	3 963	9 110	°Ch

## Årlig energiforbruk

Vifter	10 938	32 813	kWh
Tilleggsvarme	9 908	22 775	kWh
<b>Sum</b>	<b>20 846</b>	<b>55 588</b>	<b>kWh</b>

## LCC energi nåverdikalkyle

Vifter energikostnad	256 277	768 809	NOK
Tilleggsvarme	193 404	444 568	NOK
<b>Sum</b>	<b>449 681</b>	<b>1 213 377</b>	<b>NOK</b>

Underlag for LCC

<b>Prosjekt</b>	Lurøy kommune
<b>Aggregat</b>	Aggregat2
<b>Størrelse</b>	

**Økonomisk evaluering**

**Økonomiske Faktorer**

Dagens energipris el	1,20	NOK/kWh
Forventet realprisøkning el	2,0	%
Dagens energipris varme	1,00	NOK/kWh
Forventet realprisøkning varme	2,0	%
Realkalkyle-rente	4,0	%
Brukstid	25	år

**Verdsettelsessummer beregning av nåverdi**

	Nytt	Eksisteren	
Investering (I)	400 000	80 000	NOK
Livssyklus kostnad energi (E)	449 681	1 213 377	NOK
Verdsettelsessum (I + E)	849 681	1 293 377	NOK

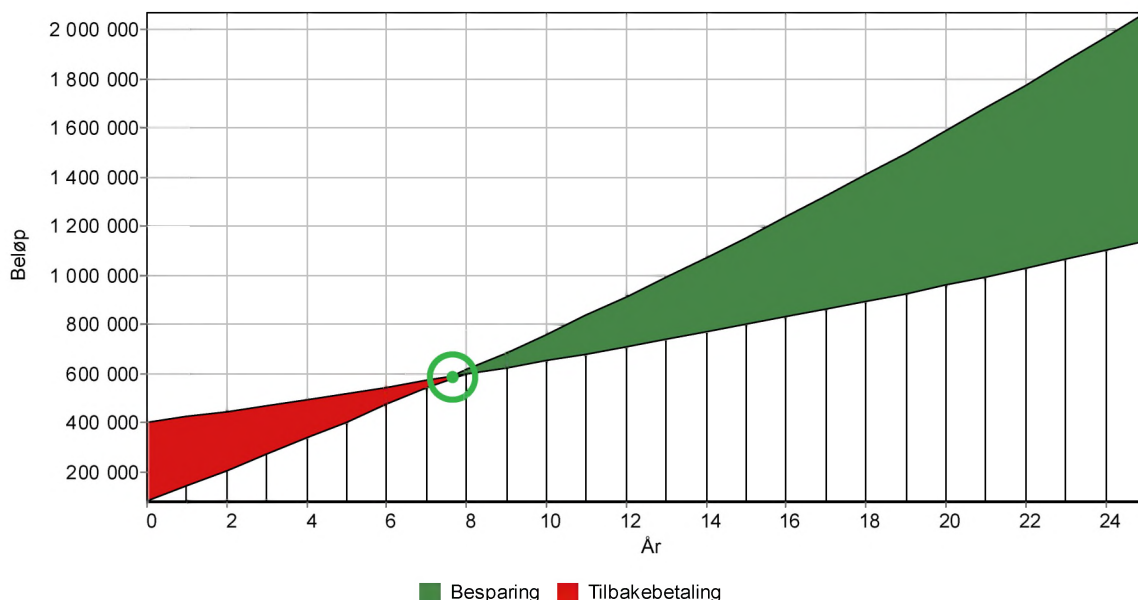
**Beløpsdifferanse 443 696 NOK**

**Driftsdata**

Luftmengde tilluft	7 500	7 500	m <sup>3</sup> /h
Luftmengde avtrekk	7 500	7 500	m <sup>3</sup> /h
Sfp-verdi	1,50	4,50	kW/(m <sup>3</sup> /s)
Vekslerens temperaturvirkningsgrad (tørr)	84,0	70,0	%
Årlig driftstid	3 500	3 500	h

**Tilbakebetalingsdiagram**

Tilbakebetalingstid med hensyn til energiprisøkning: **7,6 år**  
 Avkastning på investering (ekskl. kalkylrente): **12,2 %**



Kilde: ENEU 2000

## Underlag for LCC

<b>Prosjekt</b>	Lurøy kommune
<b>Aggregat</b>	Aggregat1
<b>Størrelse</b>	

## LCC energi

## Økonomiske Faktorer

	EI	Varme	
Energipris realprisøkning	1,00	0,60	NOK/kWh
Forventet årlig real prisøkning	2,0	2,0	%
Spesifikt nåverdi	19,52	11,71	NOK/kWh

## Kalkyledata

Realkalkyle-rente		4,0	%
Brukstid		25	år
Årlig driftstid		3 500	h

## Temperaturer

Tilluftstemperatur	21,0	21,0	°C
Avtrekkstemperatur	22	22	°C
Årsmiddeltemperatur	7,0	7,0	°C

## Beregnete data

	U-skole	U-skole	
--	---------	---------	--

## Tilluftsvifte

Luftmengde inkl. lekkasje	8 000	5 515	m <sup>3</sup> /h
Spesifikk vifte-eleffekt	0,75	1,40	kW/(m <sup>3</sup> /s)

## Avttrekksvifte

Luftmengde inkl. lekkasje	8 000	5 515	m <sup>3</sup> /h
Spesifikk vifte-eleffekt	0,75	1,40	kW/(m <sup>3</sup> /s)

## Varmegjenvinning/Ekstra varme

Temperaturvirkningsgrad (tørr)	84,0		%
Temperaturøkning tilluftsvifte	0,63	1,17	°C
Gradtimer tilleggsvarmer døgndrift	8 414	114 534	°Ch
Korreksjon for påfrysning døgndrift	0	0	°Ch
Korrigerte gradtimer mot driftstid	3 362	45 761	°Ch

## Årlig energiforbruk

Vifter	11 667	15 013	kWh
Tilleggsvarme	8 965	84 124	kWh
<b>Sum</b>	<b>20 632</b>	<b>99 137</b>	<b>kWh</b>

## LCC energi nåverdikalkyle

Vifter energikostnad	227 740	293 054	NOK
Tilleggsvarme	104 980	985 092	NOK
<b>Sum</b>	<b>332 720</b>	<b>1 278 146</b>	<b>NOK</b>

## Energiprestanda

Ventilert areal	979	979	m <sup>2</sup>
Beregnet energiprestanda, ventilasjon	21,1	101,3	kWh/m <sup>2</sup>

Underlag for LCC

<b>Prosjekt</b>	Lurøy kommune
<b>Aggregat</b>	Aggregat1
<b>Størrelse</b>	

**Økonomisk evaluering**

**Økonomiske Faktorer**

Dagens energipris el	1,00	NOK/kWh
Forventet realprisøkning el	2,0	%
Dagens energipris varme	0,60	NOK/kWh
Forventet realprisøkning varme	2,0	%
Realkalkyle-rente	4,0	%
Brukstid	25	år

**Verdsettelsessummer beregning av nåverdi**

	U-skole	U-skole	
Investering (I)	640 000	50 000	NOK
Livssyklus kostnad energi (E)	332 720	1 278 146	NOK
Verdsettelsessum (I + E)	972 720	1 328 146	NOK

**Beløpsdifferanse 355 426 NOK**

**Driftsdata**

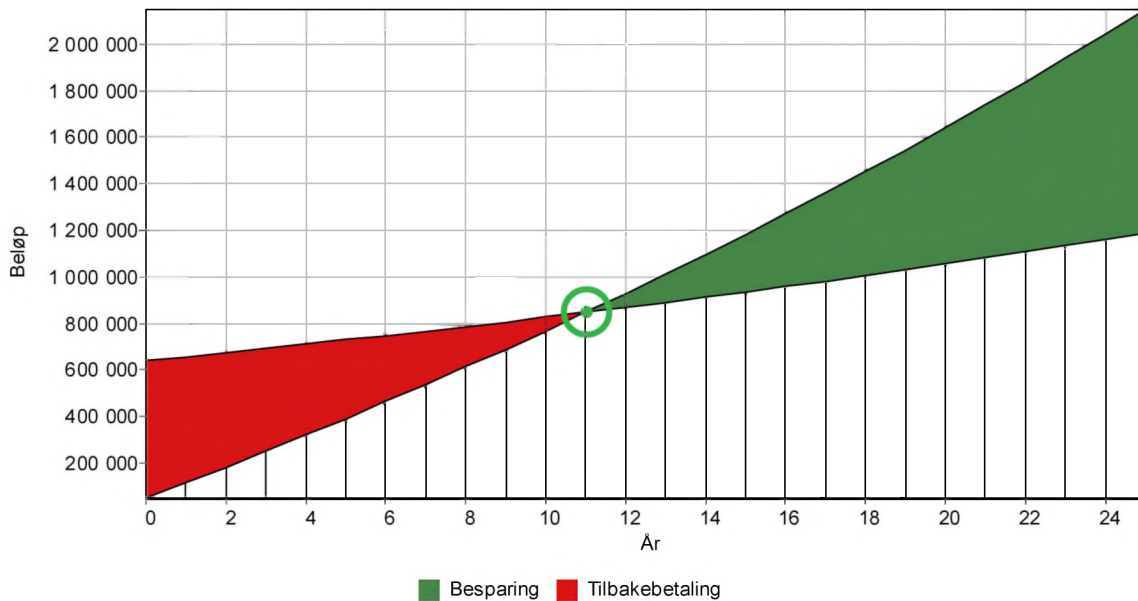
Luftmengde tilluft	8 000	5 515	m <sup>3</sup> /h
Luftmengde avtrekk	8 000	5 515	m <sup>3</sup> /h
Sfp-verdi	1,50	2,80	kW/(m <sup>3</sup> /s)
Vekslerens temperaturvirkningsgrad (tørr)	84,0		%
Årlig driftstid	3 500	3 500	h

**Energiprestanda**

Ventilert areal	979	979	m <sup>2</sup>
Beregnet energiprestanda, ventilasjon	21,1	101,3	kWh/m <sup>2</sup>
Differanse	-80,2		kWh/m <sup>2</sup>

**Tilbakebetalingsdiagram**

Tilbakebetalingstid med hensyn til energiprisøkning: **11,0 år**  
 Avkastning på investering (ekskl. kalkylrente): **8,2 %**



Kilde: ENEU 2000

## Underlag for LCC

<b>Prosjekt</b>	Lurøy kommune
<b>Aggregat</b>	Aggregat1
<b>Størrelse</b>	

## LCC energi

## Økonomiske Faktorer

	El	Varme	
Energipris realprisøkning	1,00	0,60	NOK/kWh
Forventet årlig real prisøkning	2,0	2,0	%
Spesifikt nåverdi	19,52	11,71	NOK/kWh

## Kalkyledata

Realkalkyle-rente		4,0	%
Brukstid		25	år
Årlig driftstid		8 760	h

## Temperaturer

Tilluftstemperatur	21,0	21,0	°C
Avtrekkstemperatur	22	22	°C
Årsmiddeltemperatur	7,0	7,0	°C

## Beregnete data

## Balansert Avtrekksanl

## Tilluftsvifte

Luftmengde inkl. lekkasje	8 000	5 515	m <sup>3</sup> /h
Spesifikk vifte-eleffekt	0,75	1,40	kW/(m <sup>3</sup> /s)

## Avttrekksvifte

Luftmengde inkl. lekkasje	8 000	5 515	m <sup>3</sup> /h
Spesifikk vifte-eleffekt	0,75	1,40	kW/(m <sup>3</sup> /s)

## Varmegjenvinning/Ekstra varme

Temperaturvirkningsgrad (tørr)	84,0		%
Temperaturøkning tilluftsvifte	0,63	1,17	°C
Gradtimer tilleggsvarmer døgndrift	8 414	114 534	°Ch
Korreksjon for påfrysning døgndrift	0	0	°Ch
Korrigerte gradtimer mot driftstid	8 414	114 534	°Ch

## Årlig energiforbruk

Vifter	29 200	37 576	kWh
Tilleggsvarme	22 437	210 552	kWh
<b>Sum</b>	<b>51 637</b>	<b>248 128</b>	<b>kWh</b>

## LCC energi nåverdikalkyle

Vifter energikostnad	569 984	733 484	NOK
Tilleggsvarme	262 737	2 465 564	NOK
<b>Sum</b>	<b>832 721</b>	<b>3 199 048</b>	<b>NOK</b>

## Energiprestanda

Ventilert areal	979	979	m <sup>2</sup>
Beregnet energiprestanda, ventilasjon	52,7	253,5	kWh/m <sup>2</sup>



Underlag for LCC

<b>Prosjekt</b>	Lurøy kommune
<b>Aggregat</b>	Aggregat1
<b>Størrelse</b>	

**Økonomisk evaluering**

**Økonomiske Faktorer**

Dagens energipris el	1,00	NOK/kWh
Forventet realprisøkning el	2,0	%
Dagens energipris varme	0,60	NOK/kWh
Forventet realprisøkning varme	2,0	%
Realkalkyle-rente	4,0	%
Brukstid	25	år

**Verdsettelsessummer beregning av nåverdi**

Investering (I)	640 000	50 000	NOK
Livssyklus kostnad energi (E)	832 721	3 199 048	NOK
Verdsettelsessum (I + E)	1 472 721	3 249 048	NOK

**Balansert Avtrekksan**

**Beløpsdifferanse 1 776 327 NOK**

**Driftsdata**

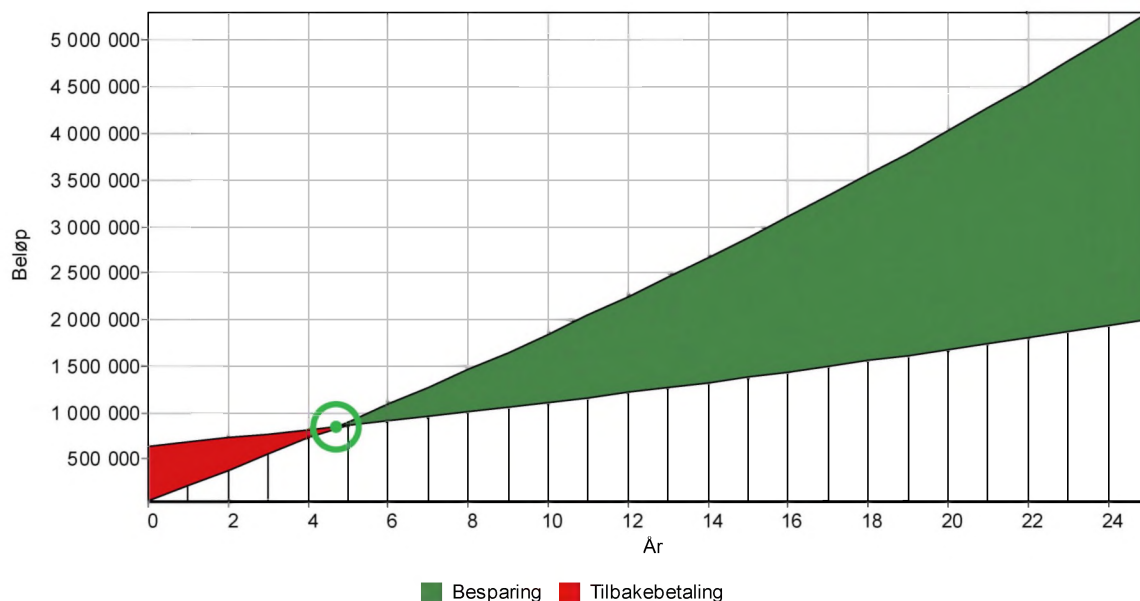
Luftmengde tilluft	8 000	5 515	m <sup>3</sup> /h
Luftmengde avtrekk	8 000	5 515	m <sup>3</sup> /h
Sfp-verdi	1,50	2,80	kW/(m <sup>3</sup> /s)
Vekslerens temperaturvirkningsgrad (tørr)	84,0		%
Årlig driftstid	8 760	8 760	h

**Energiprestanda**

Ventilert areal	979	979	m <sup>2</sup>
Beregnet energiprestanda, ventilasjon	52,7	253,5	kWh/m <sup>2</sup>
Differanse	-200,8		kWh/m <sup>2</sup>

**Tilbakebetalingsdiagram**

**Tilbakebetalingstid med hensyn til energiprisøkning: 4,7 år**  
**Avkastning på investering (ekskl. kalkylrente): 20,6 %**



Kilde: ENEU 2000

## Innhold

1	Lurøy skole .....	2
1.1	Matrikkel Lurøy skole .....	2
1.2	Rom kjeller barneskole .....	3
1.3	Rom 1. etasje barneskole .....	4
1.4	Rom loft barneskole .....	5
1.5	Totalt for barneskole .....	5
1.6	Sokkeletasje ungdomsskole .....	6
1.7	Første etasje ungdomsskole .....	7
1.8	Totalt for ungdomsskole .....	8
2	Innvendige mål og arealer barneskole .....	9
2.1	Barneskole kjeller .....	9
2.2	Barneskole 1. etasje .....	9
2.3	Barneskole loft .....	9
2.4	Ungdomsskole sokkeletasje .....	10
2.5	Ungdomsskole 1. etasje .....	10
3	Arealer fra tegning .....	10
3.1	Barneskole .....	10
3.2	Ungdomsskole .....	10
4	Strømforbruket fordelt på areal mellom skole og gymsal .....	11
5	Utvendige areal beregninger .....	12
6	Vindusoversikt Skole .....	13
6.1	Vindu barneskole .....	13
6.2	Vindu ungdomsskole .....	14

## 1 Lurøy skole

## 1.1 Matrikkel Lurøy skole

Etasje	BTA [m2]	BRA [m2]	Kommentar				
Barneskole kjeller	557	373	Kjeller som rommer WC og lager til vaktmester. Kjelleren har et basseng som ikke er i bruk. Kjeller benyttes svært lite.				
Barneskole 1. etasje	558	539	Benyttes til undervisning. 7 klasserom, wc og rom til helsesøster. Tilbygg mellom barneskole og ungdomsskole er lagt under barneskole da det ligger på samme plan.				
Barneskole loft		56	Svært lite benyttet. lager, bad, grupperom og rom til ventilasjonsaggregatet.				
Ungdomsskole sokkeetasje	422	408	Benyttes til undervisning ungdomsskole. Stort musikkrom med 2 lager, hobbyrom, sløydsal med lager, bøttekott, tavlerom, traforom med inngang fra utside og lager vaktmester med inngang fra utside				
Ungdomsskole 1. etasje	648	624	Benyttes til undervisning ungdomsskole. 4 klasserom, bibliotek, matkjøkken, konferanserom, 2 wc, garderobe, 4 arbeidsrom for lærere og rektor, konferanserom, lærerværelse og lager rektor				
Matrikkelen	1834 Lurøy	Gnr.	20	Bnr.	35	Bygning nr.	188451543
Bruksnavn	Skoleplassen						
Areal	7459						
Tomt	Flat tomt med lekeplass og lett skrånende opp mot 2. etasje ungdomsskole						
Eier	Lurøy kommune						
Adresse	Onøy veien 105, 8766 Lurøy						
Beliggenhet	Ca. 2,45 km. Fra Lurøy fergekai						

## 1.2 Rom kjeller barneskole

	Rom	Beskrivelse	M2	Ant	Lys	Ant	Lys	Lys [W]	oppvarmet volum	Ventilasjon M <sup>3</sup> /h
1	A-010	Trappegang	16	1	18			18	40,8	0
2	A-011	Gang	26	2	18	1	11	47	66,3	0
3	A-012	Inngang WC herre	2,5	1	18			18	6,4	0
4	A-013	WC	16	4	18			72	40,8	0
5	A-014	Teknisk	3,5	1	18			18	8,9	0
6	A-015	Inngang WC dame	4	1	18			18	10,2	0
7	A-016	WC	15	1	11	2	18	47	38,3	0
8	A-017	Musikk	36	3	18			54	91,8	0
9	A-018	Dusj	15	2	18			36	38,3	0
10	A-019	Garderobe	4,5	1	11			11	11,5	0
11	A-020	Lager	1,5	1	11			11	3,8	0
12	A-021	Teknisk	7,5	1	11			11	19,1	0
13	A-022	Basseng	80	12	36			432	204,0	0
14	A-023	Garderobe	36	1	11			11	91,8	0
15	A-024	Dusj	15	2	18			36	38,3	0
16	A-025	Garderobe	4,5	1	11			11	11,5	0
17	A-026	Lager	1,5	1	11			11	3,8	0
18	A-027	Vaktmester	9,5	1	18			18	24,2	0
19	A-028	Krypkjeller	0	0	0			0	0,0	0
20	A-029	Vaktmester	20	2	36			72	51,0	0
21	A-030	Gang	7	1	18			18	17,9	0
22	A-031	Vaktmester	5,5	1	18			18	14,0	0
23	A-032	Vaktmester	18	2	36			72	45,9	0
24	A-033	Teknisk	5	1	11			11	12,8	0
25	A-034	WC	2,5	1	11			11	6,4	0
		Sum kjeller B-skole	352	48	452			1082	898	0

## 1.3 Rom 1. etasje barneskole

	Rom	Beskrivelse	M2	Ant	Lys	Ant	Lys	Lys [W]	oppvarmet volum	Ventilasjon M <sup>3</sup> /h
1	A-101	Vestibyle	48	4	4x18			288	144,0	
2	A-102	Helsesøster	14,5	2	2x14			28	43,5	
3	A-103	Toalett dusj	4,1	1	2x36	1	18	90	12,3	
4	A-104	Bøttekott	2	1	18			18	6,0	
5	A-105	Trapperom	9,6	2	18			36	28,8	
6	A-106	Garderobe	26,5	2	2x18			72	79,5	
7	A-107	Klasserom	16,5	6	2x36			432	49,5	406
8	A-108	Klasserom	60	15	2x36			1080	180,0	1475
9	A-109	Utstyr	16	1	11	2	2x36	155	48,0	
10	A-110	Klasserom	85	15	2x36			1080	255,0	2090
11	A-111	Klasserom	28,5	6	2x36			432	85,5	701
12	A-112	Elev skrivesaker	15	1	11	2	2x36	155	45,0	369
13	A-113	Tekstilrom	10,7	2	2x36			144	32,1	
14	A-114	Garderobe	39	4	2x36			288	117,0	
15	A-115	Klasserom	25	5	2x36			360	75,0	615
16	A-116	Klasserom	25	6	2x36			432	75,0	615
17	A-117	Klasserom	50	5	2x36	5	36	540	150,0	1230
18	A-118	Inngang	7	2	2x36			144	21,0	
19	A-119	Grupperom	14,7	3	2x36			216	44,1	
		Sum	497	93				5990	1491	7500

#### 1.4 Rom loft barneskole

Rom	Beskrivelse	M2	Ant		Lys [W]	oppvarmet volum	Ventilasjon M <sup>3</sup> /h
A-201	Arb.rom	14,66	2	2x36	144	27,9	0
A-202	Gang	11,83	2	2x36	144	22,5	0
A-203	Lager	6,48	1	2x36	72	12,3	0
A-204	Bad	3,42	1	18	18	6,5	0
A-205	Ventilasjon	17,39	2	2x36	144	33,0	0
	Sum	54	8		522	102	0

#### 1.5 Totalt for barneskole

Rom	Beskrivelse	M2	Ant	Lys	Ant	Lys	Lys [W]	oppvarmet volum	Ventilasjon M <sup>3</sup> /h
	Sum barneskole kjeller	352	48	452			1082	897,6	
	Sum barneskole 1. etasje	497	93				5990	1491,3	7500
	Sum barneskole loft	54	8				522	102,2	
	Sum	903	149				7594	2491	7500

## 1.6 Sokkeletasje ungdomsskole

	Rom	Beskrivelse	M2	Ant	Typ	Ant	Typ	Lys [W]	oppvarmet volum rom med avtrekk	Avtrekk mekanisk. M <sup>3</sup> /h
1	C-101	Trapperom	22	2	18			36	64,9	0
2	C-102	Korridor	69	8	4x18			576	203,6	0
3	C-103	Lager	15	2	2x58			232	44,3	50
4	C-104	Lager	15	2	2x58			232	44,3	50
5	C-105	Forming	79	9	2x58			1044	233,1	560
6	C-106	Foto	2,5	1	9			9	7,4	60
7	C-107	Hobby	26	4	4x58			928	76,7	200
8	C-108	Sløyd	91	15	2x58			1740	268,5	630
9	C-109	Lager	32	4	2x58			464	94,4	100
10	C-110	Lager vaktmester	14	2	2x58			232	41,3	100
11	C-111	Traforom	12	2	2x58			232	35,4	0
12	C-112	Bøttekott	6	2	2x18			36	17,7	60
13	C-113	Tavlerom	4,4	1	9			9	13,0	0
14	C-114	Bøttekott	2,4	1	9			9	7,1	60
Sum grunnplan U-skole			390,3	55		0		5779	1151	1870

## 1.7 Første etasje ungdomsskole

Rom	Beskrivelse	M2	Ant	Typ	Ant	Typ	Lys [W]	oppvarmet volum rom med avtrekk	Avtrekk mekanisk. M <sup>3</sup> /h	
15	C-202	Mellom gang	4,9	4	1x18		72	14,5	0	
16	C-203	Garderobe	29	5	4x18		360	85,6	0	
17	C-204	Garderobe	44	6	4x18		792	129,8	0	
18	C-205	Matkjøkken	58	9	2x58		1044	171,1	300	
19	C-206	Arb. Rom lærere	58	4	2x58		464	171,1	420	
20	C-207	Klasserom	28	8	2x36		576	82,6	300	
21	C-208	Gang	19	5	4x18		360	56,1	220	
22	C-209	Lager	11,5	2	2x36		144	33,9	50	
23	C-210	Rektor	15	3	2x58	2	3x36	564	44,3	50
24	C-211	Lager	4	1	18		18	11,8	0	
25	C-212	Lærer arkiv	29	6	2x36		432	85,6	100	
26	C-213	Bøttekott	2	1	9		9	5,9	60	
27	C-214	Trapperom	9,5	1	4x18		72	28,0	0	
28	C-215	Skriverom	14	2	2x36	2	1x36	216	41,3	0
29	C-216	Konferanserom	15	4	9		36	44,3	105	
30	C-217	Gang	9,6	3	18		54	28,3	0	
31	C-218	Lærerværelse	32	8	18		144	94,4	350	
32	C-219	WC	3,5	2	18		36	10,3	60	
33	C-220	Garderobe	7	4	18		72	20,7	0	
34	C-221	WC	3,5	2	18		36	10,3	60	
35	C-222	Lager	7,6	2	18		36	22,4	0	
36	C-223	Grupperom	39	8	2x58		928	115,1	280	
37	C-224	Grupperom	14	8	2x36		576	41,3	210	
38	C-225	Bibliotek	57	11	2x58	3	2x18	1384	168,2	420
39	C-226	Klasserom	57	11	2x58	3	2x18	1384	168,2	420
40	C-227	Utvendig inngang WC	2	1	18		18	5,9	0	
41	C-228	Utvendig WC Damer	6	3	18		54	17,7	120	
42	C-229	Lager utvendig	2	1	9		9	5,9	0	
43	C-230	Utvendig inngang WC	2	1	1x18		18	5,9	0	
44	C-231	Utvendig WC Herre	6	3	1x18		54	17,7	120	
Sum 1 etasje U-skole			589,1	129		10	9962	1738	3645	



### 1.8 Totalt for ungdomsskole

Rom	Beskrivelse	M2	Ant	Ant Lys	Lys [W]	oppvarmet volum	Ventilasjon M <sup>3</sup> /h
	Sum sokkeetasje u-skole	390	55		5779	1151	1870
	Sum 1. etasje u-skole	589	139		9962	1738	3645
	Sum	979,4	194		15741	2889	5515

## 2 Innvendige mål og arealer barneskole

### 2.1 Barneskole kjeller

Barneskole kjeller	Lengde	Høyde	Tot.	U-bakke	O-bakke	Vindu
Areal innved. Vegg	[m]	H [m]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ] <sup>(1)</sup>	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]
Areal vegg inv. Nord	20,7	2,55	52,8	37,3	15,5	3,8
Areal vegg inv. Sør	11,6	2,55	29,5	20,8	8,7	2,7
Areal vegg inv. Vest	21,2	2,55	54,0	38,1	15,9	5,0
Areal vegg inv. Øst	21,4	2,55	54,5	38,5	16,0	4,3
<b>Sum</b>	<b>74,9</b>	<b>2,55</b>	<b>191</b>	<b>134,7</b>	<b>56,1</b>	<b>15,8</b>

<sup>(1)</sup> Beregnet 1,8 meter under bakke

### 2.2 Barneskole 1. etasje

Barneskole 1. etasje	Lengde	Høyde	Tot.	Vindu
Areal inv. Vegg	[m]	H [m]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]
Areal vegg inv. Nord	20,7	3	64,2	8,5
Areal vegg inv. Sør	11,58	3	35,9	9,4
Areal vegg inv. Vest	41,2	3	127,7	40,9
Areal vegg inv. Øst	40,92	3	126,9	30,7
<b>Sum</b>	<b>110,6</b>	<b>3,1</b>	<b>355</b>	<b>89,4</b>

### 2.3 Barneskole loft

Barneskole loft	Lengde	Høyde	Tot.	Vindu
Areal inv. Vegg	[m]	H [m]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]
Areal vegg inv. Nord	3,8	2	7,2	
Areal vegg inv. Sør	3	2	5,7	2,9
Areal vegg inv. Vest	19,0	2	36,1	
Areal vegg inv. Øst	19	2	36,1	
<b>Sum</b>	<b>44,8</b>	<b>2</b>	<b>85,1</b>	<b>2,9</b>

## 2.4 Ungdomsskole sokkeletasje

U-skole sokkel etasje	Lengde	Høyde	Tot.	Vindu
Areal inv. Vegg	[m]	H [m]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]
Areal vegg inv. Nord	36	3,1	112,5	29,0
Areal vegg inv. Sør	36	3,1	112,7	0,0
Areal vegg inv. Vest	17	3,1	52,5	8,6
Areal vegg inv. Øst	10	3,1	30,9	1,9
Sum	99	3,1	308,6	39,5

## 2.5 Ungdomsskole 1. etasje

U-skole 1. etasje	Lengde	Høyde	Tot [m <sup>2</sup> ]	Vindu
Areal inv. Vegg	[m]	H [m]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]
Areal vegg inv. Nord	36,4	3,1	114	35,9
Areal vegg inv. Sør	36,4	3,1	114	36,8
Areal vegg inv. Vest	19,0	3,1	59	20,5
Areal vegg inv. Øst	19,0	3,1	59	3,4
Sum areal vegg	110,6	3,1	346	96,7

## 3 Arealer fra tegning

### 3.1 Barneskole

Areal fra tegning	Høyde [m]	BRA [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]
Barneskole kjeller	2,6	373	951
Barneskole 1 etasje	3,0	539	1617
Barneskole loft	1,9	56	106,4
Sum barneskole	2,5	968	2675

### 3.2 Ungdomsskole

Ungdomsskole oppvarmet BRA	Høyde [m]	BRA [m <sup>3</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]
Ungdomsskole sokkeletasje	3,1	408	1266
Ungdomsskole 1. etasje	3,1	624	1936
Sum u-skole	3,1	1033	3202

Skole totalt oppvarmet BRA	BRA [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]
Skolebygning	2001	5876

## 4 Strømforbruket fordelt på areal mellom skole og gymsal

Areal og volum gymsal	Høyde [m]	BRA [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]
Gymsal kjeller	2,5	247	618
Gymsal	5,0	182	910
Gymsal tilbygg	2,5	139	347,5
Sum gymsal	3,3	568	1875

Samlet areal og volumberegning	BRA [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]
Skolebygninger samlet	2001	5876
Gymsal samlet	568	1875
Sum barneskole	2569	7751

Grunnlagstall fra kommunen	BRA [m <sup>2</sup> ]	[kWh/år]	[kWh/m <sup>2</sup> år]
Skolebygninger samlet	2611	499 842	191,44

Grunnlagstall beregning til oppgaven	BRA [m <sup>2</sup> ]	[kWh/år]	[kWh/m <sup>2</sup> år]
Skolebygninger samlet*	2569	499 842	194,57
Gymsal	568	110 514	194,57
Skolebygning	2001	389 328	194,57

## 5 Utvendige areal beregninger

Areal vegg barneskole kjeller	Høyde [m]	Lengde [m]	Vindu [m2]	Vegg under bakke[m2]	Vegg over bakke [m2]
Vegg Nord	2,75	21,0	3,78	42,0	15,8
Vegg Sør	2,75	11,6	2,7	23,2	8,7
Vegg Vest	2,75	21,3	5,04	42,7	16,0
Vegg Øst	2,75	21,9	4,32	43,7	16,4
Sum kjeller oppvarmet			15,84	151,6	56,8
Vegg krypkjeller	1,95	35		35	33,25
Sum			15,84	186,6	90,1

2 m dybde kjellermur outside

Areal vegg barneskole 1 etasje		Vindu [m2]	Vegg [m2]
Vegg Nord med innhukk	82,5 +7,14	9,0	89,6
Vegg Sør	52,9+2,1	9,36	55,0
Vegg Vest	6,89+119,1	43,02	126,0
Vegg Øst	37,68+74,21	30,32	111,9
Sum		91,7	382,5

Areal vegg ungdomsskole		Vindu [m2]	Vegg [m2]
Vegg Nord	230-30	64,9	200,0
Vegg Sør	112,24	36,8	112,2
Vegg Vest	128,90	29,1	128,9
Vegg Øst	128,90	3,42	128,9
Sum		142,4	400,6

Areal betong vegg ungdomsskole	Høyde [m]	Lengde [m]	Vindu [m2]	Vegg under bakke [m2]	Vegg [m2]
Vegg Nord	0,72	36,8		36,80	26,3
Vegg Sør over bakke	0,20	36,8		36,80	7,4
Vegg Vest over bakke	Målt			17,30	28,1
Vegg Øst over bakke	Målt			17,30	50,0
Sum betong under bakke				108,20	111,8

Baseres på grunnmur 1m under bakkenivå

## 6 Vindusoversikt Skole

### 6.1 Vindu barneskole

		Vindu 0,6x0,9 0,54	Vindu 0,6x1, 2	Vindu 1,2x1, 2	Vindu 1,5x1, 8	Vindu 1,5x1,1 4	Vindu 1,8x1, 2	Vindu 1,6x1, 8	dør 2,1x 2	Antall vindue r	[m <sup>2</sup> ]
Kjeller	Nord	7									3,78
Kjeller	Sør	5									2,7
Kjeller	Vest	8	1								5,04
Kjeller	Øst	8									4,32
Sum kjeller		28	1							29	15,84
1. etasj.	Nord			4	1						8,46
1. etasj.	Sør						3	1			9,36
1. etasj.	Vest					2	16	1			40,86
1. etasj.	Øst			6			5	1	2		30,72
Sum 1. etasje		0	0	10	1	2	24	3	2	42	89,4
Loft	Nord										
2. etasj.	Sør							1			2,88
2. etasj.	Vest										
2. etasj.	Øst										
Sum 2. loft								1		1	2,88
Sum barneskole										72	108,1

## 6.2 Vindu ungdomsskole

		Vindu 1,5x1,14 1,71	dør 2,1x0,8 1,68	dør 2,1x0,9 1,89	dør 2,1x2 4,2	Antall vinduer	[m <sup>2</sup> ]
1.etasj.	Nord	16	1				29,04
1.etasj.	sør	0					
1.etasj.	Vest	5					8,55
1.etasj.	Øst			1			1,89
Sum 1. etasje		21	1	1	0	23	39,48
2. etasj.	Nord	21					35,91
2. etasj.	Sør	16	2	1	1		36,81
2. etasj.	Vest	12					20,52
2. etasj.	Øst	2					3,42
Sum 2. etasje		51	2	1	1	55	96,66
<b>Totalt</b>						<b>78</b>	<b>136,14</b>

## Innhold

1.	Rangeringsliste tiltak beregnet med energipris på [63 Øre/kWh]..... 2
2.	Rangeringsliste tiltak beregnet med energipris på [93 Øre/kWh]..... 3
3.	Rangeringsliste tiltak beregnet med energipris på [130 Øre/kWh]..... 4



## 1. Rangeringsliste tiltak beregnet med energipris på [63 Øre/kWh]

Rang	Vedlegg	Bygning	Bygningsdel	Dim [mm]	Besparelse [kW]	Besparelse [kr]	NV [kr]	Tilbake [år]	[CO <sub>2</sub> -eq]	[CO <sub>2</sub> -NVE <sub>m</sub> ]	[MD <sub>m</sub> ]	Investering
1	*Tilbud	Ungdomsskole	Ventilasjon		78 505	kr 49 458		11,0		1 335	20 738	kr 640 000
2	*Tilbud	Barneskole	Ventilasjon		34 742	kr 21 887		7,6		591	9 178	kr 400 000
3	A-01-1	Bygninger	Energiledelse	0	46 719	kr 29 433	kr 168 730	2,5		794	12 342	kr 70 000
4	A-01-6	Barneskole	Etterisolering tak mot kaldt loft	200	38 536	kr 24 278	kr 341 507	6,6	3 018	655	10 180	kr 139 019
5	A-01-2	Barneskole	Etterisolering av yttervegg	100	25 635	kr 16 150	kr 236 361	5,9	872	436	6 772	kr 83 290
6	A-01-7	U-skole	Etterisolering tak mot kaldt loft	200	27 504	kr 17 327	kr 182 012	11,8	3 018	468	7 266	kr 160 942
7	A-01-3	U-Skole	Etterisolering av yttervegg	100	10 558	kr 6 652	kr 57 760	15,0	5 366	179	2 789	kr 73 895
8	A-01-9	Hele	Belysning	0	9 353	kr 5 892	kr 9 280	16,7		159	2 471	kr 70 800
	Sum				271 552	kr 171 078	kr 995 649		12 275	4 616	71 735	kr 1 637 946

\* Pris i henhold til tilbud fra Hamstad AS datert 01.05.2021 prisen er inkl. livssykluskostnad (vedlegg C-01-3 Hamstad tilbud)

## 2. Rangeringsliste tiltak beregnet med energipris på [93 Øre/kWh]

Rang	Vedlegg	Bygning	Bygningsdel	Dim [mm]	Besparelse [kW]	Besparelse [kr]	NV [kr]	Tilbake [år]	[CO <sub>2</sub> -eq]	[CO <sub>2</sub> -NVE <sub>m</sub> ]	[MD <sub>m</sub> ]	Investering
1	*Tilbud	Ungdomsskole	Ventilasjon		78 505	kr 49 458		11,0		1 335	20 738	kr 640 000
2	*Tilbud	Barneskole	Ventilasjon		34 742	kr 21 887		7,6		591	9 178	kr 400 000
3	A-01-1	Bygninger	Energiledelse	0	46 719	kr 29 433	kr 168 730	2,5		794	12 342	kr 70 000
4	A-01-6	Barneskole	Etterisolering tak mot kaldt loft	200	38 536	kr 24 278	kr 341 507	6,6	3 018	655	10 180	kr 139 019
5	A-01-2	Barneskole	Etterisolering av yttervegg	100	25 635	kr 16 150	kr 236 361	5,9	872	436	6 772	kr 83 290
6	A-01-7	U-skole	Etterisolering tak mot kaldt loft	200	27 504	kr 17 327	kr 182 012	11,8	3 018	468	7 266	kr 160 942
7	A-01-3	U-Skole	Etterisolering av yttervegg	100	10 558	kr 6 652	kr 57 760	15,0	5 366	179	2 789	kr 73 895
8	A-01-9	Hele	Belysning	0	9 353	kr 5 892	kr 9 280	16,7		159	2 471	kr 70 800
9	A-01-4	Barneskole	Etterisolering kjellervegg	100	5 774	kr 3 638	-kr 15 680	84,9	2 680	98	1 525	kr 87 677
10	A-01-5	U-skole	Etterisolering kjellervegg	50	3 249	kr 2 047	-kr 9 812	104,6	1 144	55	858	kr 50 327
	Sum				120 609	kr 176 762	kr 801 428		16 099	4 770	74 119	kr 1 775 950

\* Pris i hendhold til tilbud fra Hamstad AS datert 01.05.2021 prisen er inkl. livssyklus kostnad (vedlegg C-01-3 Hamstad tilbud)

## 3. Rangeringsliste tiltak beregnet med energipris på [130 Øre/kWh]

Rang	Vedlegg	Bygning	Bygningsdel	Dim [mm]	Besparelse [kW]	Besparelse [kr]	NV [kr]	Tilbake [år]	[CO <sub>2</sub> -eq]	[CO <sub>2</sub> -NVE <sub>m</sub> ]	[MD <sub>m</sub> ]	Investering
1	*Tilbud	Ungdomsskole	Ventilasjon		78 505	kr 49 458		11,0		1 335	20 738	kr 640 000
2	*Tilbud	Barneskole	Ventilasjon		34 742	kr 21 887		7,6		591	9 178	kr 400 000
3	A-01-1	Bygninger	Energiledelse	0	46 719	kr 29 433	kr 168 730	2,5		794	12 342	kr 70 000
4	A-01-6	Barneskole	Etterisolering tak mot kaldt loft	250	39 833	kr 25 095	kr 327 408	8,0	3773	677	10 523	kr 169 289
5	A-01-2	Barneskole	Etterisolering av yttervegg	100	25 635	kr 16 150	kr 236 361	5,9	872	436	6 772	kr 83 290
6	A-01-7	U-skole	Etterisolering tak mot kaldt loft	200	27 504	kr 17 327	kr 182 012	11,8	3018	468	7 266	kr 160 942
7	A-01-3	U-Skole	Etterisolering av yttervegg	100	10 558	kr 6 652	kr 57 760	15,0	5366	179	2 789	kr 73 895
8	A-01-4	Barneskole	Etterisolering kjellervegg	100	5 774	kr 3 638	-kr 15 680	84,9	2680	98	1 525	kr 87 677
9	A-01-5	U-skole	Etterisolering kjellervegg	100	4 732	kr 2 981	-kr 15 115	132,8	2266	80	1 250	kr 74 118
10	A-01-9	Hele	Belysning	0	9 353	kr 5 892	kr 9 280	16,7		159	2 471	kr 70 800
	Sum				123 388	kr 178 513	kr 782 026		17975	4 817	74 853	kr 1 830 011
* Pris i henhold til tilbud fra Hamstad AS datert 01.05.2021 prisen er inkl. livssykluskostnad (vedlegg C-01-3 Hamstad tilbud)												