

Karl Petter K. Ramton
Arne R. Otterbekk
Lars Muggerud

Elektrifisering av Overhalla Betongbygg for å nå fossilfri drift

Bacheloroppgave i elkraftteknikk

Veileder: Ola Furuhaug

Medveileder: Kirsty Bruce

Mai 2021



Karl Petter K. Ramton
Arne R. Otterbekk
Lars Muggerud

Elektrifisering av Overhalla Betongbygg for å nå fossilfri drift

Bacheloroppgave i elkraftteknikk
Veileder: Ola Furuhaug
Medveileder: Kirsty Bruce
Mai 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for informasjonsteknologi og elektroteknikk
Institutt for elkraftteknikk



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Bacheloroppgave

Oppgavens tittel: Elektrifisering av Overhalla Betongbygg for å nå fossilfri drift	Gitt dato: 22.02.21
	Innleavingsdato: 20.05.21
Project title: Electrification of Overhalla Betongbygg to achieve fossil-free operation.	Gradering <input checked="" type="checkbox"/> åpent <input type="checkbox"/> lukket <input type="checkbox"/> åpent fra _____
	Antall sider/bilag: 62
Gruppedeltakere: Karl Petter K Ramton Arne Randime Otterbekk Lars Muggerud	Veileder internt (navn/email/tlf.): Ola Furuhaug ola.furuhaug@ntnu.no +47 734 12 713
Studieretning: Elkraftteknikk	Prosjektnummer: E 21-25
Oppdragsgiver: Skogmo Industripark AS og Overhalla Betongbygg S	Kontaktperson hos oppdragsgiver (navn/tlf.): Kirsty Bruce / 969 23 966

Stikkord: Effektivisering, transformator, oppvarming, energisparing, varmekilder, energikilder, grunnvarme, biovarme	Keywords: Energy efficiency, transformer, heating, energy saving, heat sources, power sources, geothermal heating, biothermal heating
--	---

Forord

Bacheloroppgaven er det siste arbeidet på bachelorgraden i elkraftteknikk innen studiet elektroingeniør ved NTNU Trondheim våren 2021.

Oppgaven vi har valgt å ta for oss omhandler flere aspekter ved utdanningen og som skal hjelpe oss til å finne nytten bærekraft kan ha for samfunnet og en bedrift. I denne oppgaven fokuseres det på hvordan man kan hjelpe en bedrift til å være mer bærekraftig og fremtidsrettet.

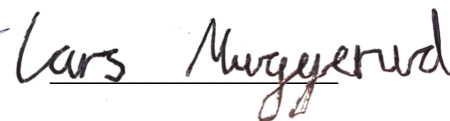
Vi vil takke de som har respondert på vår spørreundersøkelse og bidratt med viktig informasjon som har hjulpet oss med å få gode data til besvarelsen. Videre vil vi rette en takk til Svein Are Olsen, leder for KHMS ved OBB, som gjennom hele prosjektet har bidratt med informasjon som har vært sentral i besvarelsen vår. Vi retter også en takk til Håvard Skistad og Amdal Elektro for all hjelp vedrørende transformatorer og veiledning. Vi vil i tillegg takke både Kirsty Bruce, vår eksterne veileder fra Skogmo industripark AS, og Ola Furuhaug, vår interne veileder fra NTNU, for å ha bidratt med tips og hjelp gjennom hele prosessen.



Karl Petter K. Ramton



Arne R. Otterbekk



Lars Muggjerud

Sammendrag

Hensikten med prosjektet er å finne en miljøvennlig oppvarmingsløsning for Overhalla betongbygg (OBB). Bedriften har utarbeidet et klimaregnskap, og kommet fram til at 80% av deres direkte utslipp stammer fra naturgass oppvarming. Derfor har prosjektet som hensikt å fjerne den fossile oppvarmingen til OBB, og samtidig finne kapasitetsøkende og energibesparende løsninger.

Innledningsvis i oppgaven er det beskrevet hvem OBB er, etterfulgt av problemstillingen vår og de underliggende spørsmålene som skal hjelpe til med å underbygge problemstillingen. Det er også utført en evaluering av den daglige driften til OBB og deres fabrikklokaler. Gjennom denne evalueringen har vi funnet noen problemområder og steder med forbedringspotensialer.

Videre er det gjennomført analyser innenfor tre hovedområder: energibesparing, kapasitetsøkning og energi- og varmekilder. Det er foretatt beregninger og analyser på blant annet varmebehovet, transformatorkapasiteten og levert effekt fra forskjellige fornybare energi- og varmekilder. Med disse beregningene som grunnlag har vi funnet flere løsninger som både kan erstatte gassbrenneren og øke energieffektiviteten til OBB. Alle løsningene betraktes som grønnere og mer effektive alternativer enn det OBB bruker i dag.

De energibesparende løsningene vi har kommet frem til er:

1. Utbedringer av hovedportene med automatisk åpning/lukking
2. Oppgradering av motorene til fallemmene slik at de åpner fortere eller utskifting av den øvre fallemmen til en hangarport for raskere åpning.
3. Installasjon av vifter i taker for å blåse den varme luften langs taket ned til bakkenivå.
4. Plastduk over porten som skiller spylehallen og produksjonshallen for å hindre varmetap.

De kapasitetsøkende løsningene vi har kommet frem til er:

1. På lengre sikt vil en tilleggstransformator være mulig, og bør installeres for å muliggjøre videre produksjonsvekst og elektrisk oppvarming.
2. På kortere sikt vil et trinnutkoblingssystem være en løsning, ettersom dette vil muliggjøre elektrisk oppvarming.

Energi- og varmekilde løsningene er:

Biovarme og grunnvarme. De er gode alternativer til gassbrenneren som er installert i dag og kan dekke varmebehovet, samt at de har betydelig mindre utslipp.

Abstract

The purpose of the project is to find an environmentally friendly heating solution for Overhalla Betongbygg (OBB). The company has carried out a carbon accounting and concluded that 80% of their direct emissions come from the natural gas heating. Therefore, the project aims to remove the fossil heating of OBB, while finding capacity-increasing solutions.

Initially, the thesis describes who OBB is, followed by our research question and the underlying questions that will help to substantiate the problem. An evaluation of the day-to-day operations of OBB and their factory premises has also been carried out. Through this evaluation, we have found some problem areas and places with potential for improvement.

Furthermore, analyzes have been done in three main areas: energy saving, capacity increase and energy- and heat sources. Calculations and analyzes have been made of the heat demand, the transformer capacity and delivered power from various renewable energy and heat sources among other things. With these calculations as a basis, we have found several solutions that can replace the gas burner and increase the energy efficiency of OBB. All the solutions are considered greener and more efficient alternatives than what OBB uses today.

The energy-saving solutions we have come up with are:

1. Upgrades to the main doors with automatic opening/closing
2. Upgrading the motors of the trap doors so that they open faster or replacement of the upper trap door to a hangar door for faster opening.
3. Installation of fans in ceilings to blow the hot air along the ceiling down to ground level.
4. Plastic sheet over the gate that separates the flushing hall and the production hall to prevent heat loss.

The capacity-increasing solutions we have found are:

1. In the long run, an additional transformer will be possible, and should be installed to enable further production growth and electric heating.
2. In the short run, a step-out system will be a solution, as this will enable electric heating.

The energy- and heat source solutions are:

Bio- and geothermal heating. They are good alternatives to the gas burner that is installed today and can cover the heat demand, as well as having significantly less emissions.

Innhold

Sammendrag.....	3
Figurliste	6
Definisjoner	7
Forkortelser	9
1. Innledning.....	10
1.1 Bakgrunn for oppgaven.....	10
1.2 Problemstilling	11
1.3 OBB	12
1.4 Avgrensninger	13
2. Metode.....	14
2.1 Valg av metode	15
2.2 Innsamling av data.....	15
3. Teori	16
3.1 Bærekraft.....	16
3.1.1 FNs bærekraftmål.....	16
3.1.2 Grønne skifte	18
3.2 Fornybar energi	19
3.2.1 Vindkraft	19
3.2.2 Bioenergi	19
3.2.3 Grunnvarme	20
3.3 Elektrisk strøm.....	20
3.4 Varmefaktor	20
3.5 Effekt.....	20
3.6 Fossilt brensel	21
3.7 Standarder	21
4. Analyse og omfang	22
4.1 OBB sin situasjon i dag.....	22
4.1.1 Oppvarmingsbehov:.....	22
4.1.2 Utslipp tilknyttet drift og oppvarming:.....	24
4.1.3 Problemområder tilknyttet unødvendig energiforbruk:	25
4.2 Kapasitetsøkende løsninger.....	29
4.2.1 Fornybar energikilde:.....	29
4.2.2 Transformator	29
4.2.3 Trinnutkobling av deler av anlegget	31
4.3 Varmekilde løsninger.....	31

4.3.1 Biovarme/bioenergi:.....	31
4.3.2 Grunnvarme:.....	33
5 Resultat	34
5.1 Resultat av kapasitetsøkende løsninger	34
5.2 Resultat av Energibesparende løsninger.....	35
5.3 Resultat Energikilder og varmekilder løsninger	36
6. Diskusjon	37
7. Konklusjon.....	41
7.1 Videre arbeid.....	44
Referanser.....	45
Vedlegg.....	50

Figurliste

Figur 1 - Oversiktsbilde over OBB sine arbeidslokaler og logo.....	12
Figur 2 - Oversikt over produksjonshallene.....	13
Figur 3 - FNs bærekraftmål.....	17
Figur 4 - OBB sine haller. Hall 1 bygd i 1994, hall 2 i 2002 og hall 3 i 2005.....	23
Figur 5 - Effektbehov per m ²	24
Figur 6 - Utslipp tilknyttet gass- og elforbruk	25
Figur 7 - Hovedport 2 og termobilde av hovedport 2 i hall 2	25
Figur 8 - Skillevegg mellom produksjonshall og spylehall i hall 1. Termobilde av skilleveggen.	26
Figur 9 - Hovedport 2 sett fra utelagret.....	27
Figur 10 - Falletmen over hovedport 2. Identisk på hovedport 1.....	27
Figur 11 - Kostnadsanalyse biovarme.....	32
Figur 12 - Kostnadsanalyse grunnvarme	34

Definisjoner

Anleggsbidrag	Nettselskapene skal fastsette og kreve inn anleggsbidrag for å dekke hele eller deler av kostnadene ved nye nettilknytninger eller ved forsterkning av nettet til eksisterende kunder. I tillegg skal nettselskapet fastsette anleggsbidrag når kunden ber om økt kvalitet. (NVE, 2015)
Effekttariff	Den høyeste energimengden brukt i en time omgjort til kWh i den foregående måneden er utgangspunktet til effekttariffen. Man betaler en betydelig høyere sum per kWh for den effekttoppen i foregående måned. Dette er innført for å redusere overforbrukt/overbelastning av nett, slik at man kan utsette utbygninger. Det vil på grunn av dette være lønnsomt for bedrifter å holde effekttoppene lave, ved å slå av deler av anlegget.
Effekttopp	Høyeste energimengden brukt i en time omgjort til kWh.
Elektrokjeler	Elektrokjeler også kjent som elkjeler, er en varmtvannsakkumulator som varmer opp vannet ved hjelp av elektrisk strøm. Kjelen har lav investeringskostnad, og driftskostnadene avhenger av strømprisen. (Hofstad, 2019b).
Gasskjeler	Gasskjeler fungerer som elkjeler, men bruker gass til oppvarming av vannet.
Industribygg	Industribygg er bygg som brukes til å utføre forskjellige aktiviteter. Dette kan være alt fra matproduksjon til et verksted. En industri defineres som en næringsvirksomhet som bearbeider råstoff eller råvarer (Gram & Isaksen, 2020).

Lean	Lean er en produksjonsmetodikk som har fokus på å eliminere eller minske alle former for sløsing, og setter kundens opplevelse av produktet fremfor produksjonskostnadene.
Luftstrømmer	Strømmer av luft, disse kan være både kalde - og varme luftstrømmer
N-1-prinsippet	Transmisjonsnettet driftes hovedsakelig etter N-1-prinsippet. Dette prinsippet går ut på at ved utfall av en komponent skal forbrukeren ikke koble fra nettet. Kan også kalles redundant kraftforsyning.(NPD, 2020)
Skogmo	Er et tettsted i Overhalla kommune i Trøndelag.
Skogmo Industripark AS	<i>“Skogmo Industripark AS er et kompetanse og utviklingsselskap, som er 100 % eid av bedrifter på Skogmo i Overhalla kommune. Skogmo Industripark er et av de ledende industri- og utviklingsmiljø i Trøndelag.”</i> (skogmoindustripark.no, 2021)
TCO	Total Cost of Ownership – en analysemodell som brukes for å beregne de totale kostnadene ved å investere, drive og vedlikeholde et system (Jansen, 2018).
Tensio TN AS	Et nettselskap med ansvar for drift, vedlikehold og utbygning av strømmettet i nord i Trøndelag
Transformator	Transformator (trafo) er en innretning som omsetter elektrisk vekselstrøm (AC) med en gitt spenning (Volt) til vekselstrøm med en annen spenning. Transformatorer brukes gjerne for å senke spenningen slik at strømmen blir anvendelig gjennom for eksempel stikkontakter (Saugstad, 2019). Noen trafoer transformerer også vekselstrøm om til likestrøm (DC).
U-verdi	U-verdi er en betegnelse for hvordan varmen trekkes igjennom en bygningsdel og angis i varmegjennomgangen per m ² ved en endring på

	1°C fra luft til luft over bygningsdelen. U-verdien karakteriserer også bygningsdelens varmeisolasjonsevne og oppgis i W/m ² (Thue, 2019)
--	--

Forkortelser

AC	Vekselstrøm
DC	Likestrøm
KSU	Kraftsystemutredninger
kW	Kilowatt - 1000 watt
kWh	Energimengde brukt på en time oppgitt som effektforbruket på en time.
OBB	Overhalla Betongbygg
Trafo	Transformator

1. Innledning

Det grønne skiftet pågår for fullt og dette krever at eksisterende bygg også må endres for å møte morgendagens krav om å være grønne og energieffektive. Den norske regjeringen vil trolig i nær fremtid kreve at alle selskaper fører et miljøregnskap og vil komme til å innføre nye grenser for utslipp som selskaper må holde seg innenfor. Norge, som mange andre land i verden, jobber hardt for å kunne innfri FN's bærekraftsmål og har gjort det til en sentral del av sin miljøpolitikk. Et av de største utslippspostene i Norge i dag, er klimagasser. Disse står for om lag en tredjedel av hele Norges klimaregnskap (Regjeringen 2017). Samfunnets ønske om å senke miljøutslippene står i sterk kontrast til energibehovet til norske bedrifter i dag. Norske bedrifter trenger stadig mer energi for å kunne produsere, samtidig som det norske nettet på mange steder trenger oppgraderinger for å møte effektbehovet. Akkurat dette problemet har OBB i dag, og de har måtte ty til gassoppvarming slik at den tilgjengelige effekten blir brukt til produksjon. På grunn av dette har OBB, gjennom Skogmo industripark, presentert en oppgave for NTNU som skal hjelpe dem med å løse problemene tilknyttet sine klimagassutslipp og sitt begrensende effektuttak.

OBB er et selskap som produserer betongelementer til små og større bygg i store deler av landet. Bedriften holder til på Overhalla og er en del av Overhalla gruppen. De ble kåret til beste LEAN bedrift i 2019 og jobber kontinuerlig med å forbedre seg og bli grønnere. De har innført flere tiltak for å senke utgiftene sine samtidig som de stadig produserer mer.

1.1 Bakgrunn for oppgaven

Regjeringen har innført en rekke tiltak, herunder nye lover og regler som skal gjøre Norge til et utslippsnøytralt land (Hermansen, 2020). Dette har derfor innvirkning på bedrifter som OBB, som i dag bruker propangass til oppvarming av sine bygg. De ser derfor nødvendigheten av å kunne kvitte seg med bruken av propangass for å bidra i den nasjonale kampanjen om grønnere bedrifter. Disse endringene er det heller ikke pålagt av staten å betale for, men de tilbyr subsidier gjennom for eksempel Enova. Endringene vil komme til å koste norske bedrifter mange milliarder og krever mye investering for selskapene. Etterspørselen etter grønne bedrifter gjør de mer attraktive på markedet og vil derfor kunne gagne bedriftene å kunne vise til grønn drift. Det er en stigende etterspørsel etter grønne bedrifter, noe som fører til at bedrifter som kan vise til lave utslipp får en fordel på markedet. En negativ effekt ved å bytte over til grønnere energi er at totalkostnadene rundt produksjon potensielt kan øke hos enkelte aktører, noe som igjen kan gjøre dem mindre konkurransedyktige. Dette kan føre til at noen bedrifter kan tjene mer penger på å ikke bytte over til grønnere løsninger. Dette fenomenet kalles sosial dumping, og kan føre til store prisulikheter på markedet (Alsos, 2019).

OBB har oppgitt at de ikke kan øke effektuttaket, ettersom transformatorstasjonen på Skogmo ikke har noe restkapasitet igjen. For å kunne møte produksjonsbehovet har OBB gått over til gassoppvarming, slik at den tilgjengelig effektkapasitet blir brukt til direkte produksjonsrelatert utstyr. Derfor har de demontert det gamle elektriske-oppvarmingsanlegget, men det står igjen i dag noen elkjeler på standby ved vedlikehold eller feil på gasskjelene. De har tidligere også brukt fyringsolje til oppvarming, men bruker i dag kun gassoppvarming, ettersom ny lovgivning gjorde det ulovlig å bruke fossil fyringsolje (Regjeringen, 2019). En overgang til elektrisk oppvarming eller annen fornybar varmekilde vil være bedre for klimaregnskapet til OBB.

Formålet med oppgaven er å finne løsninger, som kan hjelpe OBB med å redusere karbonavtrykket uten at dette går utover produksjonen. Under dette igjen kommer elektrifisering av driften, slik at gassoppvarmingen blir faset ut. Denne utfasingen skal skje uten bekostning av produksjonskapasiteten de har i dag, og den framtidige produksjonsetterspørselen til OBB. Derfor skal man evaluere og analysere energibesparende- og kapasitetsøkende løsninger som kan bidra til å nå målet om et redusert karbonavtrykk.

1.2 Problemstilling

Det kreves av markedet at bedrifter kan redegjøre for sine klimapåvirkninger. Dette er en del av det grønne skiftet, og som krever at bedrifter blir mer bærekraftige og miljøvennlige. Det grønne skiftet er lønnsomt for bedrifter å bli en del av både på grunn av god publisitet og høyere ressursproduktivitet som igjen gjør dem mer konkurransedyktige. Problemstillingen er formulert slik at den skal kunne hjelpe OBB med å kunne nå målene om bærekraft.

Hvordan kan OBB bli en grønnere bedrift?

Det er utarbeidet noen underspørsmål som skal hjelpe med å underbygge problemstillingen og samtidig hjelpe med å finne de beste løsningene:

- Hvordan redusere forbruket av fossilt brensel?
- Hvordan redusere det totale CO₂-utslippet per produserte enhet?

1.3 OBB

OBB er et industriselskap som holder til i Overhalla, som ligger i Trøndelag fylke. De er eksperter på prefabrikkerte betongelementer. Selskapet er en del av Overhalla gruppen som består av 3 andre selskaper, Overhalla hus, mekaniske og transport. OBB ble opprettet i 1946 og har i over 70 år vært en familiebedrift. De er mest kjent for å ha utviklet en spalteplank for fjøs som de fortsatt produserer. På 90-tallet utførte selskapet en ekspansjon som gjorde bedriften til en større aktør på det norske betongelementmarkedet.

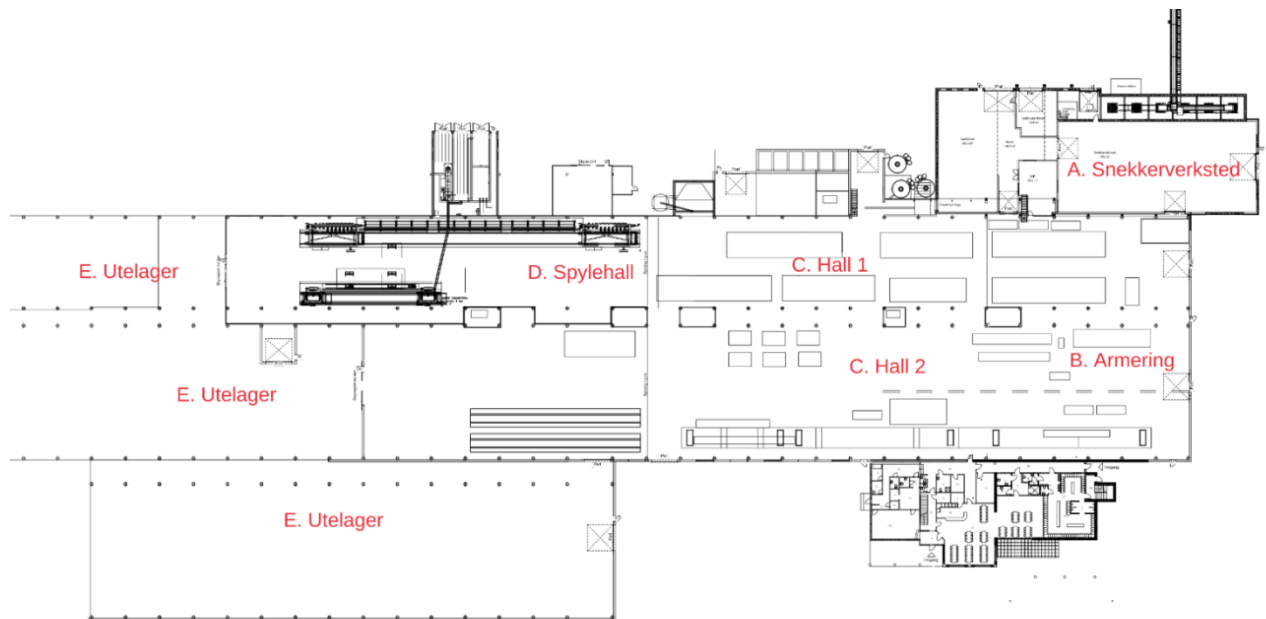


Figur 1 - Oversiktsbilde over OBB sine arbeidslokaler og logo

De produserer i dag prefabrikkerte elementer til boliger, industri og landbruk, samt til prosjekter innen offentlig sektor. De er Norges største leverandør av betongelementer brukt i landbruk. De produserer opp mot 300 tonn med elementer om dagen. Selskapet har som mål å levere kvalitetsprodukter til lave kostnader og som skal kunne takle alt av vær som Norge har å by på. Selskapet er drevet med Lean produksjonsmetodikken, og ble i 2019 kåret til årets norske Leanvirksomhet av Lean forum Norge.

Produksjonen hos OBB skjer i flere deler av bygget. I hver del utføres det særskilte arbeids- og produksjonsoppgaver (figur 2).

- A. På snekkerverkstedet blir rammene som brukes produsert
- B. I enden av hall 2 blir armeringen klargjort for bruk i elementene.
- C. I hall 1 og 2 blir elementene støpt, dette skjer på støpeflater som blir matet betongmasse fra en kran. Her blir også armering, isolasjon og rør lagt inn i når dette trengs.
- D. Elementer som skal ha fasade blir sendt til spylehallen for å bli pusset og spylt etter hvilket utsende som ønskes.
- E. Ferdig herdet elementer blir flyttet til utelagring, klare til henting



Figur 2 - Oversikt over produksjonshallene

1.4 Avgrensninger

På grunnlag av manglende forkunnskaper og drift av slik industri, samt at oppgaven er lagd slik at den er åpen for tolkning, har vi foretatt noen avgrensninger av oppgaven. Disse avgrensningene er:

1. Ikke endre den eksisterende produksjonsprosessen av betongelementer.
2. Det skal hovedsakelig være fokus på å erstatte gassoppvarmingen med andre oppvarmingskilder, ettersom at gassforbrenneren er den største bidragsyteren på karbonavtrykket.
3. Kun fokus på oppvarmingen og varmetap.

Løsningene vil være presentert som en overordnet plan og ikke en detaljplan. De presenterte løsningene er underbygd av flere analyser som for eksempel kost/nytte-analyser. Disse analysene vil bli lagt ved i analyse-delen av oppgaven.

1.5 Leserveiledning

Metodekapittelet viser fremgangsmåten brukt i de forskjellige oppgavene som er gjennomført i rapporten.

Teorikapittelet tar for seg alt av kunnskap en må ha som grunnlag for å forstå flere aspekter ved rapporten.

Analysekapittelet tar for seg alle analysene som er gjort av driften og systemene hos OBB, og hvordan disse fungerer.

Resultatkapittelet viser hva vi har kommet frem til av løsninger på problemstillingen på grunnlag av funnene i analysedelen.

Konklusjonskapittelet viser hvilke løsninger som besvarer problemstillingen, samt en tabell med veiledende priser for tiltakene.

2. Metode

Metode handler om å kunne bruke forskjellige fremgangsmåter for å samle inn informasjon og kunnskap om virkeligheten, samt hvordan man best anvender den innhentede informasjonen på en systematisk måte for å gi det beste bilde av virkeligheten (Hjelseth, 1998). Man skiller som oftest mellom to former for metode: kvalitativ og kvantitativ.

Kvalitativ metode: Har som hensikt å gi dybdekunnskap og en helhetlig forståelse av et spesifikt kunnskapsområde (Grønmo, 2020a). Ved bruk av kvalitativ metode henter man ofte data i form av tekst og analyserer funnene. Dette er gjerne forskningsartikler, observasjoner og intervjuer.

Kvantitativ metode: Har som hensikt å gi mye kunnskap om et spesifikt område eller tema, i form av tallbasert data (Grønmo, 2020b). Dette vil si at man får mye data, men den er samtidig veldig generalisert. Det er derfor ofte brukt mange informanter i slike datasett. Det finnes flere former å skaffe seg kvantitativ data på, men den mest utbredte og enkleste er spørreundersøkelser. Her stilles det ofte spørsmål som har få svaralternativer, men som allikevel belyser det en vil vite.

2.1 Valg av metode

Metoden valgt i rapporten er kvantitativ forskningsmetode, og det kommer av at man ville finne de beste oppvarmingsløsningene for bedriften.

Kvalitativ metode er brukt for å finne forskjellige løsningsalternativer og deres tekniske data. Ut ifra funnene kan vi gjøre en evaluering av de tilgjengelige løsningene opp imot hverandre, og finne den løsningen eller de løsningene som er mest hensiktsmessig for bedriften. Kvantitativ metode blir ikke brukt i oppgaven siden det ikke er et direkte behov for data gjennom spørreundersøkelser. Ved av kvalitativ metode vil man kunne evaluere og analysere dagens situasjon bedre, samt ha et bra grunnlag for forslagene til oppvarmingsløsninger.

2.2 Innsamling av data

Ved innsamling av informasjon er det viktig å vurdere hvilke kilder man benytter seg av. Når man snakker om innhenting av data forholder man seg ofte til to former, primær og sekundær-data.

Primærdata er en førstehåndskilde, altså direkte informasjon mellom kilden og personen som har kommet frem til informasjonen. Sekundærdata omhandler derimot informasjon som er funnet gjennom andre kilder, og ikke direkte fra kilden som faktisk kom med dataene (Jacobsen, 2016).

Begge formene for innsamling av data er brukt i dette prosjektet.

I oppgaven er det brukt mye sekundærdata for å kunne belyse vurderingene våre. Disse kildene er blant annet litteratursøk gjennom Google Scholar, NTNU Oria, pensumlitteratur og andre aktuelle nettsider. På bakgrunn av at det finnes mye tilgjengelig informasjon om fornybare energi- og varmekilder, lysarmaturer og transformatorer, er det tatt i bruk nesten alle formene for litteratursøk.

3. Teori

Nedenfor blir det redegjort for teorier som er brukt i flere prosesser som brukes for å besvare problemstillingen, og flere konklusjoner som er trukket i oppgaven har bakgrunn i flere av underkapitlene.

3.1 Bærekraft

Bærekraft handler om å imøtekomme dagens generasjon sitt behov uten å redusere mulighetene for kommende generasjoners evne til å dekke sine behov (Brundtland, 1987)

3.1.1 FNs bærekraftsmål

FN og medlemslandene vedtok under en konferanse i 2000 en rekke felles mål for å bekjempe blant annet fattigdom gjennom økonomiske og sosiale forandringer. Avtalen ble kalt “FNs tusenårsmål” og skulle bli innfridd innen 2015. Målene ble ikke møtt, men forbedringene ble fortsatt sett på som en stor suksess. Samarbeidet mellom medlemslandene førte til en ny avtale som ble fremlagt i 2015. Denne ble lagt frem som “FNs bærekraftsmål” og skal etter planen bli realisert innen 2030. Et sitat fra rapporten lyder som følgerne:

«FNs bærekraftsmål er verdens felles arbeidsplan for å utrydde fattigdom, bekjempe ulikheter og stoppe klimakrisen innen 2030. (FN-sambandet, 2017a)»

I desember 2015 ble det utarbeidet en avtale som står i tråd med FNs bærekraftsmål. Avtalen fikk navnet “Parisavtalen” og er en internasjonal klimaavtale som skal gjelde for alle verdens land og forplikter dem til å begrense klimaendringene (FN-sambandet, 2017b). Parisavtalen er brukt som en underliggende “oppskrift” når Norge utarbeidet sine egne klimamål for en nasjonal plan mot reduserte klimautslipp (Regjeringen, 2020b).

Brundtland-kommisjonen la i 1987 fram en rapport som ble kalt for “vår felles fremtid”. I rapporten blir ordtaket bærekraft brukt for første gang, og har vært til stor inspirasjon under fremstillingen av FNs bærekraftsmål. FNs bærekraftsmål er bestående av 17 mål og 169 delmål som til sammen skal sørge for at alle verdens land skal kunne verne om fremtiden.



Figur 3 - FNs bærekraftsmål

Bærekraftmålene har innvirkning på alle deler av samfunnet vårt i dag og den norske stat jobber hardt for å innfri målene. Dette har resultert i at mange selskaper i Norge bruker målene aktivt i sine bedriftsstrategier. Vi har trukket inn fire av målene som omhandler oppgaven.

Mål 7: Ren energi for alle

“Sikre tilgang til pålitelig, bærekraftig og moderne energi til overkommelige priser for alle (FN-sambandet, 2017a)”

Målet innebærer å tilby alle og enhver ren og fornybar energi. Dette skal hjelpe med å senke utslippene lokalt og globalt. Prisen på energi skal være overkommelig slik at aktører ikke taper på å benytte seg av den rene energien.

Delmål 7.b: kunne tilby moderne og bærekraftig energitjenester til alle innbyggere i alle land innen 2030.

Delmål 7.1: sikre allmenn tilgang til pålitelige og moderne energitjenester til en overkommelig pris innen 2030.

Mål 9: Industri, innovasjon og infrastruktur

“Bygge solid infrastruktur og fremme inkluderende og bærekraftig industrialisering og innovasjon (FN sambandet, 2017a)”

Målet innebærer at instanser som infrastruktur og bærekraftig industri må ligge til grunne for å optimalisere samfunnet. Det er derfor viktig at både gamle og nye industribygg er bærekraftige for å best mulig utnytte ressursene vi har tilgjengelig.

Delmål 9.2: Fremme inkluderende og bærekraftig industrialisering og næringsutvikling innen 2030.

Delmål 9.3: Øke tilgangen til finansielle tjenester og rimeligere kreditt for bedrifter innen 2030.

Mål 12: Ansvarlig forbruk og produksjon

”Sikre bærekraftig forbruks- og produksjonsmønstre (FN sambandet, 2017a)”

Målet har som hensikt å senke overforbruk, både for privatpersoner og bedrifter. Det handler om å kunne gjøre mer med mindre ressurser. Det er derfor viktig å optimalisere ressursforbrukene, enten det er i produksjonssammenheng eller energiforbruk.

Delmål 12.2: Oppnå bærekraftig forvaltning og effektiv bruk av naturressurser innen 2030.

Delmål 12.6: Stimulere selskaper til å ta i bruk bærekraftige metoder og integrere informasjon om egen bærekraft i sine rapportrutiner.

Mål 13: Stoppe klimaendringene

”Handle umiddelbart for å bekjempe klimaendringene og konsekvensene av dem (FN sambandet, 2017a)”

Målet har som intensjon å senke utslipp fra alle sektorer i samfunnet. De kollektive utslippene globalt er den største faktoren til klimaendringene vi opplever i dag. Det er essensielt for fremtiden at disse utslippene kuttes sterkt. Gjennomsnittstemperaturen på jorden øker raskt og har ført til et økt havnivå som nå truer med å påvirke og i ytterste konsekvens ødelegge flere samfunn over hele kloden. Dette gjør at noen nasjoner taper stort på klimaendringene og kan oppleve fatale følger av disse.

Delmål 13.2: innarbeide tiltak mot klimaendringer i politikk, strategier og planlegging på nasjonalt nivå.

3.1.2 Grønne skifte

Det “grønne skiftet” er navnet på verdens felles dugnad mot lavere utslipp. Planen er at Norge skal bli er lavutslippsland innen 2050 (Regjeringen, 2020a). I 2016 ble det utarbeidet en rapport som tok for seg strategiutvikling innen næringslivet for å sikre bærekraft og utvikling hos norske bedrifter.

Rapporten fikk navnet “Grønn konkurransekraft” (Hedegaard & Kreutzer, 2016). Den har blant annet bidratt til en bedre miljøpolitikk, som igjen har ført til at flere bedrifter i dag bruker FNs bærekraftsmål som grunnsteiner når de legger en strategi for fremtiden. Det er nå blitt mer fokus på å oppnå økonomisk fortjeneste, samtidig som en fokuserer på miljøet og det sosiale ansvaret man har som bedrift. Det har også vist seg at folk flest er interessert i å kjøpe miljøvennlige produkter og tjenester, altså vil man potensielt få et konkurransefortrinn på markedet ved en bærekraftig strategi (Gabrielli & Sandberg, 2020).

3.2 Fornybar energi

Fornybar energi er energi som kommer fra naturens eget kretsløp og som kontinuerlig kan fornyes og anses som uuttømmelig. Kjennetegnes ved at det ikke har innvirkning på jordas globale miljø, samt at det er ansett som en forutsetning for en bærekraftig utvikling. Det kreves ofte store områder for å kunne høste denne energien, og kan derfor føre til betydelige inngrep i naturen som kan anses å være kontroversielle (Hofstad, 2020a). Det finnes mange måter å høste energien på og de vanligste er, solenergi, vindenergi, vannfallsenergi og bioenergi.

Av verdens forbruk av primærenergi står fornybar energi for ca. 14% og dekkes av bioenergi (10%) og vannfallsenergi (2,4%) (Hofstad, 2020). Primærenergi er energi i rå form, som vann i et fossefall, før det blir omgjort til energi i form av strøm (Rosvold & Hofstad, 2019). Norge produserte i 2020 litt over 153 TWh med energi, der om lag 99% kom fra fornybare energikilder (Statnett, 2021).

3.2.1 Vindkraft

Vindkraft er en fornybar energikilde som omgjør vindenergi til elektrisk energi. Måten man omgjør vindenergi om til elektrisk energi er ved hjelp av en vindturbin som driver en generator. Vinden roterer vindturbinen som igjen roterer en aksling, som videre roterer en generator som produserer strøm. Man kan enten installere en eller flere vindturbiner og ved installasjon av flere vindturbiner kaller man det for en vindpark (Hofstad, 2013). Vindkraft står for om lag 8,5% av all energiproduksjon i Norge i dag (Energifakta.no, 2021).

3.2.2 Bioenergi

Bioenergi er energi som har sin opprinnelse fra biomasse. Dette er for eksempel planteprodukter (ved), gjødsel, skogavfall (flis, bark) og annet biologisk avfall. I motsetning til fossilt brensel som bruker energibærere fra fjern fortid, kommer bioenergi fra biomasser som er dannet i samtid (Brænd & Hofstad, 2020). På grunn av dette er bioenergi sett på som en fornybar energikilde siden CO₂-utslippene fra forbrenning av biomassene slipper ut like mye, og i flere tilfeller mindre, CO₂ enn hva biomassene hadde sluppet ut hvis de råtnet i det fri. CO₂-utslippene er derfor en del av biomassenes naturlige karbonkretsløp og tilfører ikke mer utslipp enn produktets naturlige livssyklus.

Det finnes mange måter å utvinne energien fra biomasse på. Man kan brenne massene fritt, i pelletsovner, pelletsovn til varmpumpe, biodiesel osv. Bioenergi er den tidligste formen for energi vi mennesker har brukt og startet med bruken av bål. Teknologien har forbedret seg kraftig etter oppfinnelsen av pelletsovner og vi forbrenner i dag biomasser med ca. 93-94% effektivitet. Altså utnytter vi nesten all energien som er tilgjengelig i materialene, i tillegg til at færre skadelige biprodukter blir til ved forbrenning.

3.2.3 Grunnvarme

Grunnvarme er varme som er lagret i berggrunnen eller i grunnvann. Varmen kommer for det meste fra solenergi, men også litt fra jordas indre (Hofstad, 2019c). Temperaturen som blir hentet er generelt ganske lav, gjerne ca. 5 – 7 celsius, men mer trengs ikke for å drive en varmpumpe. Måten man henter ut varmen på er å grave dype brønner, kalt energibrønner. Disse brønnene er gjerne mellom 100 til 200 meter dype. I Norge er det om lag 26 000 grunnvarmeanlegg i dag og disse produserer totalt 3,5 TWh i året, der ca. 2,5 TWh er netto energiuttak fra berggrunnen eller grunnvann.

3.3 Elektrisk strøm

Elektrisk strøm defineres som en elektrisk ladning i bevegelse (Grøn, 2019). Strøm beveger seg gjennom en “leder”, typisk en ledning av kobber, som frakter energien. Vi får strøm i ledninger ved å koble de til en spenningskilde, som for eksempel når man slår på en lyspære. Man får strøm i ledninger ved å koble til en spenningskilde, og en slik kilde kan for eksempel være et batteri eller en generator. Strøm kan transporteres over store avstander og er derfor veldig anvendelig. Derfor har man i Europa satt opp strømmettet slik at man kan bo i Polen, og få levert strøm fra Norge. Dette fører til at strømmettet i Europa er mer driftssikkert, ettersom det muliggjør å kjøpe strøm fra andre land ved mangel på innlandsstrøm.

3.4 Varmefaktor

Varmefaktor er et mål som forteller, hvor mye oppvarming en får i forhold til energiforbruket. Dette målet blir ofte brukt i sammenheng med varmpumper og liknende systemer, hvor virkningsgraden til en varmpumpe blir irrelevant. En varmpumpe har typisk virkningsgrad på 30-50%, men varmfaktoren til en varmpumpe eksempelvis kan være opp mot 5. Det vil si at en får ut 5 ganger den tilførte effekten i varmeeffekt (toshibavarmepumper.no).

3.5 Effekt

Effekt defineres som omsatt energi per tidsenhet (Hofstad, 2019a). I mange tilfeller refereres effekt til som “ytelse” og kan derfor føre til forvirring. Effekt måles i watt [W]. I fysikkens verden defineres effekt som evnen til å utføre et arbeid. Effekt gir i dette tilfellet uttrykk for hvor fort arbeidet gjøres, desto fort desto mer effekt må til. Man finner uttrykket effekt i forskjellige fysikkfelt, deriblant mekanikk, maskin, elektrisitet og varme.

3.6 Fossilt brensel

Fossilt brensel eller brennstoff er for eksempel naturgass, olje, oljeskifer, tjæresand, brunkull og steinkull som finnes naturlig i berggrunnen og som er dannet i tidligere tider (Hofstad & Rosvold, 2018). Stoffene som forbrennes er av biologisk opprinnelse, som planter og dyr, men som har gjennomgått en omdanningsprosess i berggrunnen. Fossilt brensel ansees ikke som en fornybar energikilde og har derfor ikke noe gjenbrukspotensiale. Verdens samlede energiforbruk bestod av 81% fossilt brensel i 2016. Mesteparten av brenselet som ble brukt i kraftproduksjon var i form av forbrenning av kull.

3.7 Standarder

Standarder er en spesifisert eller etablert norm for hvordan noe skal være (Hofstad, 2020b). De er formalisert, som betyr at det er beskrevet i et dokument og godkjent av et autorisert organ. Standarder kan også være uformelle og beskriver da kun forventninger vedrørende kvalitet og utførelse av en vare eller tjeneste. Noen standarder er det også lovpålagt å følge, dersom de står lovfestet, i forskrifter eller i kontrakter. De er sterkt implementert i el-sektoren og alle installatører forholder seg til standardene. I Norge er standarder utarbeidet av Standard Norge og lages som oftest etter ISO standarder, som er standarder som gjelder for hele verden. I el-bransjen i Norge brukes standarder satt av NEK (Norges elektrotekniske komite).

4. Analyse og omfang

Dette kapitlet tar for seg analyser av flere sentrale punkter ved problemstillingen og deres omfang. Først tar vi for oss dagens situasjon hos OBB. Dette gjøres for å danne et bilde over situasjonen, og vil bli brukt videre i de andre punktene. Videre tar vi for oss analyser av de forskjellige potensielle løsningene vi har funnet.

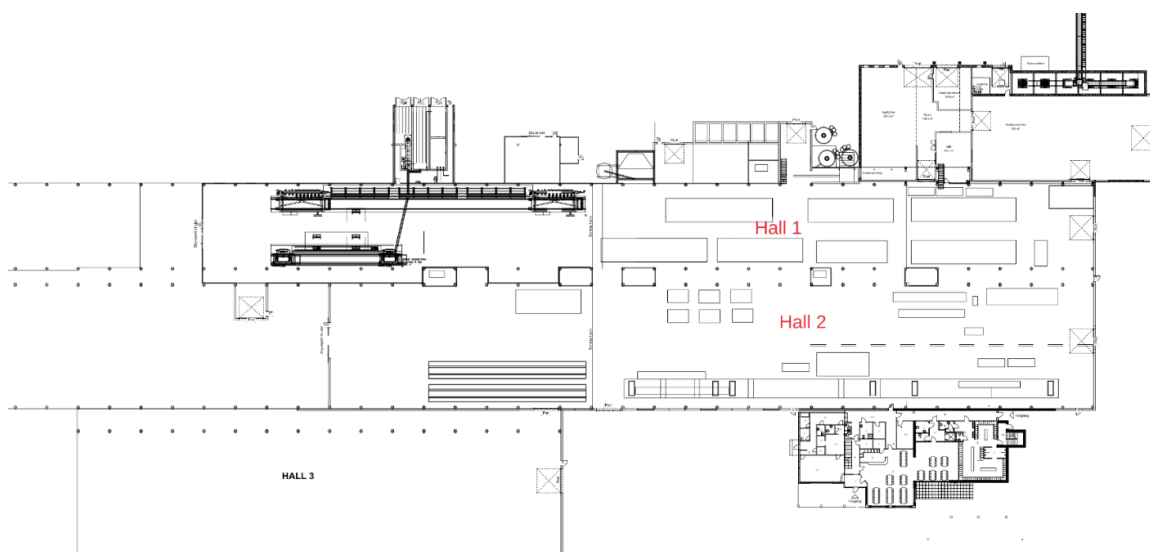
4.1 OBB sin situasjon i dag

Analysen vil ta for seg en analyse og evaluering av den daglige driften til OBB. Ved starten av prosjektet foretok vi en observasjon av OBB sine lokaler og fikk innblikk i produksjonsprosessen. Det ble fort tydelig at bedriften hadde innført rutiner for å senke utslippene og energiforbruket. Samtidig ble det lagt merke til at det fortsatt var mange områder de kunne forbedre seg på. Nedenfor har vi tatt for oss områdene som har utbedringspotensialer. Det er inkludert forklaringer på hvorfor punktene har blitt nevnt. Først vil vi ta for oss varmebehovet til OBB, som blir etterfulgt av utbedringsområdene.

4.1.1 Oppvarmingsbehov:

OBB har i sitt forbruksregnskap oppgitt at de totalt brukte 36 000 kg med propangass i 2020. Energitettheten til propangass ligger på 12,9 kWh/kg. (Vedlegg 1 – Energitetthet propan). Det betyr at omgjort til kWh brukte OBB 464 400 kWh med energi til oppvarming ved 100% forbrenning. Forbrenningsgraden til gassbrenneren vil aldri være 100%, og ligger derimot på om lag 85%, som vil si at OBB brukte 394 740 kWh til oppvarming i 2020 (Vedlegg 2 - Totalt energiforbruk oppvarming). Når det kommer til oppvarmingskrav i industribygg, er det vanskelig å finne presise tall. Varmekravene avhenger av hva slags produksjon det dreier seg om, størrelsen på byggene, hvor godt isolert bygget er og alle bygg elementenes U-verdier. Man må i tillegg bruke en gammel standard for å finne riktige verdier på bygget siden det ble bygd for mange år siden. Bygget ble bygd i 1994, utbygd i 2002 og 2005, og følger derfor standardene TEK87 og TEK97 (figur 4).

På grunnlag av dette har vi valgt å bruke en rapport fra SINTEF (Dokka, 2009) som utgangspunkt for våre beregninger (Vedlegg 3 – SINTEF modell og oppvarmingsverdier).



Figur 4 - OBB sine haller. Hall 1 bygd i 1994, hall 2 i 2002 og hall 3 i 2005

I rapporten bruker SINTEF et verksted som utgangspunkt. Det oppgis at oppvarmingskravet ligger på $25 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$. Arbeidslokalene som er oppvarmet hos OBB har et areal på 7168 m^2 (Vedlegg 4 – OBB oppvarmet areal). Siden SINTEF sin rapport tar for seg et bygg med standardene som var i 2009, kan ikke verdien på $25 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$ brukes og må derfor skaleres opp. Ut ifra (Vedlegg 5 – Effektberegninger Brødrene Dahl), som er hentet fra Brødrene Dahl sin energi og effektbehov rapport fra 2018 (Brødrene-Dahl, 2020), kan vi se at endringene på effektbehovet mellom 1987 og 2007 ligger på om lag 170 %, mens endringene mellom 1997 og 2007 ligger på om lag 116%. Derfor blir den nye verdien for bygg delen fra 1994 satt til $42,5 \text{ kWh/m}^2$ og delene fra 2002 og 2005 satt til 29 kWh/m^2 (figur 5). Ut ifra beregningene kan vi se at OBB skulle brukt $187\,416 \text{ kWh/år}$ i sine haller.

Effektbehov per m ²				
Effektbehov SINTEF rapport	25	kWh/m ² år		
prosent økning TEK87 til TEK07/10	170	%	66/38	Verdier fra vedlegg 5
prosent økning TEK97 til TEK07/10	116	%	44/38	Verdier fra vedlegg 5
Effektbehov ved TEK87	42,5	kWh/m ² år	25*1,7	
Effektbehov ved TEK97	29	kWh/m ² år	25*1,16	
kvadratmeter hall 1 TEK87	1 200	m ²		
kvadratmeter hall 2 TEK97	2 016	m ²		
kvadratmeter hall 3 TEK97	2 688	m ²		
Effektbehov hall 1	51 000	kWh/m ² år	1200*42,5	
Effektbehov hall 2	58 464	kWh/m ² år	2016*29	
Effektbehov hall 3	77 952	kWh/m ² år	2688*29	
Totalt effektbehov	187 416	kWh/m² år	Effektbehov hall 1 + hall 2 + hall 3	

Figur 5 - Effektbehov per m²

Det er flere usikkerhetsmomenter vedrørende denne utregningen. Dette er for eksempel størrelsen på portene hos OBB, byggets U-verdier og hva det faktiske oppvarmingskravet ligger på. OBB kunne ikke bidra med U-verdiene til bygget og derfor er beregningen gjort slik. Selv om kravet kan være noe høyere enn det vi har kommet frem til, ser vi fortsatt at OBB varmer opp for 464 400 kWh, som er mye mer enn beregningen på 187 416 kWh viser. Med andre ord er det noe som stjeler store mengder varme under den daglige driften til OBB. Vi vil komme tilbake til akkurat hva det er som stjeler varme senere i analysen.

4.1.2 Utslipp tilknyttet drift og oppvarming:

Propangass er klassifisert som et fossilt brensel, noe som gjør at alle utslipp som kommer som følge av forbrenning av gassen ikke er en del av naturens naturlige karbonkretslop og tilfører derfor atmosfæren enda mer CO₂. For hver kg med propangass som forbrennes slippes 3 kg med CO₂ ut (Vedlegg 1 – Energitetthet propan), noe som førte til at OBB slapp ut 108 tonn med CO₂ i 2020. Propangassen har derfor det største karbonavtrykket i den daglige driften til OBB. NVE oppgir i en rapport fra 2020 at 1 kWh med strøm i Norge har et CO₂-utslipp på 0,017 kg/kWh (Vedlegg 6 - Utslipp strøm). OBB brukte i 2020 totalt 1 377 266 kWh med strøm, som gav et CO₂-utslipp på 23,4 tonn. Dette er betraktelig mindre enn ved forbrenning av propan. Det er faktisk 93,8% mer utslipp ved forbrenning av propan enn det er ved forbruk av strøm (figur 6). På bakgrunn av funnene blir det derfor et stort fokus videre i oppgaven på å prøve å erstatte gass med elektrisitet.

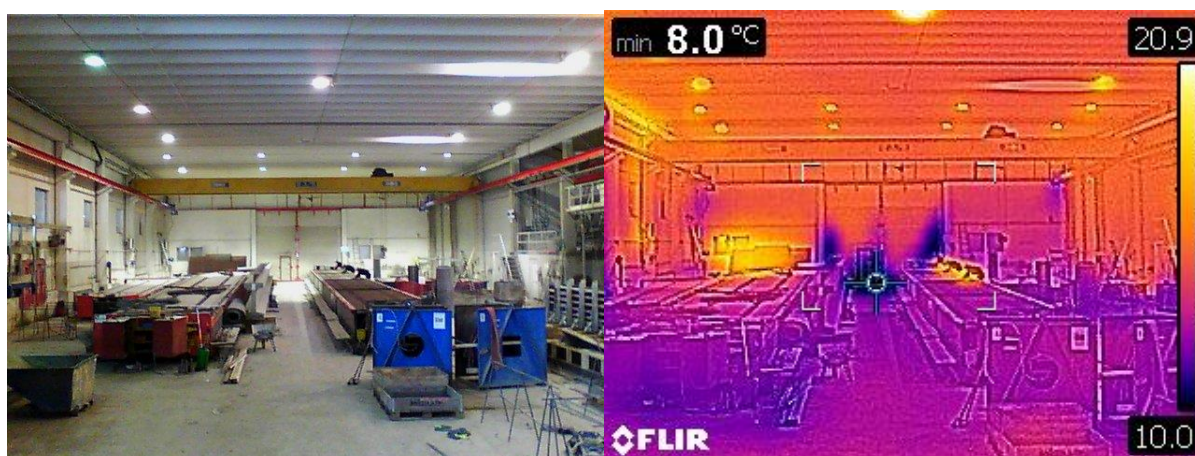
Utslipp tilknyttet gassforbruk			
CO2 per kg propan	3	kg	
Forbruk av gass 2020	36 000	kg	
totalt utslipp i 2020	108000	kg	<i>Multipliserer forbruk gass 2020 med CO2 per kg propan</i>
totalt energiforbruk 2020	394740	kWh	<i>Verdi fra vedlegg 2</i>
CO2 per kWh med gass	0,274	kg/kWh	<i>Deler totalt utslipp 2020 på totalt energiforbruk 2020</i>
CO2 per kWh med el	0,017	kg/kWh	<i>Verdi fra vedlegg 6</i>
totalt utslipp ved bytte til el	6710,58	kg	<i>Multipliserer totalt energiforbruk 2020 med CO2 per kWh ved el</i>
Prosent mindre utslipp ved bytte til el	93,79	%	<i>(1 - (CO2 per kWh el/ CO2 per kWh gass))</i>
Utslipp tilknyttet el forbruk			
Forbruk av el i 2020	1377266	kWh	
totalt utslipp av CO2	23413,522	kg	<i>Multipliserer forbruk av el 2020 med 0,017kg/kWh</i>

Figur 6 - Utslipp tilknyttet gass- og elforbruk

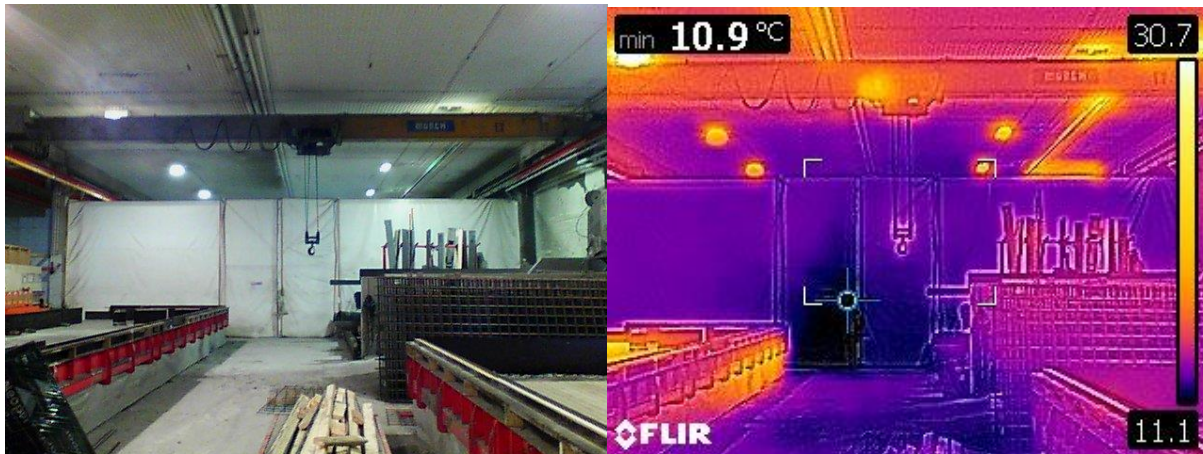
4.1.3 Problemområder tilknyttet unødvendig energiforbruk:

OBB forbruker mer energi på oppvarming, enn våre beregninger tilsier. Dette viser derfor at det er en del varmesvinn i bygget, som kan komme fra drift og bygningsmateriell. Et termokamera ble derfor benyttet for å finne kuldebroer, og observere luftstrømmene. Det ble observert store varme luftstrømmer langs taket. Det ble også oppdaget flere kuldebroer ved plastveggen og hovedportene.

Etter å ha observert luftstrømmene i bygget har vi sett at det er store luftstrømmer som beveger seg lang taket og ut av bygget. Termokamera ble benyttet for å observere disse luftstrømmene (Figur 7 & 8). Luftstrømmene kommer fra blant annet portene (figur 7) og skilleveggen av plast mellom spylehallen og produksjonshallen (figur 8).



Figur 7 - Hovedport 2 og termobilde av hovedport 2 i hall 2



Figur 8 - Skillevegg mellom produksjonshall og spylehall i hall 1. Termobilde av skilleveggen.

Termokamera bildene viser at det er mye varme i taket, som kommer av at den varme luften stiger. Derfor kan man montere vifter i taket slik at den varme luften blir ført ned til arbeiderne igjen. Dette har blitt gjort tidligere av OBB og førte til riss i overflaten av betongelementene. En årsak til rissene kan være plasseringen av viftene, som var rett over betongelementene tidligere. De nye viftene vil i stedet bli plassert i midtgangen av hallene, slik at den varme luften ikke treffer direkte på elementene. Dette tiltaket vil koste 20 000 kr per vifte med installasjon, så prisen vil avhenge av hvor mange vifter man vil trenge.

Hovedportene er designet slik at den nedre delen av porten er skyvedører, og den øvre delen er en motorisert fallem (figur 9). Denne øvre delen er designet slik at falleten løftes opp slik at kranen kan passere med betongelementet (figur 10). Åpningen av de forskjellige delene av porten kan gjøres uavhengig av hverandre, og blir operert fra innsiden av porten. Det er også fjernstyring av disse portene i lastetruckene, slik at man slipper å gå ut for åpne og lukke porten.



Figur 9 - Hovedport 2 sett fra utelagret



Figur 10 - Falletømmen over hovedport 2. Identisk på hovedport 1

Hovedportene har det største potensialet for å redusere unødvendig energibruk, ettersom de motoriserte falletømmene står åpne i lengre perioder av gangen. Dette fører til at varmen trekkes ut gjennom denne åpningen. For å redusere dette trekket har en plastvegg blitt satt opp mellom hall 1 og spylehallen, og veggen har en åpning slik at kranene kan passere med og uten betongelement. (figur 8). Det vil fortsatt bli et varmetap, ettersom plastveggen ikke går opp helt til taket.

Det har blitt foretatt forbedringer i rutiner av åpning og lukking av hovedporten, som har redusert hvor lenge falletemmen er oppe. Problemet er at den blir stående oppe ganske lenge, ettersom arbeiderne lar falletemmen stå åpen til de er ferdig i utelagret. Dette kommer av den lange ventetiden falletemmen bruker på å åpne seg helt, slik at kranene kan passere uten å krasje inn i lemme. Derfor kan et tiltak for å redusere åpningstiden til falletemmen være å oppgradere motorene. Et annet tiltak kan være automatisk åpning og lukking av portene, og dette kan kombineres med forrige tiltak. Portene vil da lukke seg etter en bestemt tid og åpne seg når kranene skal inn igjen, og dette kan programmeres inn på det eksisterende automasjonsanlegget til portene. Alternativt kan man bytte ut den motoriserte falletemmen med en hangarport. Den vil ha en kort åpningstid, slik at arbeiderne vil lukke den oftere etter seg. Man kan også om ønskelig automatisere denne porten, slik at man kan redusere tiden den står oppe. Prisen på en slik port avhenger av dimensjonene på portene og installasjonskostnadene.

Fabrikkbygget er bygd etter forskjellige forskrifter som har det ført til at deler av bygget har dårligere isolasjon, og slipper ut mer varme enn de nyere delene. Noe som fører til at OBB bruker mer energi på oppvarming enn nyere bygg, og dette vil anses som et unødvendig varmeutslipp. Det er dessverre ikke aktuelt å utbedre dette, ettersom ombygging av betongbygget kan bli kostbart og omfattende.

Belysningen til OBB er i dag bestående av gamle lysarmaturer på 400 W, og er lite energieffektive sett mot nyere lysarmaturer. Disse blir i dag byttet ut fortløpende, når de slutter å lyse, med LED-lysarmaturer på 144 W. Denne differansen er på 256 W og man vil få en stor energibesparelse ved å bytte alle lysarmaturene i fabrikkhallen til LED. En slik oppgradering av alle samtidig vil bli kostbart, og delvis problematisk ettersom lyskilder blir mer effektive for hvert år. Oppgaven er også slik at man ikke skal øke klimagassutslipp, noe som man gjør ved å bytte ut fungerende lysarmaturer. Dersom man skal gå over hel elektrisk oppvarming, og trenger mer tilgjengelig strømkapasitet kan utbygging av lysarmaturene være en del av løsningen.

4.2 Kapasitetsøkende løsninger

Denne analysen tar for seg kapasitetsøkende løsninger. Med kapasitetsøkende løsninger er det ment løsninger som øker tilgangen på energi i form av strøm. Først tar vi for oss de fornybare energikildene, etterfulgt av transformatoren. Vi ønsker i dette punktet å se på hvilke løsninger som er på markedet for bedrifter som OBB. Disse løsningene kan enten være i form av nye energikilder eller utbedringer av det eksisterende strømmettet i form av transformator. Våre analyser baserer seg på informasjon som er gitt av enten produsenter eller leverandører. For flere av alternativene finnes det ofte diverse aktører på markedet som leverer relativt like produkter. Vi har derfor plukket ut noen produkter, og med tilhørende spesifikasjoner og disse er vedlagt som vedlegg.

4.2.1 Fornybar energikilde:

Det ble fort tydelig at noen fornybare energikilder ikke kom til å være aktuelle fordi den leverte effekten var avhengig av sesongbaserte forutsetninger. Et eksempel på dette er solceller, som produserer lite energi i vinterhalvåret som følger av lite sollys. Vinteren er perioden OBB forbruker mest energi og den fornybare energikilden må derfor kunne levere nok energi i denne perioden. Ut ifra det satte kriteriet om å kunne levere nok effekt i vinterhalvåret, så er vindkraft den eneste aktuelle fornybare energikilden.

Et vesentlig problem med vindturbiner er at det må installeres strøm for å kunne forsyne bedriften når det ikke er vind. Man pleier å installere 100% av hva vindturbinene kan produsere (wind-watch.org). Man er derfor avhengig av å ha et nett som kan levere denne ekstra mengden med strøm.

På grunnlag av at man må installere 100% av driftskapasiteten til vindturbinene blir denne løsningen fort vanskelig å realisere. Man mener med dette at det må installeres like mye strøm i backup som det vindturbinen kan levere. Dette må man gjøre i tilfelle det ikke blåser nok til at vindturbinen leverer strøm. Dette blir derfor en ekstra løsning som man kan bruke etter at oppvarmingsbehovet blir dekket på andre måter. Derfor vil ikke kost/nytte analyse bli gjort av en vindturbin, siden dette ikke lengre er en realistisk løsning på problemstillingen.

4.2.2 Transformator

Transformatoren installert i næringsbygget har en kapasitet på 1000 kVA, og kan levere opp mot 1440 A. Det har blitt beskrevet i forprosjektet at denne transformatoren hadde ingen kapasitet til overs, og et trafobytte eller en tilleggstrafostille ville hjelpe. Etter undersøkelser med utgangspunkt i høyeste forbruket i februar 2021, og omgjort til strøm ble forbruket 610 A på en time. (Vedlegg 7-Beregning av høyeste strømforbruk i februar 2021). Dette viser at det er mye kapasitet ledig på transformatoren, men det er flere grunner til beregningen ble så lav. Den første grunnen kan være at det er flere høye strømtopper underveis i timen, hvor man starter et apparat som bruker for eksempel 400 kW i en halvtime, men dette vil bli 200 kWh. Dette gir dermed et feil bilde over hvor høyt effektuttaket kan

være ved full drift. En annen grunn er at produksjonen var mye lavere enn tidligere på grunn av koronasituasjonen. Ved overgang til elektrisk oppvarming vil man ligge på rundt 1160 A med høyeste produksjonstoppene. (Vedlegg 8-Teoretisk høyeste effekttopp). Da vil det kun være 300 A ledig kapasitet på trafoen, hvorav 150 A er reservert til en elkjele ved driftsproblemer av varmeanlegget. Da er det igjen 150 A til de 14 kranene, hvorav fire av disse drar 100 A ved løft, løftene varer 30-60 sekunder. De resterende kranene bruker mellom 25-60 A på løftene sine, som også varer 30-60 sekunder. Disse kranene brukes uavhengig av hverandre og kan bli brukt samtidig. Det hadde vært aktuelt å loggført driftsmønstrer til kranene, men på grunn av betydelig redusert produksjon i koronapandemien ble logging irrelevant. Potensielt ligger man da rett under eller over maks merkestrømmen til effektbryteren og får da høyere risiko for utslag. Ved et utslag effektbryteren vil det ta en uke å få tak i en ny effektbryter. Dette vil føre til flere tusen kroner i tapte driftsinntekter for OBB, og derfor vil man ikke legge seg så nærme merkestrømmen til effektbryteren i vanlig drift. Derfor vil det være uaktuelt å oppgradere transformatoren på grunn av tapte driftsinntekter for OBB, men heller sette inn en tilleggstransformator.

Den nye transformatoren vil kunne muliggjøre elektrisk oppvarming på eksisterende anlegget. Ved å koble tilleggstrafoen i parallell med den gamle trafoen vil man få høyere driftssikkerhet. Det vil også være hensiktsmessig for OBB med tanke på produksjonsutvidelser og andre utvidelser. Dette er utvidelser som belysning, kraner, blandeverk, varmebord, kompressorer, elbil-ladere og annet utstyr. Ved en overgang til elektrisk oppvarming vil den årlige besparelsen være på 112 000,- kr, og veiledende totalpris på tilleggstransformatoren med tilhørende installasjoner vil ligge på 850 000,- kr. (Vedlegg 9 - Beregninger av besparelse ved el overgang). Tilbakebetalingstiden på tilleggstransformatoren, uten elektrisk oppvarmingskilde, vil ligge på 7-8 år. (Vedlegg 10 - Trafopris og beregning av besparelse). Gassanlegget som brukes i dag kan lett omstilles til elektrisk, ved at man bytter gasskjelen med ekvivalente elkjeler slik at man får dekket varmebehovet.

Tensio TN AS har blitt kontaktet angående transformatorstasjonen (66/22 kV) på Skogmo og om muligheten til å øke lastuttaket. På lengre sikt vil denne stasjonen oppgraderes, og OBB kan øke lastuttaket med oppimot 1 MW uten å betale anleggsbidrag. (Vedlegg 11-Skjermdump av e-post utveksling med Tensio TN AS). På kortere sikt derimot er dette trolig ikke mulig ettersom transformatorstasjonen på Skogmo har lite ledig kapasitet i dag.

4.2.3 Trinnutkobling av deler av anlegget

En annen måte for OBB å øke kapasiteten til produksjon, samt gå over til elektrisk oppvarming er gjennom et trinnutkoblingssystem. Den elektriske oppvarmingen kan komme fra eksisterende elkjele, og en tilleggselkjele på 150 kW som koster 100 000 kr. (Vedlegg 12-Skjermdump av e-post utveksling med SGP Armatec AS). Etersom OBB har en elkjele i dag på underkant av 100 kW, slik blir det totale oppvarmingspotensialet til 250 kW. Dette vil muliggjøre hel elektrisk oppvarming av anlegget til OBB, men som tidligere nevnt blir det lite ledig kapasitet på den nåværende trafoen.

Trinnutkoblingen skal fungere slik at man kobler ut oppvarmingen i deler av fabrikkens i perioder med høyt effektuttak. For eksempel hvis en eller flere kraner blir løfter samtidig, så vil varmen i deler av anlegget bli redusert eller slått av under løftene. Dette systemet vil også muliggjøre at man bruker eksisterende gasskjeler i perioder med høyt effektuttak, slik at man alltid vil dekke varmebehovet. Man kan også ved bruk av et slikt system redusere de kostbare effekttoppene. Det vil også være en årlig besparelse ved overgang til hel elektrisk oppvarming på 112 000 kr. Avhengig av om elkjelene skal ta hele oppvarmingen på bekostning av perioder med redusert oppvarming, eller om man skal beholde gassanlegget for bruk under høyt effektuttak i produksjon. Derfor vil tilbakebetalingstiden på den 150 kW tilleggselkjelen være på 1-2 år, avhengig om den dekker hele eller halve oppvarmingsbehovet. (Vedlegg 13Tilbakebetlingstiden for elkjelen ved full-og halv el-oppvarming).

4.3 Varmekilde løsninger

Denne analysen tar for seg potensielle alternativer som kun leverer energi i form av varmeenergi. Man kan skape varmeenergi på mange forskjellige måter, enten gjennom fossilt brensel, stråling eller naturlige og bærekraftige energikilder. Siden problemstillingen omhandler bærekraft, er kun grønne alternativer analysert. Analysene baserer seg på data som produsenter har tilgjengelig på sine nettsider. I dette delkapittelet er det også lagt ved teknisk data til de forskjellige produktene som blir brukt i analysen. Gjennom tidlige evalueringer i arbeidet med oppgaven var det tydelig at det var to alternativer som kunne være aktuelle for OBB ettersom disse kunne levere nok effekt i tillegg til å være bærekraftige.

4.3.1 Biovarme/bioenergi:

Produktet vi har valgt å bruke i analysen er en 200 kW brenner fra ETA Norge (vedlegg 14 – ETA HACK VR 250). Produktet har en virkningsgrad på 92-94%, noe som er svært bra sammenlignet med andre brennere på markedet. OBB bruker ca. 200 kW/h til oppvarming i vinterhalvåret, som tilsvarer om lag 2300 kWh/dag (ved 12 timers oppvarming) (vedlegg 15 – Energiforbruk februar 2020). En 250 kW brenner kan levere nærmere 3 000 kWh/dag og er derfor godt egnet som en varmekilde (Vedlegg 16 - Oppvarmingsbehov februar 2020). Produktet benytter seg av et vannbårent

fordelingssystem. Et vannbårent fordelingssystem fungerer slik at oppvarmet vann fraktes rundt i rør og ut til vifter. Oppvarmingen av vannet kommer fra forbrenningen av pellets. ETA mener at det skal være mulig å beholde det eksisterende varmfordelingssystemet ved et eventuelt bytte av varmekilde. Det er et forbehold om at det kan forekomme ekstra kostnader tilknyttet modifiseringer på fordelingssystemet slik at det fungerer optimalt med en pelletsbrenner. Enova deler ut støtte ved kjøp og installasjon av pelletsbrennere. De gir 1700 kr/kW installert effekt, noe som betraktning senker utgiftene ved et eventuelt kjøp (Enova, 2021).

En negativ faktor med pelletsbrennere er prisutviklingen på pellets. Prisene på pellets var i mange år ganske lave, men har økt de siste årene. Denne utviklingen var uventet i forhold til tidligere rapporter angående lønnsomheten til pelletsbrennere. I en rapport fra Nobio (Norges bioenergiforening) opplyser de om at øre/kWh i 2012 ved kjøp av bulk, lå på 31,3. I 2016 hadde øre/kWh økt til 35,3 (vedlegg 17 - Pris pellets Nobio) Det er heller ikke forventet at prisene kommer til å synke i nær fremtid.

Prisen i kr/kWh vil ved en forbrenningsgrad på 93% ligge på 0,38 kr/kWh. Propangassens pris ligger på 0,684 kr/kWh. Dette gir en tilbakebetalingspris på ca. 0,6 år etter støtte fra Enova (figur 11). Prisen på andre utbygninger knyttet til systemet, samt prisutviklingen på pellets, vil være sentralt for totalkostnadene ved en eventuell realisering. Denne vurderingen vil bli gjort i resultatdelen av oppgaven.

Kostnads analyse biovarme		
Pris for installasjon og brenner	500 000	kr
totalt oppvarming 2020 gass	394 740	kWh
pris for gass 2020	270 000	kr
forbrenningsgrad	93	%
øre per kWh pellets (bulk)	0,353	kr
øre per kWh pellets (bulk) ved 93% forbrenning	0,378	kr
pris ved biovarme i 2020	149 097	kr
penger spart ved biovarme 2020	120 903	kr
tilbakebetalingstid før støtte midler	4,1	år
Støtte fra Enova per kW installert effekt	1 700	kr/kW
Installert effekt	250	kW
Totalt støtte	425 000	kr
Tilbakebetalingstid etter støtte	0,6	år

multipliserer verdien i cellen over med 1,07 pga forbrenningsgraden
multipliserer verdien i cellen over med total oppvarming 2020

prisen for gass 2020 minus pris for biovarme 2020

pris for installasjon og brenner delt på penger spart

Multipliserer støtte kr/kW med installert effekt

pris for installasjon og brenner delt på totalt støtte

Figur 11 - Kostnadsanalyse biovarme

4.3.2 Grunnvarme:

Grunnvarme som er hentet fra berggrunnen eller fra grunnvann er et alternativ til propangassen. Grunnvarmesystemer jobber sammen med en varmepumpe for å produsere varme. Nye varmepumper er svært effektive og har høy varmfaktor. Med dette menes det at varmepumpene leverer mer effekt, i form av varme, enn den tilførte elektriske effekten. En typisk varmepumpe vil i dag ha en varmfaktor på 5, som vil si at ved bruk av 1 kW strøm vil den produsere 5 kW i form av varme. Den største forutsetningen for å kunne drifte et grunnvarmesystem er at du må ha stabil og varm nok omgivelsestemperatur i bakken eller grunnvannet. Ved bytte til et grunnvarmesystem vil man få senket CO₂ utslippene med hele 99 % (Vedlegg 18 – CO₂ utslipp fra grunnvarme).

Flere større anlegg i Norge varmes i dag opp ved hjelp av grunnvarme, Oslo lufthavn og Akershus universitetssykehus for å nevne noen. Vi kontaktet Daniel Værås fra DV Rørservice for å høre hva OBB ville trenge av utstyr for å kunne ta i bruk grunnvarme, og kostnadene ved utførelse. Det ble opplyst at for å kunne dekke behovet på maks 250 kWh vil man trenge om lag 17 energibrønner på et område på 300 m². En typisk energibrønn med varmepumper og tilhørende installasjon av disse vil ligge på 100 000 kr per brønn. Det skal presiseres at det er mange faktorer som har innvirkning på denne prisen, som type berggrunn, beliggenheten til anlegget, varmefordelingssystemet i bygget og mer. Det ble derfor anslått at en slik installasjon vil ha en veiledende pris på 1,7-2,0 millioner kroner før eventuelle støttebidrag.

Prismessig vil der være billigere å drifte et grunnvarmeanlegg enn et propananlegg, med tanke på at prisen pr kW produsert er mye billigere enn ved propanfyring (Vedlegg 19- Kostnader grunnvarme vs gass). Enova gir for øvrig støtte på opptil 45% av investeringskostnadene (Enova, 2021). Dette gjør at anlegget kan koste OBB omtrent halvparten av prisen, noe som igjen gir en drastisk kortere tilbakebetalingstid. Eksempelvis fikk Mandal AS 320 000 kr i støtte for et anlegg som leverte 475 518 kWh. Enova oppgir på sine sider at de gir støtte til varmepumper på 1600 kr/kW. Dette vil bety at OBB i teorien vil få en støtte på om lag 400 000 kr (Vedlegg 20 - Støtte fra Enova). Prisen i kr/kWh ligger på om lag 0,08 kr for grunnvarme systemet, kontra propangassens 0,68 kr/kWh. Ut ifra disse tallene har vi funnet at tilbakebetalingstiden på anlegget vil ligge på mellom 5,5 – 6,7 år, etter eventuell støtte fra Enova (figur 12).

Grunnvarme kost/nytte-analyse					
Pris grunnvarmeanlegg min	1 700 000	kr		pris el	0,4 kr/kWh
Pris grunnvarmeanlegg maks	2 000 000	kr		pris gass	0,684 kr/kWh
Totalt oppvarming 2020 gass	394 740	kWh			
Pris for gass 2020	270 000	kr			
Fordelingsforhold varmepumpe	1 til 5				
Pris pr kWh grunnvarme	0,08	kr		<i>se vedlegg 22 for utregning</i>	
Pris ved grunnvarme i 2020	31579,2	kr		<i>multipliserer 0,08kr med antall kWh brukt til oppvarming</i>	
Penger spart ved grunnvarme 2020	238 421	kr		<i>Pris for gass 2020 minus pris for grunnvarme 2020</i>	
Tilbakebetalingstid min	7,1	år		<i>minsteprisen delt på penger spart ved grunnvarme</i>	
Tilbakebetalingstid maks	8,4	år		<i>maksprisen delt på penger spart ved grunnvarme</i>	
Støtte fra Enova per kW installert effekt	1 600,0	kr			
Installert effekt	250,0	kW			
Total støtte	400 000,0	kr		<i>Støtte per kW installer effekt multiplisert med installert effekt</i>	
Tilbakebetalingstid min etter støtte	5,5	år		<i>(pris min - total støtte)/penger spart ved grunnvarme 2020</i>	
Tilbakebetalingstid maks etter støtte	6,7	år		<i>(pris maks - total støtte)/penger spart ved grunnvarme 2020</i>	

Figur 12 - Kostnadsanalyse grunnvarme

5 Resultat

5.1 Resultat av kapasitetsøkende løsninger

Ut ifra den reduserte produksjonen i dag er det mulig å installere en hel elektrisk oppvarming, men sett i forhold til normal drift og den økende produksjonen vil dette vise seg å være problematisk. Ettersom man vil komme opp mot ytelsen på transformatoren, og ha lite ledig kapasitet til videre utvidelser som nevnt i analysen. Derfor må man ha et utkoblingssystem hvor man slår av deler av anlegget ved høyt lastuttak fra kraner eller annet maskineri. Da vil man unngå muligheten for at effektbryteren slår ut, samt redusere effekttoppene. Ettersom effekttariffen tar utgangspunkt i den høyeste effekttoppen (kWh) målt i en time i den foregående måneden, kan dette bli en stor besparelse. Det vil også som nevnt tidligere være hensiktsmessig å ha et hybrid varmesystem, hvor man kan bruke elkjeler som grunnlast og gasskjeler som topplast. Alternativt ved høyt lastuttak i produksjonen bruke gasskjelene som grunnlast og elkjelene som topplast. Dette hybridsystemet kan være et alternativ, ettersom det er blant annet elkjeler allerede installert på varmesystemet. Derfor kan hybridoppvarmingen bli løsningen på veldig kort sikt frem til man installerer andre mer energieffektive varmekilder. Trinnutkoblingen av deler av anlegget vil trolig fortsatt være en del av sluttløsningen på grunn av fordelene den tilfører.

Transformatorstasjonen på Skogmo har for lite ledig kapasitet til å muliggjøre en økning i lastuttaket for OBB. Det vil da heller ikke være mulig å installere en tilleggstransformator, og parallell koble den med det eksisterende anlegget på kort sikt. Tensio TN AS opplyser om at det på lengre sikt er mulighet for å øke effektuttaket med underkant av 1 MW uten anleggsbidrag. Derfor vil en tilleggstransformator være en løsning på lengre sikt med tanke på robustheten i det elektriske anlegget. Tilleggstrafoen vil også muliggjøre utvidelser av produksjonen for å møte produksjonsetterspørselen i framtiden

5.2 Resultat av Energibesparende løsninger

Portene er som nevnt de største energityvene i bygget og vil derfor være sentrale for å hindre unødvendig energiforbruk. Den raskeste og enkleste løsningen er å sikre bedre rutiner rundt lukkingen av portene. Det burde også installeres en port åpner på utsiden av bygget for å forhindre at ansatte må inn i bygget for å kunne lukke portene. Portene er som sagt veldig dårlig tilpasset og burde enten byttes ut eller forbedres. Den øverste delen av porten betraktes som det største problemet med porten siden denne aldri lukkes helt og har store glipper. Det vil være essensielt at disse byttes ut, for å hindre ytterligere varmetap. Denne kan for eksempel byttes ut med en hangarport. For at de ansatte skal få bedre rutiner vil det være aktuelt å utføre nødvendige forbedringer på porten, for å hindre irritasjon over at den er treg å åpne. Et tiltak for luftstrømmene mellom spylehallen og produksjonshallen kan være å installere en plastgardin for å hindre varmetap langs taket. Dette vil ikke hindre kranen i å bevege seg langs taket.

Videre kan det være aktuelt å installere vifter i taket for å blåse den varme luften langs taket, ned til bakkenivå. Viftene var før installert rett over elementene, mens de nye vil være installert i midtgangen. Da vil den varme luften blåses mot gulvet og ikke direkte mot betongelementene. Dette forhindrer at betongelementene blir ødelagte.

5.3 Resultat Energikilder og varmekilder løsninger

Ingen fornybare energikilder har vist seg å være aktuelle for å øke kapasiteten til OBB. Vindturbin var den eneste potensielle fornybare løsningen, men ut ifra analysen ble denne løsningen uaktuell.

Varmekildene har derimot vist seg å være aktuelle for å kunne erstatte gassbrenneren. Første løsningen fra analysen av varmekilder var pelletsbrenneren. ETA oppgav at pelletsbrenneren og installasjon av denne kommer på 500 000 kr. Dette er en veiledende pris som ikke tar for seg modifikasjoner av det eksisterende varmedistribusjonssystemet. Systemet burde kunne dekke behovet til OBB og er et mye grønnere alternativ enn propangass. Prisen ligger på om lag 0,38 kr/kWh ved bruk av pellets, kontra propangassen pris på 0,68 kr/kWh. Enova skal kunne bidra med støtte opp mot 425 000 kr. Ut ifra disse tallene har vi kommet frem til en tilbakebetalingstid på 0,6 år. Det er ikke tatt med kostnader tilknyttet vedlikehold og service i beregningen. TCO for denne installasjonen er vanskelig å finne på bakgrunn av manglende informasjon fra produsenter og eventuelt driftsmønster ved bruk. TCO for pelletsbrenneren ansees å bli en del høyere enn installasjonskostnaden, på bakgrunn av ustabil pelletsmarked og krav om hyppig vedlikehold. Oppgaven har som problemstilling å gjøre OBB grønnere, dog uten å gå på kompromiss med oppvarmingsmulighetene til OBB. En biobrenner løser altså denne oppgaven og til en billigere pris enn dagens gassbrenner.

Neste potensielle varmekilde for OBB er grunnvarme. Det er opplyst fra DV Rørservice at et oppvarmingssystem som vil dekke OBB sitt oppvarmingsbehov vil koste om lag 1,7- 2,0 millioner kroner. Videre opplyses det at varmedistribusjonssystemet trolig slipper modifikasjoner, men det kan ikke garanteres før systemet har blitt sett på nærmere. Grunnvarme er svært mye grønnere enn dagens alternativ og løser derfor oppgaven. Prisen ligger på om lag 0,08 kr/kWh for grunnvarme systemet, kontra propangassens 0,68 kr/kWh. Enova skal kunne bidra med støtte oppmot 400 000 kr. Ut ifra disse tallene har vi funnet at tilbakebetalingstiden på anlegget vil ligge på mellom 5,5 til 6,7 år. Dette er en relativt kort tilbakebetalingstid. Det skal opplyses om at det kan forekomme løpende kostnader i form av vedlikehold, men denne kostnaden er relativt lav. TCO er heller her ikke veldig lett å finne på bakgrunn av manglende informasjon på vedlikeholdskostnader. TCO for grunnvarme ansees å ikke ligge mye høyere enn den initiale investeringen for installasjonen, siden systemet krever lite vedlikehold og har lang levetid. Det bør for øvrig legges vekt på at denne løsningen er svært miljøvennlig, som bør veie opp for investeringen og vedlikeholdskostnadene. Løsningen er også mer langsiktig enn pelletsbrenneren og gir en mer forutsigbar ytelse og driftskostnader.

6. Diskusjon

Spørsmål angående FNs bærekraftsmål opp mot industri

Som nevnt i teoridelen har FN utarbeidet 17 bærekraftsmål som skal bidra til å sikre at menneskeheten skal kunne leve godt, både i dag og i fremtiden. Målene er anerkjente over hele verden og har ført til at blant annet industrinæringen har fått et økt fokus på å kunne nå målene, gjennom fremtidige målsetninger og målrettede strategier. Flere bedrifter har et tydelig fokus på å nå målene og reklamere at de er grønnere enn andre konkurrenter. Det er spesielt FN's bærekraftsmål 7, 9, 12 og 13 som har innvirkninger på industri bedrifter.

Mål 8 "Ren energi til alle", tar hovedsakelig for seg menneskers tilgang på energi, og da spesielt med søkelys på ren energi. Det som ansees som viktig for oss i denne delen er energi industriens krav til å levere strøm til alle kunder. Det fører til at energi industrien må bygge ut mye mer og samtidig prøve å sikre sine kunder renere energi enn det de kanskje tilbyr i dag. Dette gjør igjen at mindre aktører med lite kapital taper mot større selskaper. Det kan føre til monopol/oligopol lignende tilstander på energiproduksjonen og muligens også i distribusjon i flere land i verden, noe som kan ansees som både positivt og negativt. Positivt i den form at et selskap nå drifter hele systemet og derfor stiller ansvarlig for alt, og på den negative siden er det få eller ingen andre aktører som kan konkurrere på markedet. Altså kan dette bærekraftsmålet ha både positive og negative påvirkninger på den delen av industrien som er energiavhengig verden over.

Mål 9 "Industri, innovasjon og infrastruktur" er tatt med siden den direkte omhandler industri og tar derfor med seg alle verdens industriselskaper, deriblant OBB. Målet legger vekt på blant annet utvikling av ny og bedre infrastruktur, finansielle godtgjørelser for bedrifter, fremme industrialisering og omstilling av næringsliv mot mer bærekraftige- og miljøvennlige løsninger. Dette målet påvirker alle industribedrifter, underleverandører og andre aktører som jobber tett på bedriftene. Norge har i dag flere tiltak som skal sikre at industribaserte bedrifter skal kunne omstille seg mot bærekraft. Et av tiltakene er Enova, som gir økonomisk støtte til bedrifter som skal ta i bruk bærekraftige alternativer. Målet i seg selv krever at flere stater har økonomisk kapasitet til å kunne foreta omstillingen, noe som mange land i verden ikke har mulighet til å gjøre. Dette gjør at de landene med nok kapital kan utføre endringene, som fører til at de landene som ikke har kapitalen ikke vil kunne bidra til endringene. Det vil derfor være de landene med størst kapital som må bære den økonomiske vekten av det grønne skiftet. Krav til ombygning av gamle industribygg vil være kostbart for bedrifter, noe som gjør at de potensielt vil ha utfordringer med å vokse. Samtidig kan vi se på de økonomiske innvirkningene fra for eksempel COVID-19 og hvordan sykdommen har rammet verdensøkonomien og industribedrifter. OBB har hatt mindre produksjon i både 2020 og 2021, som følge av mindre oppdrag, som igjen trolig stammer fra den økonomiske nedgangen etter COVID-19. Disse forventede endringene kan derfor føre til betydelig risiko for flere industribedrifter.

Mål 12 “Ansvarlig forbruk og produksjon” er tatt med siden målet omhandler industriens krav om mindre forbruk og mer bærekraftig produksjon. Målet omhandler blant annet å redusere avfallsmengder, redusere matsvinn, miljøvennlig forvaltning av alle former for avfall, stimulere selskaper til å ta i bruk bærekraftige metoder og legge frem sine utslipp som en del av sine rapporter. Det som ansees som interessant i dette punktet er hvilke innvirkninger disse målene vil ha på bedrifter som OBB. Dette er bedrifter som jobber med å produsere ting som er krevende å gjenvinne, samt industrier som behandler avfallet av produktene. For at betong skal kunne gjenvinnnes må de være produsert såpass rent at eventuelt avfall kan brukes på ny uten at det er risiko for potensiell forurensning av produkter bygd med gjenvunnet avfall. Dette kan føre til at OBB blant annet må bruke nye betongblandinger for å få et ønsket resultat. De nye blandingene kan bestå av materiell som koster mer, noe som igjen gjør at elementene vil bli dyrere å kjøpe; dette gjelder dog alle aktører på markedet. Industrier som behandler avfall som betong må også forbedre sine måter å resirkulere materialene, siden mange betongelementer inneholder isolasjon som må skilles ut fra materialene. Dette krever nye innovative løsninger og derfor potensielt nytt utsyr som vil komme til å være kostbart for bedriftene. Klima og miljødepartementet kunngjorde i 2020 at de hadde satt et mål om at 70% av alt bygg og anleggsavfall skal gjenvinnnes (Daler, 2020).

Siste bærekraftmålet som er relevant for industrinæringen er mål 13 “stoppe klimaendringene”. Norsk industri står for om lag 23% av alle klimautslipp i Norge i dag (Miljødirektoratet, 2020). Mange industriselskaper, som OBB, driver også med transport av sine varer. Transport alene står for 30% av alle klimautslippene i Norge (SSB, 2019). Denne prosentandelen inneholder mange andre former for transport og reflekterer ikke bare industribedrifter, men de er fortsatt en del av prosentene. Det vil derfor være aktuelt i fremtiden å endre formen for transport for industribedrifter slik at utslippene senkes. ASKO Midt-Norge har for eksempel tatt i bruk en lastebil som går på hydrogen som alternativ til tradisjonelle lastebiler. Det vil derfor kreves store investeringer fra både staten og industribedriftene for å senke utslipp. Dette gjør at selskapene får en økonomisk byrde for å kunne endre sine produksjonsmetoder. OBB, som andre firmaer her til lands, bruker gass til oppvarming, noe som gir store utslipp. Som nevnt tidligere slipper de ut over 100 tonn med CO₂, noe som potensielt vil koste de dyrt i fremtiden om de ikke endrer sin måte å varme opp bygget sitt. Dette bærekraftmålet er kanskje det viktigste, men også det målet som vil føre til størst kostnad for staten og industribedrifter verden over. Ansvarer faller derfor på de kapitalsterke landene i verden å finansiere og implementere endringene.

Får OBB et konkurransefortrinn ved å bli grønnere?

Ved å systematisk jobbe for å bli grønnere og mer bærekraftig vil OBB sikre både et konkurransefortrinn, og et potensielt bedre driftsresultat. Markedet krever i dag at bedrifter i større grad kan redegjøre for sine utslipp, dette gjøres ofte med et klimaregnskap. Dette klimaregnskapet kan videre brukes som et verktøy for å kutte direkte og indirekte utslipp. Staten gir også tilskudd til bedrifter for å bli grønnere med blant annet selskap som ENOVA, som gir ut støtte for å installere mer energieffektive oppvarmingsystemer. Dermed kan OBB kutte energibruken og kostnadene på disse områdene. Man kan videre redusere svinnet i produksjonen, og omsette «avfallsproduktene» til et annet nyttig produkt. (NHO, 2020). Dette vil også passe godt inn i LEAN-filosofien til OBB, fordi den omhandler å kutte unødvendig kostnader og svinn. Det er også flere studier de siste årene, som viser at ledende bærekraftige bedrifter har gjennomsnittlig bedre driftsresultat enn konkurrentene (Gabrielli & Sandberg, 2020).

OBB kan videre bruke klimaregnskapet til å vise hvor grønn bedriften er som reklame. Markedet som nevnt tidligere krever at bedrifter er grønne, og OBB vil derfor være tjent med å være grønnere. De vil være også mer attraktive til å levere betongelement og betongbygg enn andre leverandører. Kjøperne vil også ha mulighet til å reklamere med at de har et grønnere bygg enn andre innenfor sitt marked.

I tillegg til myndighetene vil også banker og eiere stille krav til bærekraftige løsninger. Tilgang på kapital og videre muligheter for vekst og lønnsomhet krever at man innfrir grønne krav. De som tidlig forstår nye miljøkrav i sin bransje og raskt legger om sine forretningsmodeller/drift vil kunne sikre sin posisjon i markedet og lønnsomhet. Bedriftene vil få en omstillingsperiode, men om få år må næringslivet betale for sitt utslipp. Dette vil bidra til raskere omstilling, med andre ord vil miljøinvesteringene raskere bli lønnsomme vurdert opp mot kostnaden av CO₂ kvotene.

Innvirkningen på industrien ved ny lovfesting av CO₂ utslipp

EU innførte klimakvoter i 2008 og inngår i en del av EØS-avtalen Norge er en del av i dag (miljødepartementet, 2020). Klimakvoter er en varierende pris man må betale per tonn med CO₂ man slipper ut. Hvis bedrifter eller land ikke overholder forpliktelsene sine vil det bli innført sanksjoner mot disse, gjerne i form av et gebyr. Klimakvotene har økt kraftig de siste årene, noe som har ført til store kostnader for enkelte land og bedrifter. Mellom 2018 og 2021 har den økt med nesten 400%, og det er forventet at den vil fortsette å øke de kommende årene (Vedlegg 21 - Klimakvoter). Klimakvotepriisen i EU har i 2021 til nå ligget på 374 kr/tonn i snitt, mens den norske klimakvoten har ligget på 591 kr/tonn (Brenna, 2021). Dette gjør at den totale klimakvotekostnaden så langt i år ligger på 965 kr/tonn CO₂. Det er forventet at denne prisen vil være doblet innen 2030. Dette vil komme til å koste industrinæringen mange millioner i årene som kommer. Altså er det billigere å sikre seg lavere utslipp

så tidlig som mulig enn utsette det til senere. Dette bør være et bra insentiv for industribedrifter som OBB til å omstille virksomheten så tidlig som mulig. Det er foreløpig en lav kostnad ved CO₂ utslipp. Som et eksempel på viktigheten av et tidlig bytte kan vi se på OBB sine klimavoteutgifter i dag kontra 2030. I dag har OBB et utslipp på 131,4 tonn CO₂ ved produksjon og oppvarming, dette koster dem 126 800 kr. Dette tallet inneholder ikke utslippene tilknyttet transport. Hvis prisen dobler seg til 2030 vil det koste dem 253 600 kr. Dette eksempelet gjelder kun OBB, som er en relativt liten industribedrift sammenliknet med andre i verden, men reflekterer også hva andre industribedrifter kommer til å oppleve hvis de ikke senker utslippene sine.

Er strømmettet i Norge bra nok?

Kraftnettet i Norge trenger en overhalling over de neste 10 årene for å kunne levere forventet forbruk, og rett opp på områder som ikke har redundant kraftforsyning. Det er flere områder i Norge som opplever hyppige strøbrudd, og som er sterkt belastet. Denne belastningen av nettet vil øke i årene fremover på grunn av blant annet økningen i elbiler i den norske bilparken og generelt økende etterspørsel. Et av tiltakene som har kommet i dag er smarte elbil-ladere, disse kan fordele lastuttaket avhengig av hvor mange biler som er tilkoblet. Disse laderne kan også lade når strømprisen er lavest, altså når nettet er minst belastet. Slike tiltak minsker tap i nettkvaliteten, og man slipper flere tidligere oppgraderinger i nettet som kan kreve anleggsbidrag.

Det er også flere industriområder med sterkt belastet strømmett, slik som man har på Skogmo, hvor OBB er plassert. Som nevnt tidligere i teori/innledning må OBB bruke gassoppvarming, slik at tilgjengelig lastuttak går rett til produksjon. OBB må som en av mange bedrifter i Norge benytte seg av gassoppvarming på grunn av manglende kapasitet i nettet. Strøm har betraktelig lavere CO₂ utslipp per kWh enn gass, og det vil være bedre for miljøet å gå bort fra gassoppvarming. Dette er som nevnt ikke mulig flere steder i Norge, og vil derfor kreve overhallinger eller oppgradering av distribusjonsnettet for å muliggjøre elektrisk oppvarming. Andre faktorer som påvirker nettkapasiteten er unødvendig lastuttak samtidig, noe som nettselskap har satt tiltak imot. Et tiltak satt i gang av nettselskaper i Norge er effekttariffer, disse skal forhindre unødvendig lastuttak. Da kan man redusere eller holde av antall kostbare utbygninger i distribusjonsnettet (Valmot, 2020).

Derfor kan en se at strømmettet i dag ikke er bra nok, ettersom OBB og trolig flere andre bedrifter må benytte seg av blant annet gassoppvarming. Det har blitt planlagt flere overhallinger på strømmettet i Norge, og NVE har estimert investeringen i kraftnettet i perioden 2018-2027 vil komme på 135 milliarder kroner. (NVE, 2018)

7. Konklusjon

Gjennom oppgaven har vi tatt for oss hvordan OBB opererer i dag og hvordan selskapet gjennom endringer kan senke sine utslipp og med det bli en grønnere bedrift. Problemstillingen som ble presentert: *Hvordan kan OBB bli en grønnere bedrift?*

Samt underspørsmålene som skulle hjelpe med å bedre besvare oppgaven: *Hvordan redusere forbruket av fossilt brensel? Hvordan redusere det totale CO₂-utslippet per produserte enhet?*

I startprosessen av prosjektet fikk vi innsyn i hvordan OBB drifter og varmer opp sin hall. Resultatet av innsynet vi fikk, var at det var flere aspekter ved driften som potensielt kunne forbedres. Videre ble det foretatt en analyse av de mulige forbedringsområdene som kunne bidra til å senke utslippet av CO₂ og øke kapasiteten, som har gitt flere alternativer å velge imellom.

Resultatene som er presentert kan alle bidra til å besvare problemstillingen, men på forskjellige måter. Første tema er de energibesparende løsningene. Her har vi kommet frem til 4 forskjellige løsninger som kan senke og hindre varmeutslipp. Løsningene er: automatiserte porter, plastgardin, takvifter og hangarporter.

Portene kan automatiseres slik at de lukker seg etter bruk og forhindrer ytterligere varmeutslipp. En PLS er allerede installert og det vil derfor ikke være noen store kostnader tilknyttet denne løsningen. Plastgardinen skal plasseres over skilleveggen mellom spylehallen og produsjonshallen i hall 1, og har som hensikt å hindre luftstrømmer mellom hallene. Takvifter vil kunne føre den varme luften langs taket ned til bakkenivå slik at varmen blir bedre utnyttet enn den er i dag. Hangarportene er ment til å erstatte den øverste delen av hovedporten for å få en raskere åpning og lukking, som resulterer i mindre varmetap. Alle disse løsningene vil redusere gassforbruket siden det vil kreves mindre oppvarming.

Neste tema er varmekilde løsninger. Her har vi kommet frem til to forskjellige løsninger: biovarme og grunnvarme. Begge løsningene kan implementeres raskt og er et grønnere alternativ enn gassoppvarmingen. Det som skiller disse to løsningene er kostnader tilknyttet installasjon og drift av systemene.

Biovarme løsningen er en 250 kW pelletsbrenner fra ETA. Den vil koste om lag 500 000 – 750 000 kr for innkjøp og montering. Videre er det påfølgende driftskostnader i form av vedlikehold og pellets. Vedlikeholdskostnadene avhenger av bruken av systemet og kan variere basert på sesong. Kostnaden for fyring med pellets ligger på 35,3 øre/kWh, sammenlignet med gass på 68 øre/kWh.

Tilbakebetalingstiden på systemet ligger på 0,6 år etter støtte fra Enova, men avhenger av prisen på installasjonen. Resultatet av denne løsningen er et klimanøytralt CO₂-utslipp tilknyttet oppvarming. Beregninger presenteres i kapittel 4.3.1.

Grunnvarme løsningen innebærer en installasjon av et grunnvarmeanlegg og varmepumper. Løsningen har en veiledende pris på 1,7 – 2,0 millioner kr og leverer 250 kW. Det vil være få påfølgende driftskostnader siden systemet krever veldig lite vedlikehold. Kostnaden for fyring med et grunnvarmeanlegg vil ligge på om lag 8 øre/kWh. Tilbakebetalingstiden på systemet vil ligge på om lag 5 til 7 år etter støtte fra Enova. Resultatet av denne løsningen vil gi et CO₂ utslipp som er 99% lavere enn fra gassoppvarming. Beregninger presenteres i kapittel 4.3.2.

Dersom bedriften har et mer kortsiktig driftsperspektiv og ikke er følsomme på pelletspriser vil en pelletsbrenner være et bra alternativ. Dersom bedriften har et lengre perspektiv og er følsomme på endringer i driftskostnader vil grunnvarme være å foretrekke.

Siste tema er kapasitetsøkende løsninger. Her har vi kommet frem til to forskjellige løsninger: Trinnutkobling og tilleggstrafo. Trinnutkoblingen kan utføres på kort sikt mens tilleggstrafoen er en løsning som kan være aktuell på lengre sikt. Begge disse løsningene vil redusere CO₂-utslippet, ettersom strøm slipper ut 0,017 kg/kWh mot gass som slipper ut 0,274 kg/kWh.

Løsningen med trinnutkobling fungerer slik at deler av anlegget blir utkoblet ved høyt lastuttak. Dette vil muliggjøre elektrisk oppvarming, og redusere effekttopper. Hvis man skal bruke dette som eneste løsningen for oppvarmingen, vil det være en løsning å installere elkjeler til oppvarming og beholde gasskjelen. Da kan man avhengig av lastuttaket, veksle mellom graden av elkjele til gasskjele. Det vil si at ved høyt lastuttak vil man bruke gasskjelene som grunnlast, og elkjelene som topplast til oppvarming. Ved normalt til lavt lastuttak vil man bruke elkjelene som grunnlast, og gasskjelene som topplast. Kostnaden for den løsningen vil være avhengig av det mest optimale forholdet mellom gass- og elektrisk oppvarming. Dette vil igjen avgjøre hvilken størrelse man vil trenge på eventuelle elkjeler. Eksempelvis vil en elkjele med ytelse på 150 kW koste 100 000 kroner, og vil ha en tilbakebetalingstid på 1 til 2 år avhengig om det står for hele eller halvparten av oppvarmingsbehovet. Beregninger presenteres i kapittel 4.2.3.

Løsningen med tilleggstransformator vil være en løsning på lengre sikt, ettersom det vil muliggjøre videre ekspansjon av bedriften. Samtidig vil den muliggjøre elektrisk oppvarming uten å må ha et trinnutkoblingssystem, og man kan fjerne gassoppvarmingen helt. Tensio TN AS har opplyst at det vil være mulighet øke effektuttaket med 1 MW, dette vil være avhengig av antall søknader om økt effektuttak på Skogmo. Denne løsningen har et veiledende prisestimat på 850 000 kr, for installasjon og påkobling til bygget. Ettersom gassanlegget kan bli faset ut helt, vil overgangen til elektrisk oppvarming gi en tilbakebetalingstid på 7-8 år ved elektrisk oppvarming med elkjeler eller liknende. Prisen for den elektriske oppvarmingskilden er ikke med i tilbakebetalingstiden til tilleggstransformatoren. Beregninger presenteres i kapittel 4.2.2.

Tema	Løsning	Tidsomfang	Kostnad (veiledende pris, installasjon og produkt)
Energibesparende	Automatiserte porter	Kan gjennomføres på kort sikt.	Lav kostnad
	Vifter	Kan gjennomføres på kort sikt.	20 000 kr per vifte
	Hangarport	Kan gjennomføres på kort sikt.	Ukjent
	Plastgardin (i øverste del av porten mellom spylehallen og produksjonshallen)	Kan gjennomføres på kort sikt.	Lav kostnad
Varmekilde	Biovarme	Kan gjennomføres på kort sikt.	500 000 – 750 000 kr Støtte: 425 000 kr Levetid +/- 20 år
	Grunnvarme	Kan gjennomføres på kort sikt.	1,7 – 2,0 millioner kr Støtte: 400 000 kr Krever lite vedlikehold og har lang levetid.
Kapasitetsøkende	Tilleggstransformator	Kan gjennomføres på lengre sikt.	850 000 kr
	Trinnutkobling m/tilleggselkjele 150 kW	Kan gjennomføres på kort sikt.	100 000 kr (elkjele)

7.1 Videre arbeid

Videre arbeid vil være blant annet å finne ut når oppgraderingen av transformatorstasjonen på Skogmo vil bli foretatt og finne tillatt eller nødvendig størrelse på en tilleggstransformator. Det bør også foretas videre arbeid om mer nøyaktig priser og hensiktsmessig kombinasjoner av de forelagte løsningene. Ettersom arbeid og eventuelle nødvendige endringer i nåværende oppvarmingsanlegg vil være avhengig av den eller de valgte løsningene. Gjøre detaljerte utregninger på besparelsene til de energibesparende løsningene, for å finne hvilke som er mest hensiktsmessige å implementere.

Referanser

- Alsos, Kristin. (2019). *Sosial dumping*. snl.no. Hentet 12.03.21 fra https://snl.no/sosial_dumping
- Brenna, Anders Lie. (2021). I februar kostet klimakvotene 400 kr per tonn. Hentet 13.04.21, fra <https://enerwe.no/co2-avgift-elektrifisering-klimakvote/i-februar-kostet-klimakvotene-400-kroner-per-tonn/398699>
- Brundtland, Gro Harlem. Khalid, Mansour. Agnelli, Susanna. Al-Athel, Saleh A. Chidzero, Bernard T. G. Fadika, Lamine Mohamed. Hauff, Volker. (1987). *Vår felles fremtid*. T. N. Forlag. <https://www.nb.no/nbsok/nb/de713b07a1f88b51eb090b925e61e4e6?lang=no#0>
- Brænd, Tore J. & Hofstad, Knut. (2020). *Bioenergi*. snl.no. Hentet 18.03.21 fra <https://snl.no/bioenergi>
- Brødrene-Dahl. (2020). *Varmeboka*. B. Dahl. <https://varmefaktor.no/assets/files/Kapittel1.pdf>
- Daler, Runar. (2020). Vil øke gjenbruk av betong. Hentet 13.04.21, fra <https://anleggsmaskinen.no/2020/04/vil-oke-gjenbruk-av-betong/>
- Dokka, Helge. Klinski, Michael. Haase, Matthias. Mysen, Mads. (2009). *Kriterier for passivhus og lavenergibygg - Yrkesbygg*. <https://www.sintef.no/globalassets/upload/byggforsk/publikasjoner/sb-prrapp-42.pdf>
- Energifakta.no. (2021, 07.05.21). *Kraftforsyningen*. energifaktanorge.no. Hentet 18.03.21 fra
- Enova. (2021). *Varmesentraler*. enova.no. <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/varmesentraler/>
- eta.no. *ETA HACK VR 250*. eta.no. Hentet 20.03.21 fra <https://www.eta.co.at/en/products/product-overview/wood-chips/eta-hack-vr-333-500-kw/>
- FN-sambandet. (2017a, 19.04.21). *FNs bærekraftsmål*. fn.no. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>

- FN-sambandet. (2017b, 22.12.2020). *Parisavtalen*. fn.no.
<https://www.fn.no/omfn/avtaler/Miljoe-og-klima/Parisavtalen>
- Gabrielli, Kim. & Sandberg, Tonje. (2020). Lytt til markedet: Bærekraft er toppledernes konkurransefortrinn. <https://e24.no/det-groenne-skiftet/i/LnoVK4/lytt-til-markedet-baerekraft-er-topplederens-konkurransefortrinn>
- Gram, Trond. & Isaksen, Arne. (2020). *Industri*. snl.no. Hentet 17.03.21 fra <https://snl.no/industri>
- Grøn, Øyvind. (2019). *Elektrisk strøm*. snl.no. Hentet 31.03.21 fra https://snl.no/elektrisk_str%C3%B8m
- Grønmo, Sigmund. (2020a). *Kvalitativ metode*. snl.no. Hentet 15.03.21 fra [https://snl.no/kvalitativ metode](https://snl.no/kvalitativ_metode)
- Grønmo, Sigmund. (2020b). *Kvantitativ metode*. snl.no. Hentet 15.03.21 fra [https://snl.no/kvantitativ metode](https://snl.no/kvantitativ_metode)
- Hedegaard, Connie. & Kreutzer, Idar. (2016). *Grønn konkurransekraft*. gronnkonkurransekraft.no.
<https://www.gronnkonkurransekraft.no/files/2016/10/Strategi-for-gr%C3%B8nn-konkurransekraft.pdf>
- Hermansen, Erlend A T. (2020). Kommer Norge til å nå klimamålene? Hentet 08.12.20, fra <https://cicero.oslo.no/no/posts/klima/kommer-norge-til-aa-naa-klimamaalene>
- Hjelseth, Arve. (1998). Samfunnsvitenskapelig metode.
https://www.nb.no/items/URN:NBN:no-nb_digibok_2009030304139?page=17
- Hofstad, Knut. (2013). *Vindkraftverk*. snl.no. Hentet 16.03.21 fra <https://snl.no/vindkraftverk>
- Hofstad, Knut. (2020a). *Fornybare energikilder*. snl.no. Hentet 17.03.21 fra [https://snl.no/fornybare energikilder](https://snl.no/fornybare_energikilder)
- Hofstad, Knut. (2020b). *Standard*. snl.no. Hentet 24.03.21 fra <https://snl.no/standard>
- Hofstad, Knut. (2019a). *Effekt - energi*. snl.no. Hentet 02.04.21 fra [https://snl.no/effekt - energi](https://snl.no/effekt_-_energi)
- Hofstad, Knut. (2019b). *Elektrokjel*. snl.no. Hentet 25.03.21 fra <https://snl.no/elektrokjel>

- Hofstad, Knut. (2019c). *Grunnvarme*. snl.no. Hentet 22.03.21 fra <https://snl.no/grunnvarme>
- Hofstad, Knut. & Rosvold, Knut. (2018). *Fossilt brensel*. snl.no. Hentet 17.03.21 fra https://snl.no/fossilt_brensel
- Jacobsen, Dag Ingvar. (2016). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* (Bd. 3). Cappelen Damm AS.
- Jansen, Arne. (2018). Totale eierkostnader. Hentet 15.05.21, fra <https://ndla.no/nb/subject:25/topic:1:193105/resource:1:110717>
- miljødepartementet, Klima og. (2020). *Hva er klimakvoter?* regjeringen.no. Hentet 13.04.21 fra <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/klima/innsiktsartikler-klima/klimakvoter/id2076655/>
- Miljødirektoratet. (2020). *Klimagassutslipp fra industri*. miljostatus.miljodirektoratet.no. Hentet 13.04.21 fra <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/klimagassutslipp-fra-industri/>
- NHO. (2020). *Lag klimaregnskap for din bedrift*. nho.no. Hentet 15.04.21 fra <https://www.nho.no/tema/energi-miljo-og-klima/klimatiltak-for-bedrifter/artikler/klimaregnskap/>
- Nobio. (2017). *Pris og salgsstatistikk for pellets i Norge*. nobio.no. <http://nobio.no/wp-content/uploads/2019/01/Pris-og-salgsstatistikk-for-pellets-i-Norge-2017.pdf>
- NPD. (2020). *KraftFraLand til norsk sokkel*. npd.no. <https://www.npd.no/globalassets/1-mpd/publikasjoner/rapporter/2020/kraft-fra-land-til-norsk-sokkel/kraft-fra-land-til-norsk-sokkel-rapport-2020.pdf>
- NVE. (2015). *Anleggsbidrag*. nve.no. Hentet 25.03.21 fra <https://www.nve.no/nytt-fra-nve/nyheter-energi/stromforbruk-i-norge-har-lavt-klimagassutslipp/>
- NVE. (2018). *Status og prognoser for kraftsystemet 2018*. https://publikasjoner.nve.no/rapport/2018/rapport2018_103.pdf
- NVE. (2020). *Strømforbruk i Norge har lavt klimagassutslipp*. nve.no. Hentet 25.03.21 fra

- Regjeringen. (2019). *Forbud mot fossil fyringsolje til oppvarming av bygninger*. regjeringen.no. Hentet 13.05.21 fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/forbud-mot-oljefyr--til-oppvarming/id2678986/>
- Regjeringen. (2020a). *Det grønne skiftet i Norge*. regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/klima/innsiktsartikler-klima/gront-skifte/id2076832/>
- Regjeringen. (2020b). *Klimaendringer og norsk klimapolitikk*. regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/innsiktsartikler-klimamiljo/klimaendringer-og-norsk-klimapolitikk/id2636812/>
- Rosvold, Knut A. & Hofstad, Knut. (2019). *Primærenergi*. snl.no. Hentet 17.03.21 fra <https://snl.no/prim%C3%A6renergi>
- Saugstad, Kjell. (2019). *Transformator*. snl.no. Hentet 17.03.21 fra <https://snl.no/transformator>
- skogmoindustripark.no. (2021). *Om oss*. skogmoindustripark.no. Hentet 11.05.21 fra <https://skogmoindustripark.no/om-oss/>
- SSB. (2019). *Transport står for 30 prosent av klimautslippene i Norge*. ssb.no. Hentet 14.04.21 fra <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/transport-star-for-30-prosent-av-klimautslippene-i-norge>
- Statens-landbruksforvaltning. (2014). *CO₂ fra propan eller naturgass*. ngfenergi.no. Hentet 25.03.21 fra <https://ngfenergi.no/klimastyring/co2/co2-fra-propan-eller-naturgass/>
- Statnett. (2021). *Nordisk kraftbalanse*. statnett.no. Hentet 17.03.21 fra <https://www.statnett.no/for-aktorer-i-kraftbransjen/tall-og-data-fra-kraftsystemet/#nordisk-kraftbalanse>
- Thue, Jan Vincent. (2019). *U-verdier*. snl.no. Hentet 17.03.21 fra <https://snl.no/U-verdi>
- toshibavarmepumper.no. *Hva er virkningsgraden til en varmpumpe*. toshibavarmepumper.no. Hentet 17.03.21 fra <https://www.toshibavarmepumper.no/sporsmal-og-svar/hva-er-virkningsgrad-for-en-varmpumpe/>

Valmot, Odd R. (2020). *NVE-sjef Kjetil Lund har lyttet til kritikerne men han vil fortsatt bli kvitt strømtoppene*. tu.no. Hentet 19.04.21 fra <https://www.tu.no/artikler/nve-sjef-kjetil-har-lyttet-til-kritikerne-men-han-vil-fortsatt-bli-kvitt-stromtoppene/499084>

wind-watch.org. *FAQ - Output*. wind-watch.org. Hentet 25.03.21 fra <https://www.wind-watch.org/faq-output.php>

Vedlegg

Vedlegg 1 – Energitetthet propan (Statens-landbruksforvaltning, 2014)

Propan :

1 kg propan gir 3 kg CO₂

1 kg propan inneholder 12,9 kWh

233 gram CO₂ pr kWh

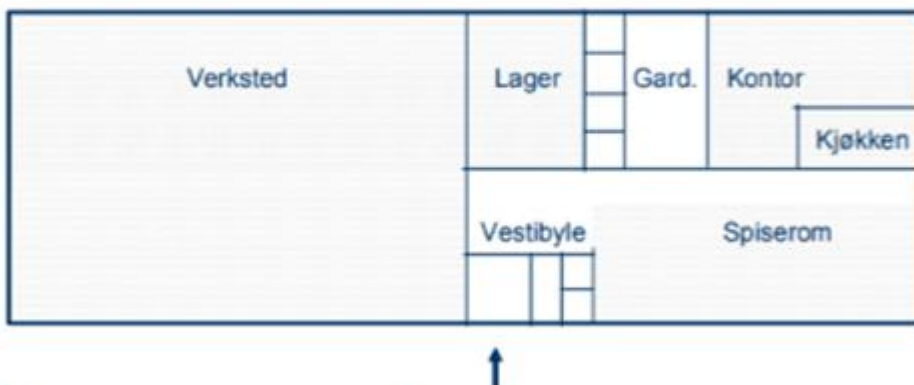
1 kg propan gir liter vann

Vedlegg 2 – Totalt energiforbruk oppvarming

Totalt energiforbruk oppvarming			
Forbruk av gass i 2020	36 000	kg	
Pris per kg gass	7,5	kr/kg	
Energitetthet av gass	12,9	kWh/kg	
Teoretisk forbruk i 2020	464400	kWh	<i>Ved 100% forbrenning</i>
Forbrenningsgrad til gassbrenneren	0,85		
Faktisk energitetthet ved forbrenning	10,965	kWh/kg	<i>multipliserer energitettheten i gass med forbrenningsgraden</i>
Faktisk forbruk i 2020	394740	kWh	<i>multipliserer verdien i cellen over med kg gass brukt 2020</i>
Totale kostnader	270000	kr	
pris i kr/kWh	0,68	kr/kWh	<i>Deler totale kostander på faktisk forbruk 2020</i>

D.12 Lett industri, verksteder

Figur D.21 viser modell for verkstedbygget som er lagt til grunn for beregningene. Med komponentverdiene som angitt i tabell D.32 vil oppvarmingsbehovet bli på 22,3 kWh/m²år (tabell D.33). Verdiene i tabell D.32 kan tilfredsstilles med komponenter som allerede finnes på det norske markedet. Ut fra dette settes kravet for kulturbygg til 25 kWh/m²år.



Figur D.21: Modell av verkstedbygget, med dimensjoner 20 x 60 m. Totalt BRA på 1200 m².

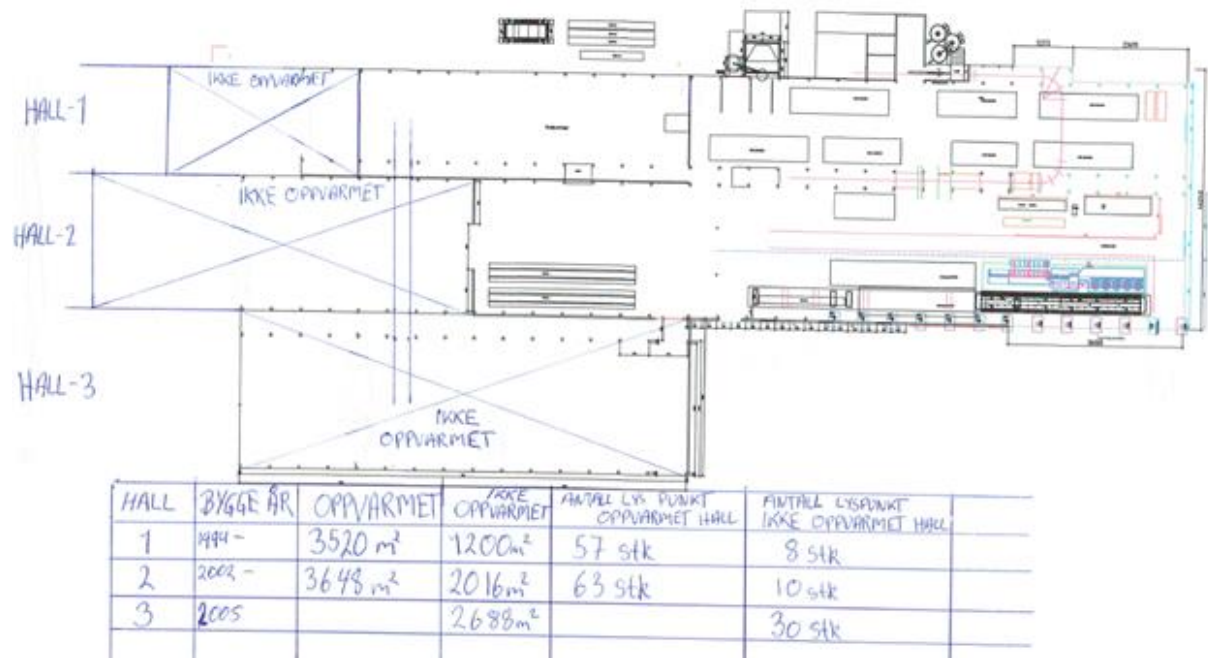
Tabell D.32: Komponentverdier for å nå et oppvarmingsbehov på 25 kWh/m²år.

Komponenter:		Komponentverdier
	U-verdi yttervegg	0,10 W/m ² K
	U-verdi gulv	0,08 W/m ² K
	U-verdi yttertak	0,09 W/m ² K
	U-verdi vinduer	0,80 W/m ² K
	Varmegjenvinning (η)	80 %
Ψ''	Normalisert kuldebroverdi	0,03 W/m ² K

Tabell D.32 Simulert netto energibudsjett for verkstedbygget.

Energipost	Energibudsjett	
	Energiebehov	Spesifikt energiebehov
1a Romoppvarming	26760 kWh	22,3 kWh/m ²

Vedlegg 4 – OBB oppvarmet areal

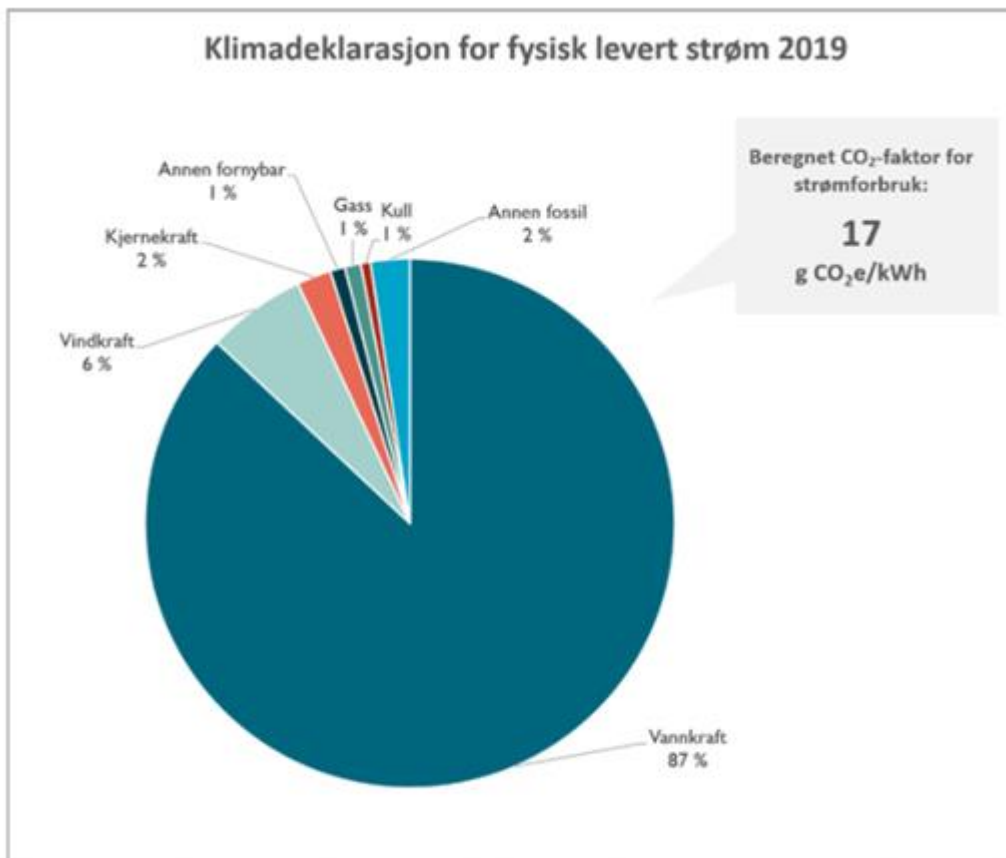


Vedlegg 5 – Effektberegninger Brødrene Dahl (Brødrene-Dahl, 2020)

Grong er det stedet nærmest Overhalla det er foretatt temperaturmålinger.

Klimastasjon	Laveste reg. temperatur C	DUT C	1987 Effektbehov W/m ²	1997 Effektbehov W/m ²	2010/2007 Effektbehov W/m ²
Grong	-27,3	-24	66	44	38

Vedlegg 6 – Utslipp strøm (NVE, 2020)



Vedlegg 7 - Beregning av høyeste strømforbruk i februar 2021

Beregning av høyeste strømforbruket med utgangspunkt i høyeste kWh brukt i en time i februar 2021:

Bruker PF som 0,8 på grunn av blanding av utstyr

3-fase:

$$I = P / (\sqrt{3} * PF * U_n)$$

$$338 \text{ kW} / (\sqrt{3} * 0,8 * 400 \text{ V}) = 609,83 \text{ A} = \underline{\underline{610 \text{ A}}}$$

Vedlegg 8 - Teoretisk høyeste effekttopp

Produksjon på det meste: 350 kW (se vedlegg 11) (610 A)

Oppvarming av bord: $7 \cdot 12 \text{ kWh} = 84 \text{ kW}$ (120 A)

Oppvarmingsbehov (Se vedlegg 19) = 200 kW (290 A)

Total: 684 kW = 1020 A

Vedlegg 9 - Beregninger av besparelse ved el overgang

1 Jan til 2020 Nåværende elektrisk kostnad				1 Jan til 2020 Nåværende gass-kostnad				1 Jan til 2020 Nåværende totalkostnad												
4	El-pris		0,4 kr/kWh	Gasspris		7,5 kr/kg	Gasskostnad		kr	270 000,00	El-kostnad		kr	550 906,40	Total kost		kr	820 906,40		
5	El-forbruk		1 377 266,00 kWh	Gassforbruk		36 000,00 kg	Gasskostnad		kr	270 000,00	El-kostnad		kr	550 906,40	Total kost		kr	820 906,40		
6	El-kostnad		kr	550 906,40	Gasskostnad		kr													
7	Februar el-kostnad																			
8	Tall fra 2021																			
9	Tall fra 2021			Tall fra 2021				Tall fra 2021												
10	El-forbruk		139 752,00 kWh	Gassforbruk		5 870,00 kg	Gasskostnad		kr	44 025,00	El-kostnad		kr	55 900,80	Totalkostnad		kr	99 925,80		
11	El-pris		0,4 kr/kWh	Gass-pris		7,5 kr/kg	Gasskostnad		kr	44 025,00	El-kostnad		kr	55 900,80	Totalkostnad		kr	99 925,80		
12	El-kostnad		kr	55 900,80	Gasskostnad		kr													
13	Beregning av reelle kWh levert av gass																			
14	Tall fra feb.21																			
15	Tall fra feb.21			Reell gassoppvarming		64 364,55 kWh	Total forbruk		204 116,55 kWh	Total forbruk		204 116,55 kWh	El-pris		0,4 kr/kWh	Ny total pris		81 646,62 kr		
16	Tall fra feb.21			El-forbruk		139 752,00 kWh	Total forbruk		204 116,55 kWh	Nåværende tot:pris		99 925,80 kr	Besparelse		18 279,18 kr	Totalkostnad ved 1:1 oppvarming		18 279,18 kr		
17	Gassforbruk		5 870,00 kg	Reell gassoppvarming		64 364,55 kWh	Total forbruk		204 116,55 kWh	Tall fra Feb. 21			Total forbruk		152 624,91 kWh	El-pris		0,4 kr/kWh		
18	Energiethet gass		12,9 kWh/kg	El-forbruk		139 752,00 kWh	Total forbruk		204 116,55 kWh	Ny total pris		61 049,96 kr	Nåværende tot:pris		99 925,80 kr	Besparelse		38 875,84 kr		
19	Gassforbruk i kWh		75 723,00 kWh	Total forbruk		152 624,91 kWh	Tall fra 2020			Tall fra 2020			Gassforbruk		36 000,00 kg	Energiethet gass		12,9 kWh/kg		
20	Virkningsgrad		0,85	Reell gassoppvarming		64 364,55 kWh	Tall fra 2020			Gassforbruk		36 000,00 kg	Energiethet gass		12,9 kWh/kg	Gassforbruk(kWh)		394 740,00 kWh		
21	Reell gassoppvarming		64 364,55 kWh	Reell gassoppvarming		64 364,55 kWh	Tall fra 2020			Gassforbruk		36 000,00 kg	Energiethet gass		12,9 kWh/kg	Gassforbruk(kWh)		394 740,00 kWh		
22	Beregning av ny total-kWh for februar 1:1																			
23	Tall fra 2021																			
24	Tall fra 2021			Oppvarming m/Varmepumpe		12 872,91 kWh	El-forbruk		139 752,00 kWh	Total forbruk		152 624,91 kWh	Tall fra 2020			Gassforbruk		36 000,00 kg		
25	Tall fra 2021			El-forbruk		139 752,00 kWh	Total forbruk		152 624,91 kWh	Oppvarming m/Varmepumpe		12 872,91 kWh	El-forbruk		139 752,00 kWh	Total forbruk		152 624,91 kWh		
26	Gassoppvarming		75 723,00	Oppvarming m/Varmepumpe		12 872,91 kWh	El-forbruk		139 752,00 kWh	Total forbruk		152 624,91 kWh	Tall fra 2020			Gassforbruk		36 000,00 kg		
27	Oppvarming m/Varmepumpe		12 872,91	Total forbruk		152 624,91 kWh	Tall fra 2020			Gassforbruk		36 000,00 kg	Energiethet gass		12,9 kWh/kg	Gassforbruk(kWh)		394 740,00 kWh		
28	Beregning av ny årskostnad 1:5																			
29	Tall fra 2020																			
30	Tall fra 2020			Gassforbruk		36 000,00 kg	Energiethet gass		12,9 kWh/kg	Gassforbruk(kWh)		394 740,00 kWh	Gasskostnad		kr	270 000,00	Tall fra 2020			
31	Tall fra 2020			Gassforbruk		36 000,00 kg	Energiethet gass		12,9 kWh/kg	Gassforbruk(kWh)		394 740,00 kWh	Gasskostnad		kr	270 000,00	Tall fra 2020			
32	Gassforbruk		36 000,00 kg	Gassforbruk		36 000,00 kg	Energiethet gass		12,9 kWh/kg	Gassforbruk(kWh)		394 740,00 kWh	Gasskostnad		kr	270 000,00	Tall fra 2020			
33	Energiethet gass		12,9 kWh/kg	Gassforbruk		36 000,00 kg	Energiethet gass		12,9 kWh/kg	Gassforbruk(kWh)		394 740,00 kWh	Gasskostnad		kr	270 000,00	Tall fra 2020			
34	Gassforbruk(kWh)		394 740,00 kWh	Gassforbruk		36 000,00 kg	Energiethet gass		12,9 kWh/kg	Gassforbruk(kWh)		394 740,00 kWh	Gasskostnad		kr	270 000,00	Tall fra 2020			
35	Gasskostnad		kr	270 000,00	Gassforbruk		36 000,00 kg	Energiethet gass		12,9 kWh/kg	Gassforbruk(kWh)		394 740,00 kWh	Gasskostnad		kr	270 000,00	Tall fra 2020		
36	Eloppvarming 1:5		78 948,00 kWh	Eloppvarming 1:1		394 740,00 kWh	El-pris		0,4 kr/kWh	Eloppvarming 1:1		157 896,00 kr	El-pris		0,4 kr/kWh	Eloppvarming 1:1		157 896,00 kr		
37	El-pris		0,4 kr/kWh	El-pris		0,4 kr/kWh	El-pris		0,4 kr/kWh	Eloppvarming 1:1		157 896,00 kr	El-pris		0,4 kr/kWh	Eloppvarming 1:1		157 896,00 kr		
38	Eloppvarming 1:5 kostnad		kr	31 579,20	Eloppvarming 1:1 kostnad		kr	112 104,00	Eloppvarming 1:1 kostnad		kr	112 104,00	Eloppvarming 1:1 kostnad		kr	112 104,00	Eloppvarming 1:1 kostnad		kr	
39	Besparelse		kr/år	238 420,80	Besparelse		kr/år	112 104,00	Besparelse		kr/år	112 104,00	Besparelse		kr/år	112 104,00	Besparelse		kr/år	
40	Beregning av tilbakebetalingstider for enkelte 150-180 kW																			
41	Tall fra 2021																			
42	Tall fra 2020																			
43	Elkjøle pris		100 000,00 kr	Elkjøle pris		100 000,00 kr	Besparelse årlig ved full el-oppvarming		56 052,00 kr/år	Tilbakebetalingstid ved full elektrisk		0,89 år	Tilbakebetalingstid med halv elektrisk		1,78 år					
44	Besparelse årlig ved full el-oppvarming		kr/år	112 104,00	Besparelse årlig ved halv el-oppvarming		kr/år	56 052,00	Tilbakebetalingstid ved full elektrisk		0,89 år	Tilbakebetalingstid med halv elektrisk		1,78 år						
45	Besparelse årlig ved halv el-oppvarming		kr/år	56 052,00	Tilbakebetalingstid ved full elektrisk		0,89 år	Tilbakebetalingstid med halv elektrisk		1,78 år										
46	Tilbakebetalingstid ved full elektrisk		0,89 år	Tilbakebetalingstid med halv elektrisk		1,78 år														
47	Tilbakebetalingstid med halv elektrisk		1,78 år																	

Vedlegg 10 - Trafopris og beregning av besparelse

Total trafopris:	
Installasjon m/skinnepakke, hovedtavle	kr 500 000,00
Trafo m/tilkobling	kr 350 000,00
Sum	kr 850 000,00
Total trafopris/	850 000,00 kr
Besparelse	112 104,00 kr/år
Tilbakebetlingstid	7,6 år

Vedlegg 11 - Skjermdump av e-post utveksling med Tensio TN AS angående lastøkning.

 Tensio TN AS <kundeservice.tn@tensio.no>
on. 10.03.2021 14:55
Til: Arne Randime Otterbekk

Hei





Det er teoretisk sett mulig å øke lastuttaket hos Overhalla betongbygg. Imidlertid er det liten ledig kapasitet i transformatorstasjonen (66/22 kV) i Skogmo.

Vi kan derfor ikke gi et klart svar på om en økning av lastuttaket i betongfabrikken vil være mulig på kort sikt siden det vil avhenge av når forespørselen kommer og hvor mange andre søknader om økt ytelse vi får. På litt lengre sikt regner vi med at transformatorkapasiteten i Skogmo transformatorstasjon vil bli økt dersom det er behov for det og at det vil være mulig å tilknytte ny last i betongfabrikken. Så lenge lastøkningen er under 1 MW vil det ikke bli krav om dekning av anleggsbidrag for økning av transformatorytelsen i Skogmo transformatorstasjon.



Vedlegg 12 - Skjermdump av e-post utveksling med SGP Armatec AS angående elkjele priser.

TK Tom Konow <tk@sgp.no>
ma. 03.05.2021 16:09
Til: Arne Randime Otterbekk

 96kW 230VAC_V04.pdf
546 kB
  FDV Sempa TermoExtra elkjel...
1 MB
  Produktark-TermoExtra-2017...
256 kB
  FDV Sempa Te
1 MB

[Vis alle 8 vedlegg \(6 MB\)](#)
[Last ned alle](#)
[Lagre alle i OneDrive – NTNU](#)

Hei

Vi har ikke effekt som treffer på alle effekter, men vi har:

Sempa Termo Extra elkjele TE-96, 230V 3fas Brutto pris 72300,-

TermoMax elkjele TM- 150, 230V Brutto pris 99900,-
 TermoMax elkjele TM- 180, 230V Brutto pris 99900,-
 TermoMax elkjele TM- 255, 230V Brutto pris 119500,-


Alle kjelene kan leveres i 230 & 400V.

Kjelene kan trinnbegrenses til tilnærmet ønsket effekt. Det vil si at den kan begrenses til å stoppe på ett trinn. Dette gjøres enkelt i regulator.



Legger ved el tegninger der du finner oppsett på trinn siste side.

Tom Konow
Avdelingsleder Vest

SGP Armatec AS
Sandbrekkesletta 30, 5224 Nesttun
Mobile phone +47 90599324
E-Mail: tk@sgp.no - www.sgp.no



Besøk oss på:

Vedlegg 13 - Tilbakebetalingstid for elkjele ved full og halv el-oppvarming.

Beregning av tilbakebetalingstider for elkjele 150-180 kW		
Elkjele pris	100 000,00	kr
Besparelse årlig ved full el-oppvarming	112 104,00	kr/år
Besparelse årlig ved halv el-oppvarming	56 052,00	kr/år
Tilbakebetalingstid ved full elektrisk	0,89	år
Tilbakebetalingstid med halv elektrisk	1,78	år

Vedlegg 14 – ETA HACK VR 250 (eta.no)

Wood chip boiler VR		250
Rated capacity, wood chips M25 BD 150 (W25-S160)	kW	74,9 - 249,9
Rated capacity, pellets	kW	74,9 - 249,9
Efficiency with spruce wood chips at partial / full load*	%	94,6 / 92
Efficiency with pellets at partial / full load*	%	95,1 / 94,2
Retort transport dimensions W x D x H	mm	1.375 x 1.685 x 1.890
Heat exchanger transport dimensions W x D x H	mm	1.240 x 1.300 x 2.210
Weight of combustion chamber	kg	1.850
Weight of heat exchanger	kg	1.060
Weight of one-chamber rotary valve with stoker	kg	124
Total weight	kg	3.144
Water content	litres	580
Flue draught required at partial / full load	g / s	138
Maximum permissible operating pressure	bar	6
Temperature adjustment range	°C	70 - 95
Maximum permissible operating temperature	°C	95
Minimum return temperature	°C	60
Boiler class		5 acc. to EN 303-5:2012
Suitable fuels		Wood chips ISO 17225-4, P16S-P31S (G30-G50), maximum 40 % water content; pellets ISO 17225-2-A1, ENplusA1
Electrical connection		400 V AC / 50 Hz / 16 A / 3P + N + PE

* Values from test report of TÜV Industrie Service GmbH
 Technical changes and mistakes reserved!

Vedlegg 15 – Energiforbruk februar 2020

	2018	Oktober	November	Desember	2019	Januar	Februar	Mars
Totale kg forbrukt pr mnd								
Gass kg	0	3 542	2 401	2 323	30 933	4 532	5 869	4 387

Gassforbruk februar 2020	
Gass	5869 kg
Energitetthet ved 85% forbrenningsgrad	10,965 kWh/kg
totalt energiforbruk februar 2020	64354 kWh

Vedlegg 16 - Oppvarmingsbehov februar 2020

Oppvarmingsbehov februar 2020		
totalt energiforbruk februar 2020	64354,0	kWh
dager i februar	28,0	dager
energiforbruk per dag	2298,4	kWh
Timer det fyres	12,0	timer
Energiforbruk per time	191,5	kWh

Vedlegg 17 – Pris pellets Nobio (Nobio, 2017)

Pris, øre/kWh								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Småsekk	49,8	43,6	38,8	38,5	40,0	44,4	47,7	48,3
Storsekk	40,3	41,2	39,7	33,3	35,0	46,5	36,4	38,1
Bulk	33,9	36,1	31,3	31,4	32,0	33,3	35,3	34,1

Vedlegg 18 – CO₂ utslipp grunnvarme

CO ₂ utslipp per kWh gass	0,274	kg	fra figur 6
CO ₂ utslipp per kWh el	0,017	kg	fra figur 6
varmefaktor varmepumpe	5		
CO ₂ utslipp per kWh varmepumpe	0,0034	kg	Deler CO ₂ per kWh el på varmefaktoren til varmepumpen
Prosent forskjell i utslipp gass og grunnvarme	99	%	(1-(CO ₂ per kWh varmepumpe / CO ₂ per kWh gass))

Vedlegg 19 – kostnader grunnvarme vs gass

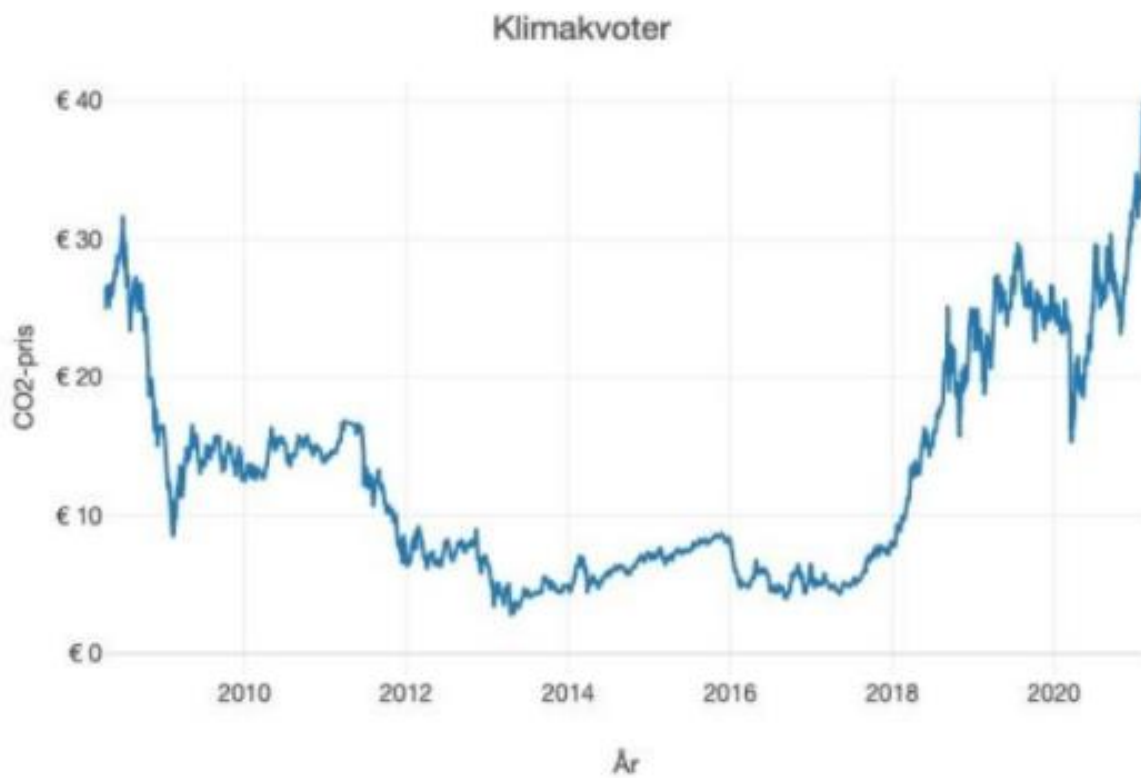
Kostnader grunnvarme vs gass	
Pris el	0,4 kr/kWh
pris gass	0,68 kr/kWh
varmefaktor	5
pris per kWh med varme levert fra grunnvarme	0,08 kr/kWh

1 kWh strøm gir 5 kWh med varme, altså vil 0,2 kWh med strøm gi 1 kWh med varme. Multipliserer 0,4 kr/kWh med 0,2 for å finne prisen for 1 kWh med varme.

Vedlegg 20 – Støtte fra Enova

Støtte enova		
støtte pr kW	1600	kr
kW installert ved grunnvarme	250	kW
antatt støtte	400000	kr

Vedlegg 21 – Klimakvoter (Brenna, 2021)



Elektrifisering av Overhalla betongbygg for å nå fossilfri drift

Bakgrunn

Regjeringen har innført en rekke tiltak, i form av nye lover og regler som skal gjøre Norge til et utslippsnøytralt land. Dette får store innvirkninger på bedrifter som Overhalla betongbygg, som i dag bruker fossilt brensel til oppvarming.

Overhalla betongbygg har ikke tilgang på nok strøm fra strømmettet til både produksjon og elektrisk oppvarming. Målet er å erstatte det fossile brenselet med en annen varmekilde uten av at det går på bekostning av produksjonskapasiteten. Dette vil gi betydelig lavere totalutslipp og lavere oppvarmingskostnader.

Oppgaven

Oppgaven har som hensikt å:

- Senke/fjerne forbruket av fossilt brensel til oppvarming
- Finne løsninger som kan fjerne varmetap i bygget
- Finne løsninger som gir mer tilgang på strøm

Konklusjon og resultat

Fra resultatene i rapporten er det flere løsninger som vil gi ønsket resultat. Løsningene som er presentert er:

- Energifbesparende:
 - o Automatiserte porter
 - o Vifter
 - o Hangarporter
 - o Plastgardin
- Varmekilder:
 - o Biovarme
 - o Grunnvarme
- Kapasitetsøkende:
 - o Tilleggsstransformator
 - o Trinnutkoblingssystem

De energibesparende løsningene har som formål å hindre varmetap og bedre utnytte den varme luften som er i bygget. Varmekildeløsningene fjerner bruken av fossilt brensel og gir et mye mindre utslipp. Grunnvarme gir hele 99% mindre utslipp enn propanngass. De kapasitetsøkende løsningene gir mulighet for elektrisk oppvarming uten å gå på bekostning av produksjonen. Varmekilde- og kapasitetsøkende løsninger vil også gi mye lavere oppvarmingskostnader.

