



INGT2300 - INGENIØRFAGLIG SYSTEMTENKNING

Energibuffer for boliger

Kandidater:

10361
10560
10343
10166
10275

Innhold

Figurliste	i
Tabelliste	i
1 Innledning	1
2 Oppsummering (<i>kulepunkter</i>)	2
3 Problem og utvikling av teknologisk konsept	3
4 Mulighetsanalyse	5
5 Miljøanalyse og bærekraftsperspektiver for konseptet	9
6 Sammenstilling, refleksjon og diskusjon	13
Referanser	15
Vedlegg	18
A Kontaktlogg	18
B Budsjett	19
C Beregninger	20
D Bilder av kjøpsprosess	26

Figurliste

1 Industriell symbiose	4
2 Gjennomsnittlig strømforbruk for husholdinger	5
3 Prisområder	6
4 Markedsstatistikk	6
5 Pengar spart ila. et år	8
6 Flytskjema av LCA-analyse	11
7 Kontaktlogg	18
8 Driftsbudsjett for Energy buff	19
9 Strømutgifter	20
10 Strømpris første 10 dager i 2022	21
11 Strømforbruk med og uten batteripakke første 10 dager i 2022	21
12 Side 1 i kjøpsprosess. Sonevalg	26
13 Side 2 i kjøpsprosess. Effekforbruk	26
14 Side 3 i kjøpsprosess. Lading av elbil	27
15 Side 4 i kjøpsprosess. Fornybar energiavlastning	27
16 Side 5 i kjøpsprosess. Prisestimat	28
17 Side 6 i kjøpsprosess. Produktresultater	28
18 Side 7 i kjøpsprosess. Batteritid	29
19 Side 8 i kjøpsprosess. Tilbakebetalingstid	29
20 Side 9 i kjøpsprosess. Henvisning til app	30
21 Hovedside i app	31

Tabelliste

1 Komponentliste	7
2 Klimafotavtrykk	12

1 Innledning

Kapasitetsproblemer på strømnettet er en av årsakene til energikrisen, som oppstår når folk bruker mye strøm samtidig. Dette gjør at Norge i fremtiden vil oppleve problemer med forsyningssikkerheten. I dag innføres tiltak mot strømstopper rettet mot privatpersoner gjennom kapasitetsledd. Motivasjonen til strømselskapene er å fordele forbruket utover døgnet så det ikke overstiger nettets kapasitet. Gruppen har etablert bedriften Energy buff som leverer en batteripakke som lagrer energi når forbruket er lavt og strømmen billig, og supplerer ekstra strøm til husholdninger når det kreves. Prosessen skjer helt automatisk, slik at forbrukere skal kunne leve livet de ønsker, uten å påvirke kapasiteten til strømnettet. Reduserte strømstopper gir forbrukere en pålitelig og stabil strømpris. Gjennom budsjettering og selvutviklet Python program, har Energy buff beregnet hva forbruker kan forvente av kostnader/besparelser (se vedlegg C).

Markedet for konseptet er stort. Produktet fungerer som en løsning som tilfredsstiller behovet til privatpersoner og strømleverandører. Hovedutfordringen for bedriften er at uten støtte fra investorer eller statlige institusjoner vil produktet være en dyr investering for privatpersoner. Samfunnet er i stadig utvikling, og om utviklingen fortsetter vil produktet bli mer lønnsomt, ettertraktet og et viktig verktøy for å energieffektivisere samfunnet i fremtiden.

Batteriene vil bli produsert med materialer utvinnet fra brukte elbilbatterier i en industriell symbiose med skandinaviske selskaper. Produktet har et negativt miljøresultat på grunn av utslipp ved produksjon. Konseptet kan være med på å redusere naturinngrep ved utbygging av strømnett i Norge, som kan ha en positiv innvirkning på miljøet og hjelpe Norge mot verdens klimamål.

2 Oppsummering (*kulepunkter*)

3. Problem og utvikling av teknologisk konsept
 - Kapasitetsproblemer på strømnettet, utbygging vil koste 100 milliarder. Avlaste forbrukstopper ved energilagring av resirkulerte elbilbatterier.
4. Mulighetsanalyse
 - Mange potensielle kunder og lithium-ion batterimarkedet vokser. Krever økonomisk støtte fra Enova og strømselskaper.
5. Miljøanalyse og bærekraftsperspektiver for konseptet
 - Gjenbruk av elbilbatteri tilfredsstiller flere bærekraftsmål, er ren energi og forlenger livsløpet av batterier.
6. Sammenstilling, refleksjon og diskusjon
 - Elbilbatterier sitt ”andre” livsløp, usikkerhetsmomenter rundt lønnsomhet. Energy buff er avhengig av økonomisk støtte.

3 Problem og utvikling av teknologisk konsept

En entreprenør er en som identifiserer og allokerer ressurser for å utnytte markedsmulighetene til å implementere nye eller forbedre eksisterende løsninger. Alt skal elektrifiseres, og etterspørselen av energi i form av elektrisitet har økt så mye at nettselskapene sliter med å levere nok kapasitet i strømnettet [44]. Strømnettet i Norge er ikke godt nok utviklet for at strømmen kan flyte fritt til enhver situasjon. Utbygging av strømnettet vil koste samfunnet opp mot 100 milliarder frem mot 2030, og krever store naturinngrep som vil ødelegge flora, fauna og den bærekraftige utviklingen [15][45]. Om kapasiteten til strømnettet blir overbelastet over tid vil det bli en tvungen rasjonering av strøm for å hindre at det faller ut. Dette vil skje i de mest utsatte områdene og på visse tider i døgnet [43].

I arbeidet frem mot forretningsideen har Energy buff hentet inspirasjon fra tankesettet til Saras Sarasvathy ved å gjennomføre en kombinasjon av "causation" og "effectuation" tankemåte [39]. Energy buff har utnyttet en prediktiv/kausal tenkemåte med SWOT for å predikere og estimere frem til mål med analytiske metoder. Tall fra Statistisk sentralbyrå (SSB) viser en tydelig trend der strømforbruket øker hvert år. I 2021 var forbruket rekordhøyt med 139,5 TWh, en oppgang på 4,3 % fra fjoråret, samtidig som det er estimert en enda større økning i 2022 og 2023 [1]. Strømnettet øker ikke like raskt som forbruket noe som gir kapasitetsproblemer på nettet [44]. Folk bruker mer og mer strøm, men samfunnets oppbygning gjør også at det skapes daglige forbrukstopper i husholdninger fordi mange bruker strøm samtidig. Dette vil også forsterkes i kaldere perioder da enda mer energi går til oppvarming.

Statnett er de som styrer kraftsystemet i Norge og etterspør effektavlastning i form av brukerfleksibilitet for å oppnå et jevnt forbruk for forbrukere som vil skape en balanse i kraftsystemet [38]. Energy buff begynte å se på muligheten for å avlaste forbrukstoppen i husholdninger med brukerfleksibilitet ved å ta i bruk "effectuation". Identifisering av kunden gjennom hva entreprenøren har av tilgjengelig kunnskap og kontakter. Energy buff kontaktet bedrifter som Hydrovolt og Smart Energy Systems som nettopp hadde utviklet lignende konsepter ved gjenbruk av battericeller i "gamle" elbilbatterier [19][46]. Dette vil skape en letttere hverdag for forbrukere, kraftleverandører og kraftprodusenter. Det er en pågående energikrise i Europa med høye strømpriser og kapasitetsproblemer i Norge. Energy buff mener at både timing og forankring i et allerede eksisterende marked ville gjøre deres forretningsidé attraktiv og robust.

Konseptet er å utnytte markedsmulighetene ved å benytte energilagring ved hjelp av battericeller satt sammen til nye batterier produsert av resirkulerte elbilbatterier. Dette gjøres ved å kjøpe batterier fra den svenske batteriprodusenten Northvolt. Produktet består av en batteripakke oppkoblet mot eksisterende strømnett i husholdningen som en energibuffer. Batteripakkene vil variere i kapasitet avhengig av bosted, strømforbruk, bruk av andre fornybare energikilder samt størrelsen på toppene i forbruket. Produktet vil benytte sofistikerte algoritmer for å forsyne strøm til huset basert på faktorer som effektforbruk og pris. Dette vil gjøre at effektoppene blir lavere som følge av at batteriet supplerer energi når toppene er høye og lader når prisen og effektoppene er lav.

Energy buff består av bygg- og elektroingeniører, og flere betaler sine egne strømregninger som påvirker privatøkonomien. Med tanke på at studentene er elektro- og bygg-ingeniører falt valget på å lage et produkt som benyttet seg av begge fagdisiplinene. En av gruppemedlemmene har i tillegg relevant fagkunnskap som ferdig utdannet elektriker. Etter samtaler med de ulike bedriftene forstod Energy buff at markedet etterspurte en applikasjon som var lett og brukervennlig ovenfor forbruker. Energy buff tok kontakt med privatpersoner som var positive til ideen (se vedlegg A).

Energy buff skiller seg ut fra andre konkurrenter ved at det har blitt tatt i bruk zoom-ut-pivoting for å bedre markedsmulighetene ved å, sammen med batteriskapet, levere en app som igjennom informasjon fra kunde estimerer nødvendig størrelse på batteri, pris og tid før tilbakebetalt investering. Appen Energy buff vil gi sanntid informasjon om levetid på batteri, miljøgevinster, kostnadsgevinster og på hvilken måte pengene har blitt spart samt kontaktinfo for eventuelle spørsmål. Hvordan Energy buff ønsker å fremstille sitt produkt er vedlagt i vedlegg D. Appen vil gjøre det enklere og mer motiverende for eiere av privathusholdninger å flate ut forbrukstoppen og redusere kostnadene på en bærekraftig og miljøvennlig måte. Å utjevne effektbehov ved lokallagring med

batterier produsert med materialer av resirkulerte elbilbatterier vil utnytte allerede eksisterende ressurser i samfunnet uten å måtte bygge ut.

Batterier er ingen fornybar ressurs, men viktig i fornybar energi ved energilagring og en ressurs som forhindrer utbygging av strømnettet som vil medføre store ødeleggelsjer på flora og fauna [15][45]. Det vil gi kraftprodusent en brukerfleksibilitet og lokalt nettselskap en forutsigbarhet. Redusert last i nettet vil også medføre et kostnadskutt for forbrukere som sammen med å avlaste kapasitetsproblemer på det norske strømnettet vil bidra til en bærekraftig løsning. Ifølge Christin Lien, daglig leder i Freber Elektronikk, er utbygging av batteriteknologi sentralt for at Norge som nasjon skal etter leve Parisavtalens miljømål 5.2 [21][24].

Sirkulær økonomi handler om å gjøre livsløpet til produktet lenger, øke varigheten, gjøre den mer materialeffektiv og utnytte naturressursene effektivt slik at minst mulig ressurser går tapt [5, s. 396]. Ressurser er noe mennesker låner, bruker og må gjenskape i større grad for å skape et mer bærekraftig samfunn. Figuren under viser kombinasjoner og egenskaper mellom den industrielle symbiosen for å skape et bærekraftig industrielt system med konseptet til Energy buff (se figur 1). Hydrovolt gjenvinner gamle elbilbatterier som Northvolt bruker og danner bærekraftige høykvalitets batterisystemer. Energy buff mottar batteripakker fra Northvolt og benytter disse i husholdninger for energilagring og avlasting på nettet. Oppbrukte batterier sendes til Hydrovolt for resirkulering. Gjennom den industrielle symbiosen oppnår gruppen en sirkulær økonomi der ressursene forblir i økonomien.

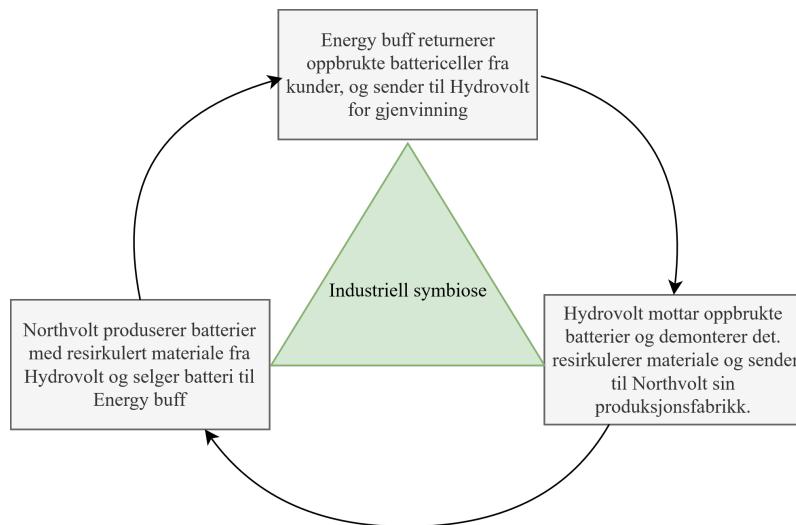


Figure 1: Industriell symbiose

4 Mulighetsanalyse

I dagens samfunn bruker husholdninger mye strøm på samme tidspunkt. Majoriteten av befolkningen drar på jobb på morgenens og kommer hjem på ettermiddagen som bidrar til forbrukstopper og kapasitetsproblemer på strømnettet (se figur 2) [44]. Kraftprodusentene og kraftleverandørene har daglig kontakt for å estimere strømforbruket for dagen. Prisene påvirkes blant annet av forbrukernes strømforbruk og overføringsbegrensninger i strømnettet, kalt flaskehals [25]. Netteiere av strømnett i Norge har forsøkt å gjøre noe med dette ved å innføre en effektbasert tariff som gjør at forbrukere av strøm betaler ut ifra hvor mye strøm som brukes samtidig, såkalte kapasitetsledd/fastledd. Dette har medført at forbrukere ønsker å unngå de aller verste strømtoppene [38]. Det man nå ser er at det er flere som vasker klær, kjører oppvaskmaskin og lader elbiler på natten. Strømselskaper fraråder mot dette på grunn av brannfarer [7]. Samtidig gjør det nye tariffsystemet at folk blir ”tvunget” til å trosse anbefalingene slik at økonomien skal gå opp. Samfunnet vil ha nytte av et produkt som hjelper til med å flate ut strømforbruket automatisk.

Mitt strømforbruk

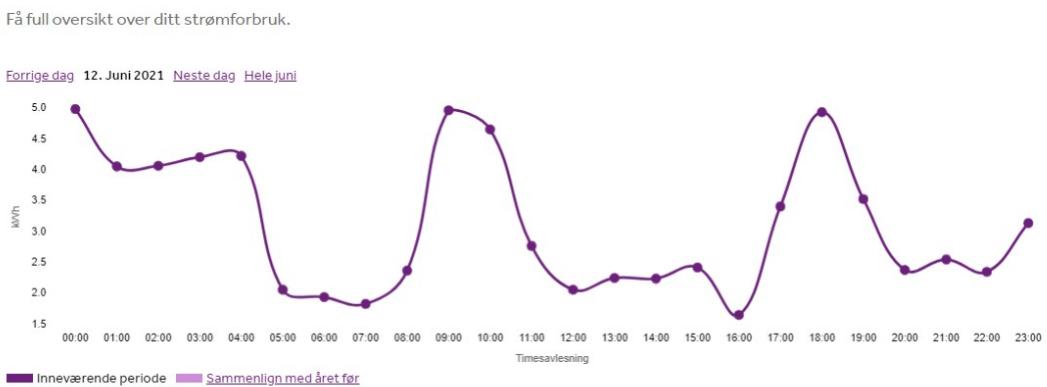


Figure 2: Gjennomsnittlig strømforbruk for husholdinger

Markedet segmenteres opp i ulike delmarked ved hjelp av behovssegmentering, person-/situasjonssegmentering, geodemografisk segmentering, psykografisk segmentering samt personas [52, s. 246-251]. Strømprisene i Norge er i dag veldig varierende rundt om i landet. Kraftsituasjonen vil variere mellom de ulike regionene fordi Norge har et værbasert kraftsystem som ikke har tilstrekkelig kapasitet i strømnettet til å utjevne forskjellene mellom de fem sonene som landet er delt inn i (se figur 3). Nord- og Midt-Norge har mye vann i magasinene som sammen med etablert vindkraft i Nord-Sverige gir billig kraftproduksjon [45]. Kapasitetsproblemer på strømnettet gjør at overskuddet i Nord- og Midt-Norge ikke kan benyttes i Sør-Norge. Statnett har flere planer for økt kapasitet innad i Norge med mindre flaskehals og et sterkere nett, men dette vil ta tid og gi store summer tilknyttet økonomi og miljø. Kraftprisene i Vest-, Øst- og Sør-Norge er høyere med et større kapasitetsproblem, dermed et større marked for Energy buff sitt konsept. Markedsstørrelsen for produktet vil være antall husholdninger i Vest-, Øst- og Sør-Norge som per 2021 er til sammen 2,06 millioner [42][49][50][51]. Produktet kan skaleres opp uten for mye komplikasjoner, slik at det er rimelig å anta at også små og mellomstore næringer i inn- og utlandet vil være mulige kunder i fremtiden. Energy buff har av egen interesse og privatøkonomi valgt å legge vekt på det norske markedet med fokus på privathusholdninger i denne markedsanalysen.

Smart Energy Systems, Ewyon og Eaton er bedrifter som eksisterer i markedet i dag og tilbyr batteripakker for å forbedre dagens energiregnskap. Ut ifra personer og bedrifter Energy buff har kontaktet, har det vært stor etterspørsel over å gjøre prosessen enklere og tryggere mot forbruker (se vedlegg A). Energy buff skal skille seg ut fra konkurrentene ved å være bedre på brukervennlighet og tilgjengelighet. Energy buff skal gjøre det brukervennlig og tilgjengelig ved å tilby en app som beskrevet i del 3. Det er vedlagt hvordan Energy buff ønsker å fremstille sitt produkt som app steg for steg i vedlegg (se vedlegg D).

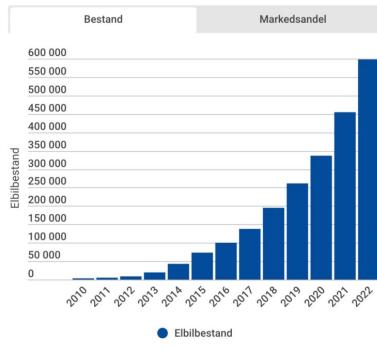
Energy buff er avhengig av et stort tilbud på gamle elbiler for å skape en sirkulær økonomi gjennom industriell symbiose ved å resirkulere gamle elbilbatterier. Elbil-markedet i Norge har hatt en eksplosiv vekst og tallene fra 31. desember 2022 viser at 79,3 % av markedsandelen for nybiler var elektriske personbiler. De siste fire årene har det vært en økning på 36,9 prosentpoeng (se figur 4a) [27]. Prisen for lithium-ion batteri har de fire siste årene gått ned fra 172 \$/kWh til 151 \$/kWh, som tilsvarer en nedgang på 12,2 % (se figur 4b) [17]. Dataene viser at tilbuddet for elbilbatterier vil være økende, mens prisen for batterier vil synke. Energy buff får med dette mulighet til å kjøpe batterier for en lavere kostnad enn i dag noe som betyr en lavere pris ut til kunde som vil gi et større markedspotensial og et økende lønnsomt marked i framtiden.

Energy buff planlegger å plassere sin bedrift i Fredrikstad, kjøpe batterier fra Northvolt i Sverige og levere oppbrukte batterier til Hydrovolt i Fredrikstad for resirkulering. Ved prosjektstart var gruppen sammensatt av seks personer. Grunnet frafall, er det bare fem gruppemedlemmer ved levering av rapporten. Dette er grunnen til at bedriften er planlagt med seks ansatte. I lønn har det lenge vært diskutert 100 % provisjonslønn, noe som ble for usikkert. Valget endte på å gi ansatte en fastlønn på 20 000 kr/mnd., med et tillegg på 5000 kr for administrerende direktør.

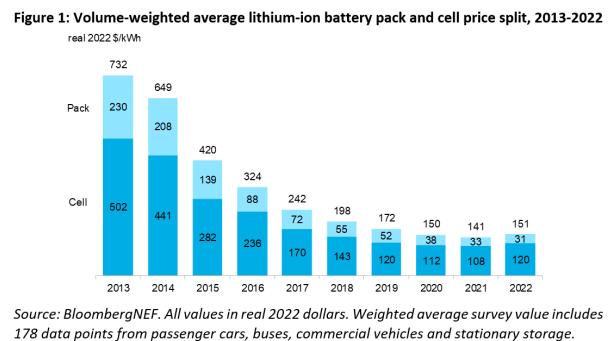
I oppstartsfasen vil Energy buff ha behov for et lokale på 40 kvm, og etter et sok på Finn.no, ble et lokale i Fredrikstad funnet med en kostnad fra 2 800 kr/mnd. for et kontor på 8 kvm [9]. Ved å skalere dette opp til 40 kvm er det estimert en utgift på 14 000 kr/mnd. for leie av lokalet uten strøm. Strømkostnader er beregnet ut ifra priser året 2022. Siden Energy buff budsjetterer for første driftsår, ble det valgt å benytte gjennomsnittlig strømforbruk for 40 kvm. som er 200 kWh/mnd. [14]. Strømstøtten beregnes ut ifra en fast støtte på 63,66 øre/kWh som utgjør støtten til påfølgende måneds strømregning [28]. Fredrikstad befinner seg i strømsone NO1, og med et strømforbruk på 200 kWh, blir strømstøtten på $63,66 \text{ kr/kWh} \times 200 \text{ kWh} = 127,32 \text{ kr/måned}$. Se utregning for månedspris strøm i figur 9.



Figure 3: Prisområder



(a) Elbilstanden i Norge



(b) Markedspris på lithium-ion batterier per kWh

Figure 4: Markedsstatistikk

Energy buff har valgt å lease elbil til å frakte utstyr ut til kunden. Elbilen er en Volkswagen ID. Buzz varebil til 10 240 kr/mnd. inkl. forsikring og serviceavtaler [4]. For å estimere reisekostnader benyttet Energy buff Naf reiseplanlegger. Energy buff forventer i oppstarten at de fleste kunder vil være innen en mindre radius og har tatt utgangspunkt i et salg i Askim. Avstand fra Askim til Fredrikstad er 52 km, og inkludert bompenger vil det koste ca. 200 kr tur/retur [26]. Dette har blitt skalert opp mot estimert antall salg på 250 batteripakker per år som tilsvarer reisekostnader på 4 166,66 kr/mnd.

I oppstartsfasen er firmaet så lite at en regnskapsfører ikke er nødvendig, men Energy buff har valgt å benytte Fiken regnskapsprogram for å føre regnskap, håndtere timelister og bilag. Fiken vil gi Energy buff en utgift på 179 kr/mnd. med en egenbetaling på 1 390 kr som blir budsjettert i mai måned pga. frist for levering av næringsoppgave [8][40]. Utenom dette har Energy buff kommet fram til at det i første driftsår er lønnsomt og gjennomførbart å lease både datamaskin og arbeidstelefon for å opprettholde sikkerheten til ansatte. Bedriften vil lease seks ThinkPad T14 Gen 2, bærbar datamaskin til 410 kr/mnd. i 36 måneder, seks stk. Iphone 12 til 262 kr/mnd. i 36 måneder med et telefonabonnement fra Telenor bedrift til 499 kr/mnd. med 10 GB/mnd. Samlet 761 kr/mnd. på elektronisk kommunikasjon [34][33][48]. Bedriften utfører renhold selv og har avsatt 500 kr/mnd. til renholdsmedier. Energy buff har antatt 50 000 kr i engangsgift for diverse verktøy for installasjon av batteripakkene samt en buffer på 3000 kr/mnd. som skal dekke andre uforutsette utgifter for bedriften.

Ut ifra budsjettet er forventet kostnad første driftsår 25 037 393 kr som inkluderer både variable og indirekte kostnader (se vedlegg 8). Det er ikke inkludert utgående eller inngående mva. i driftsbudsjettet. Dette vil da bli en buffer for uforutsette kostnader. Variable kostnader har Energy buff estimert ut ifra komponenter som behøves i energipakken (se tabell 1). Indirekte kostnader som estimert i tekstu ovenfor. Energy buff har estimert et salg på 250 batteripakker som tilsier at alle ansatte selger litt over en batteripakke per uke det første driftsåret. Ved salg av 250 enheter i året forventer Energy buff en inntekt på 25 000 000 kr som gir et underskudd på 37 393 kr, altså et negativt driftsresultat.

Nummer	Komponent	Produsent	Beskrivelse	URL	Pris [Kr]
1	Batterilader	Hawker	TE 80V/100A	link	kr 23 477,00
2	Lithium-ion batteripakke	Northvolt	11kWh Li-ion battery (151\$/kWh)	link	kr 17 239,00
3	Inverter	Growatt	MID 12KTL3-XL	datablad	kr 23 646,00
4	Batteriskap	Cenika	Lakkertstålkap IP66	link	kr 7 869,00
5	Div.		Nodstopp, microcontroller, kabler, festemateriell, sikringer		kr 10 000,00
6	Elektriker/montering	Energy buff	Montering utføres av egen elektriker		kr 0,00
7	Produksjon	Energy buff	Produseres internt		kr 10 000,00
8	sum				kr 92 231,00

Table 1: Komponentliste

Ut ifra komponentlisten vil produktet til Energy buff inkludert fortjeneste koste kunden 100 000 kr som er en betydelig sum for privatpersoner. I dag finnes det ikke støtteordninger fra Enova for slike installasjoner, noe som møter sterkt kritikk [16]. Produktet Energy buff tilbyr vil avlaste kapasiteten på nettet og bidra til et nytt strømnett med prislapp på omtrent 100 milliarder kroner og store naturinngrep kan forhindres [45][15]. Ut ifra disse gevinstene ser Energy buff for seg i fremtiden at Enova kan støtte med 35 000 kr/enhet av miljøhensyn, og netteiere med 35 000 kr/enhet for avlasting av kapasitet på nettet. Dette er dog bare spekulativt per dags dato. Energy buff vil da stå igjen med en totalkostnad til kunde på 30 000 kr/enhet. Gjennom et selvutviklet Python program med programmeringsgrensesnitt (API) har Energy buff estimert at forbrukere kan tjene ca. 3418 kr/år om man tar i betraktning at forbruker ikke benytter andre fornybare energikilder og har kapasitetsledd tre (5 – 9,9 kWh) [3] (se figur 5). Dette tilsier at kunden vil få tilbakebetalt sin investering på under ni år. Med en tilbakebetalingstid på så få år, ser Energy buff på sitt konsept som realistisk både for bedriften og kunden.

Selv ved hjelp av Enova og netteiere, er dette fortsatt en stor investering for de aller fleste husholdninger. Det er ekstra viktig at kunden føler seg trygg og får all den informasjonen den trenger angående alt fra kjøp til bruk. Det er derfor lagt stor vekt på at hele prosessen skal være en god opplevelse for kunden. Det skal være enkelt å forstå produktet og hva som passer kunden best. Gjennom den brukervennlige appen skal bruken og driften av produktet være enkelt, sikkert og trygt. Som nevnt er det privathusholdninger som i hovedsak vil være kunder i oppstartsfasen, og med tanke på at det per dags dato ikke er noen støtte fra Enova eller netteiere, vil oppstartskunder

primært være teknologientusiaster og de mest miljøbevisste forbrukerne. Ved hjelp av økonomisk støtte fra Enova og netteiere, kan det bety store endringer for både lommeboken, miljøet og et bærekraftig produkt som mange vil etterspørre i framtiden.

Appen er med på å fremme informasjon og skape tillitt som igjen vil øke troverdigheten til forbrukere. Produktet som Energy buff tilbyr vil optimalisere strømforbruket slik at kostanden reduseres for forbruker samtidig som det vil forhindre kapasitetsproblemer på strømnettet. I fremtiden vil det muligens ikke bare være privatpersoner som ser etter løsninger som hjelper deres økonomi, men byer eller næringsbygg som ønsker en løsning som baserer seg på samme teknologi og prinsipp.

Det er også mulig å utvide markedet til utenlandske forbrukere. Russland sin krigføring i Ukraina og en utbredt tørke på kontinentet har medført en kraftig økning på strøm som energikilde. Russland har lenge vært en viktig gassleverandør til Europa og spesielt Tyskland med Nord Stream 1. Strømprisene påvirkes av gassprisene siden Tyskland produserer mye strøm av gass [30]. Tørken på kontinentene knyttes til værfenomenet La Nina som preger vind og havstrømmer over store deler av verden [22]. Økte strømpriser og strømforbruk gir Energy buff store markedsmuligheter for utvikling av sitt konsept både i og utenfor Norge sine grenser.

Regnskap

Penger spart uten kapasitetsledd:	1242.97
Penger spart i kapasitetsledd:	2175.0
Totalt spart gjennom perioden:	3417.97
Gammel nettleie pris per måned:	462.5
Ny nettleie pris per måned:	281.25

Figure 5: Penger spart ila. et år

5 Miljøanalyse og bærekraftsperspektiver for konseptet

Norge jobber aktivt for å oppnå FNs 17 bærekraftsmål innen 2030 og har publisert flere frivillige statistiske rapporter av progressen innad i landet [36]. Rapportene viser at Norge tar utviklingsmålene på alvor, som gjør det lettere å få støtte for innovative idéer som kan bidra til å nå målene. Gjenbruk av gamle elbilbatteri til energibuffer i boliger er på ingen måte et revolusjonerende konsept, men svært dagsaktuelt med tanke på håndtering av oppbrukte batterier fra elbiler og for å effektivisere kapasiteten i strømnettet. Fra et miljøperspektiv er det viktig å påpeke at elbilbatteri ikke er en fornybar energikilde, men en kilde til ren energi.

FNs bærekraftsmål nummer 7, *ren energi til alle*, er relevant. Konseptet kan være en del av løsningen for å sikre at delmål 7.1 tilfredsstilles, som handler om å sikre allmenn tilgang til pålitelige og moderne energitjenester til en overkommelig pris [13]. Ved ustabile og varierende strømpriser skal energibuffer av resirkulerte elbilbatteri bidra til å skape forutsigbare og stabile priser. Knyttet opp mot det overordnede målet er det tatt hensyn til utvinning av råstoffer som kan være problematisk ved batteriproduksjon. Batterier har potensialet til å redusere klimautslipp ved å erstatte fossilt drivstoff, men selve produksjonen av batterier krever betydelig mengder energi. Om det blir brukt fossilt brensel for å produsere batterier, kan det være vanskelig å veie opp for dette i livsløpet til batteriet. For hver kilowatttime batterikapasitet som blir produsert kreves det mellom 60-100 ganger så mye energi på å lage. Dermed skal batterier produsert med fossilt brensel unngås i produksjon av Energy buff sin batteripakke, noe som unngås ved å bruke Northvolt sine batterier [29].

FNs bærekraftsmål nummer 12, *ansvarlig forbruk og produksjon*, og spesifikt delmål 12.5 er relevant for konseptet med gjenvinning av gamle elbilbatteri som energibuffer [10]. Resirkuleringsprosessen av elbilbatterier bidrar til å redusere avfallsmengden betydelig. Antall registrerte elbiler i Norge vokser eksponentielt. I takt med mengden økende elbiler i Norge og Europa, vil behovet for en bærekraftig håndtering av avfallet av gamle elbilbatteri være stort [41]. Konseptet forholder seg til et marked i vekst. Det er estimert at rundt 95 % av elbilbatteriets komponenter kan gjenvinnes og bli brukt på nyt i et batteri til for eksempel energibuffer i en bygning [47]. Det betyr at bare 5 % av elbilbatteriet ender som direkte avfall etter et livsløp i bil. FNs bærekraftsmål nummer 8 og spesielt 8.4 *utnyttelse av globale resurser innenfor forbruk og produksjon* samt mål nummer 9 med delmål 9.4, *bærekraftig og mer effektiv bruk av resursene* er andre delmål som kunne blitt tatt opp. På grunn av begrensinger vil ikke dette bli tatt ytterligere opp i rapporten.

I rapporten ”klima- og miljødepartementets prioriterte EU/EØS-saker i 2023” nevnes *sirkulær økonomi: bærekraftige produkter og verdikjeder* som en av regjeringens prioriterte saker i 2023 [36]. EU har i de senere årene økt innsatsen og ambisjonsnivået i avfallspolitikken som ledd i arbeidet mot en mer sirkulær økonomi. For Norge har dette betydd nye krav til norsk avfallspolitikk, der økt utsortering og materialgjenvinning og tydeliggjøring av produsentansvar i et sirkulært økonomiperspektiv, har stått i sentrum. I batteriforordningen stilles det krav til materialgjenvinning av ulike komponenter i batteriet og på sikt er målet 100 % innsamlingsgrad av batterier [35]. Batteriene vil aldres som følge av antall mekaniske påkjenninger, temperaturpåkjenninger og ladesykluser, men det gjenstår fortsatt forskning på hvor fort batterier degraderes og mister effekt. Resirkulering av batterier er en ny teknologi, det er dermed ikke forsøkt nok på til å vise til alle de dokumenterte egenskapene [37].

Elbilbatterier er typisk bygd opp av litium-ion batterier som består av bl.a. litium, kobolt, nikkel og grafitt [6]. En pulverisert sammensetning av de nevnte råvarene kalles for *black mass* [18]. Disse råvarene er alle resirkulerbare, i motsetning til fossile brennstoffer som naturgass, olje og kull. Det er estimert at litium, nikkel og grafitt vil være tilgjengelig i flere år fremover. Kobolt er på EUs liste over kritiske råvarer og kan by på størst utfordring for framtidig batteriproduksjon. En stor del av verdensproduksjonen av kobolt foregår i Den demokratiske republikken Kongo [32]. Landet opplever flere lokale væpnede konflikter, humanitære kriser og grove menneskerettighetsbrudd [11]. Kobolt kan betegnes som en konfliktbelagt ressurs, og er blant motivasjonsfaktorene for andre lands interesser i Kongo. Dette kan være i form av kolonialisme eller væpnet militær støtte til bestemte grupper. Land som Rwanda, Uganda og Zimbabwe ble i en FN-rapport fra 2001 anklaget for systematisk utnyttelse av Kongos ressurser. For fremtidig produksjon av elbilbatteri kan det være smart å se på alternativer for kobolt som en del av litium-ion batterier.

Riktig oppbevaring av energi-buffer i boliger er viktig med hensyn på brannfarlighet av batterier. Brannsikkerheten til produktet vil være et usikkerhetsmoment. Selv om sjansen for brann i lithium-ion batterier er liten, er konsekvensene store [37]. Overoppvarming, lading og utladning er blant de vanligste årsakene til brann. Batterirommet må ha sensorer og gassmåling for å overvåke feilfunksjoner. Det kreves god ventilasjon grunnet giftig røykgass, og må designes slik at det er mulig å kjøle ned batteriene med slokkevann, da slokkevann er effektivt mot batteribrann.

Dessverre er det flere årsaker til bekymring ved utvinning av flere nødvendige råvarer som et lithium-ion batteri er laget av. Mangan, som brukes i disse type batterier, er knyttet opp mot forurensning av jord og elver, stort forbruk av ferskvann og brudd på menneskerettigheter. Batteriproduksjon representerer dog mindre enn 1 % av globalt forbruk på mangan. Batteriprodusenten Northvolt unngår denne problematikken ved å kjøpe mangan fra raffineri med strenge miljøtiltak, og er et av få raffineri med sporbar ressurskilde [29].

Internasjonalt er Parisavtalen, i tillegg til nevnte FNs bærekraftsmål, viktig for fokuset på begrensning av klimaendringene i verden. Med et hovedmål om å bli klimanøytral en gang mellom 2050 og 2100, må det utvikles bærekraftige og miljøvennlige løsninger [12]. En slik løsning kan være å bruke resirkulerte elbilbatterier. Dette gjør at produksjonsutslippene blir lavere enn om et nytt batteri av nye råstoffer skulle blitt produsert. Håndtering av avfallet fra oppbrukte elbilbatteri er en viktig faktor i vurderingen av klimafordelene av elbiler. Metodene for håndtering av avfall må være best mulig utnyttet og ikke bli et nytt miljøproblem for at sluttsvaret skal være miljøvennlig. Et klimatiltak er å forlenge livsløpet til elbilbatterier ved gjenbruk av batteriet som energibuffer.

Et klimatiltak med konseptet er å benytte seg av resirkulerte varer for å unngå økt ressursforbruk som en negativ konsekvens av produktet som skal leveres. Energy buff bruker resirkulerte batterier for å unngå uansvarlig ressursforbruk. Systemet har en hensiktsmessig miljøeffekt for et bedre samfunn uten at det skaper nye problemer som en konsekvens av teknologien. Det er vanskelig å luke ut alle mulige sekundære uønskede konsekvenser, men det må tas hensyn til selv om man ikke kan unngå alle. Systemet består av komponenter av eksisterende teknologier som gjør at Energy buff ikke er nødt til å produsere noe nytt, men heller kjøpe eksisterende komponenter og sette de sammen til et ønsket produkt.

Det er essensielt at produktet ikke flytter utslipp. For å redusere økt ressursbruk har ny teknologi gjort at ”oppbrukte” batterier, med redusert kapasiteten, får nytt liv ved riktig resirkulering (1). På denne måten vil Energy buff kunne gjøre det mulig for norske boliger å ta nytte av energibuffer uten at det skal gå på bekostning av et stigende ressursforbruk som kreves for å produsere produktet. En økning i markedet for energibuffer vil kunne ha en negativ tilbakekoblingseffekt om ressursforbruket som kreves for å produsere batterier øker kraftig, og batteriene ikke blir produsert og gjenvunnet på en bærekraftig måte. Det er viktig å påpeke at det har blitt satt fokus på batteriene, og ikke de andre nødvendige komponentene som blir en del av produktet. Disse komponentene har også sitt eget livsløp, men er noe mer usikkert ettersom det ikke er fastsatt hvilken produsent eller modell som skal brukes i Energy buff. Det vil gi noe økt ressursbehov for å komme til et ferdig produkt. De ressursene som brukes i eksterne komponenter er stål til batteriskapet, og store deler kobber og transistorer til inverter og lader. Fotavtrykket til disse stoffene vil ikke bli sett nærmere på i denne rapporten.

Direkte positive bærekraftige faktorer er bruk av gjenvunnet elbilbatterier og mindre belastning/strømstopper på strømnettet. Sistnevnte er hovedhensikten med produktet og skal utgjøre en stor forskjell på det norske strømnettet sin belastning, om nok husstander tar dette i bruk. Produktet skal potensielt kunne spare Norge over hundre milliarder kroner som allerede nå er planlagt å investere i utbygging av norske kraftnett [31]. Denne utbyggingen vil ha store konsekvenser for både norsk naturliv, klima, økonomi, samfunn og velferd. Derfor er det veldig positivt om man kan unngå dette problemet kun ved å installere energibuffer i husstander for å eliminere eller minke strømstopper. Indirekte positive bærekraftige faktorer går tilbake på å kjøpe, bruke og fremme industri som prøver å skape et marked for bærekraftig resirkulering av batterier. Konseptet er ikke veldig utbredt i Norge eller Europa, men kan være med på å skape konkurranse med lignende eksisterende konsepter i dag. Dette er med på å presse prisene, og vil gjøre at flere og flere ser den økonomiske fordelen. Dette vil kunne styrke markedet som gjør det mer attraktivt å jobbe videre med slike alternative løsninger for å bruke mindre naturressurser.

Life Cycle Assessment (LCA) er en metode for å kartlegge produktets miljøpåvirkning gjennom hele livsløpet fra råvareutvinning, produksjon, distribusjon og avhending [20]. Produktet elbilbatteri som energilager blir en del av avhendingsprosessen og blir resirkulert inn igjen i prosessen (se figur 6). Denne LCA-analysen har satt systemgrenser ved å se på livsløpsvurderingen fra oppbrukt batteri i elbil til avfallshåndtering etter livsløp som energiskap i boliger. For resultater henvises det til masteravhandlingen som er benyttet som kilde for denne analysen [23]. Livsløpet til Energy buff sin leveransekjede er sammenlignbar mot LCA i Lindaas sin analyse. Det som differensierer masteravhandling og Energy buff er at masteroppgaven har antatt bruk av Batteriretur AS som håndtering av brukte batterier, mens Energy buff benytter Hydrovolt AS som har en mer moderne fabrikk. Hydrovolt står for mer resirkulering enn Batteriretur da Hydrovolt gjør all resirkulering "in house", de lager også "black mass" noe Batteriretur utkontrakterer til Tyskland. Dette gjør at Hydrovolt vil kunne utvinne en større andel av brukte batterier, noe som gir mindre behov for nye materialer til nytt batteri [18].

Analysen er delt opp i følgende delprosesser (se figur 6):

- Transport av brukte elbilbatterier til Hydrovolt
- Energiforbruket som Hydrovolt bruker til sin batterigjenvinningsprosess
- Utladet strøm som virker positivt på regnskapet ved å utnytte strømmen til prosessen
- Avtrykket fra produksjon av nye komponenter brukt i nye batterier
- Transporten til og fra kunde fra Energy buff
- Avfallshåndtering av materie som ikke kan brukes

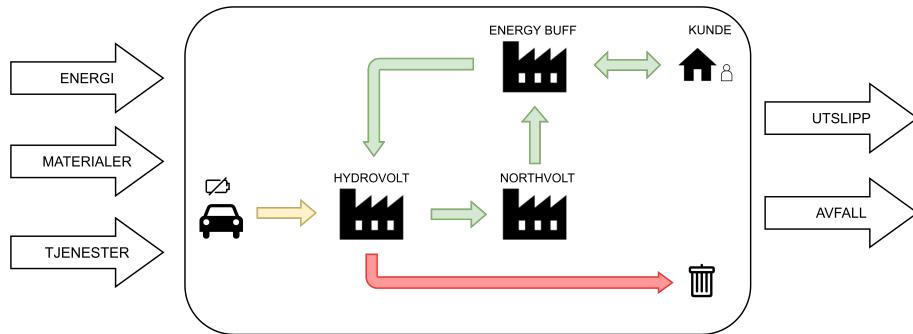


Figure 6: Flytskjema av LCA-analyse

For å kvantifisere utslippene ved resirkulering er enheten funksjonell enhet benyttet. En funksjonell enhet er i denne analysen definert som: én kWh levert elektrisitet i løpet av bruksfasen til den ombygde lagringenheten. Denne enheten benyttes fordi den gjør produktet sammenlignbart med liknende produkter av forskjellige størrelser.

Transportbidraget til det totale klimafotavtrykket er hentet direkte fra masteroppgaven. Der er det antatt gjennomsnittlig avstand på 150 km ut til kunden. Transporten mellom brukte batterier til batterigjenvinning er bestemt til å være 508,6 km, som tilsvarer gjennomsnittsavstanden for Batteriretur AS sine transportører [23]. Transportfotavtrykket fra Energy buff vil avvike litt fra disse antakelsen, men siden transport utgjør under en prosent av det totale avtrykket vil dette ikke utgjøre en vesentlig andel.

Tabell 2 oppsummerer klimaavtrykket for hver prosessdel. Miljøpåvirkningskategorien som er valgt er global oppvarming med enhet kilo CO₂-ekvivalent per funksjonell enhet. Resultatene viser at innføring av nye komponenter er den prosessen som har størst klimaavtrykk.

Delprosess	Klimaavtrykk [kg CO2 eq/enhet]
Transport verksted - Batteriretur	4,466 E -04
Energibruk Batteriretur	5,940 E -05
Utladet strøm	-2,820 E -05
Nye komponenter	1,220 E -02
Transport til-fra kunde	3,990 E -04
Avfallshåndtering	1,950 E -03
Totalt miljøregnskap	1,510 E -02

Table 2: Klimafotavtrykk

6 Sammenstilling, refleksjon og diskusjon

Energy buff ønsker å utvikle et produkt som skal gjøre at strømpris ikke skal være en usikkerhetsfaktor i hverdagen. Et overordnet mål for konseptet er at vanlige folk skal ha tilgang på rimelig og bærekraftig energi i sine husholdninger på en trygg og brukervennlig måte. Produktet vil samtidig gi kraftprodusenter og kraftleverandører en forutsigbarhet med å utjevne effektbehovet ved å skape jevnt strømforbruk i nettet. Energy buff sikter mot å bremse utbygging av strømnettet, effektivisere norsk strømforbruk hos sluttkunden og utvikle en brukervennlig app. Samtidig skal det ta nytte av bærekraftige leverandører som leverer miljøvennlige tjenester og produkter.

Python-appen er basert på målinger av strømprisen i sanntid som er hentet fra hvakosterstrommen.no [2]. Det er tatt utgangspunkt i tabell 2 for å finne daglig strømforbruk. Videre ble det laget en estimering av hvordan strømforbruk og hvilket kapasitetsledd privatkhusholdningen befant seg i med batteripakken. Ut ifra strømforbruket ble det estimert besparelse ved hjelp av funksjon i Python basert på nettleien til Norgesnett [3]. Denne kapasitetsleddmodulen er valgt da Norgesnett eier store deler av strømnettet i og rundt Fredrikstad. Det er dog viktig å huske på at denne appen bare er et grovt estimat og vil avvike fra virkeligheten og sluttproduktet Energy buff vil leve. I praksis vil dette bety at ikke alle kunder vil kunne oppleve like store besparelser som beregnet da dette avhenger av forbruk og kapasitetsledd til den enkelte (Se vedlegg C).

Energy buff sin forretningsmodell gjør at selskapet med stor sannsynlighet vil gå med underskudd i startfasen, ut ifra estimert driftsbudssett. Det er en utvikling innen strømforbruk, batterikostnader og press på bærekraftige løsninger som tilsier at situasjonen kan være annerledes i fremtiden. Energy buff ønsker at privatpersoner ikke skal bekymre seg for strømmen og usikkerheten det gir, samtidig som at strømaktører skal kunne optimalisere deres tjenester rundt et mer jevnt forbruk i nettet. Energy buff ønsker å være en del av mellomleddet mellom strømleverandører og forbrukere. Ut ifra markeds- og økonomianalysen er det mer sannsynlig at Energy buff vil være et økonomisk bærekraftig selskap i fremtiden.

Fra et bærekraftperspektiv, vil den største utfordringen ved produktet være avfall fra brukte batterier som ikke kan bli gjenbrukt samt produksjon av materialer og komponenter som blir brukt i ferdig kabinet. Tiltak Energy buff har gjort er å inkludere batterigjenvinning av gamle elbilbatterier i den industrielle symbiosen slik at det er bare 5-10 % av oppbrukt batteri som blir avfall. Gjenbruk av batterier er en ren energi, men det kreves utvinning av råvarer som vil ha et miljømessig fotavtrykk og samfunnsproblematiske konsekvenser. Til videre utvikling av produktet vil det være hensiktsmessig å inkludere miljøbevisste leverandører av materialer og komponenter i den industrielle symbiosen. Det vil gjøre produktet enda mer miljøvennlig, men det vil med høy sannsynlighet gi en større kostnad. Dessverre er det slik at selskaper ofte må veie opp miljøaspekter mot økonomien som også kan bli en utfordring for Energy buff.

Det er nevnt i mulighetsanalysen at bedriften er avhengig av støtte for å overleve på markedet. Enova og netteier vil komme med subsidier til Energy buff fordi det blir levert et produkt som skal minimere utbygging og overbelastningsproblemer på strømnettet. Et motargument kan være at Norge uansett på et tidspunkt er nødt til å bygge ut strømnettet. Enova og netteiere vil derfor ikke se det nødvendig å bruke ressurser på subsidier. På den andre siden vil energieffektivisering uansett være viktig for å nå bærekraftsmål, som å hindre unødig sløsing av ressurser. Strømforbruket stiger for hvert år, og dermed er fremtidig utbygging alltid et aktuelt problem. Dersom en kan bremse behovet for å utvide ved å effektivisere forbruket, er dette utvilsomt positivt. Forutsatt at det ikke introduserer eksterne negative konsekvenser.

Det er usikkerhetsmomenter rundt kostnad med tanke på komponentvalg. Forskjellige løsninger for systemet ble undersøkt, men ingen komplett løsning ble bestemt på grunn av begrenset tid og ressurser. Det ble satt opp en komponentliste som dekker de mest omfattende delene av produktet (se tabell 1). De delene som er tatt med i komponentlisten er ikke dimensjonert for et fungerende system, men det er funnet deler som teoretisk skal ha samme effektnytte, kompleksitet og funksjonalitet. Dette vil gi et godt prisanslag for komponenter som vil bli tatt i bruk i det ferdige produktet av Energy buff. Prisen på batteriene som skal benyttes har Energy buff ikke fått av leverandør, men heller tatt utgangspunkt i pris per kWh på globalt nivå og regnet oss fram til en pris (se del 4 og figur 4b). Det er dermed ikke en riktig pris på batteriet, men et estimat. Det er også valgt et skap som ikke har riktige dimensjoner for batteripakken ettersom størrelsen ikke er bestemt.

Material og produsent dominerer prisen på batteriskapet, ikke størrelsen. Det er ikke sannsynlig å finne en reell sum på produktet Energy buff skal produsere med de ressursene og tidsrommet gruppen er gitt. Derfor har det har blitt overdrevet når prisen til komponentene har blitt valgt ut. For eksempel så har ikke mva. blitt trukket fra prisen av de delene som er tatt i bruk, noe den ville blitt ettersom bedriften ikke ville betalt dette. Dette vil fungere som en prisbuffer.

Gitt forutsetninger angående støtteordninger er konseptet verdt å gå videre med. Prinsippet med energilagring er veldig aktuelt. Produktet kan være en del av en løsning som dekker et stort problemområde i dagens strømnett. I fremtiden er inkludering av ny teknologi innen batterigjenvinning eller oppkopling mot eksisterende fornybare løsninger gunstig. Solceller kan for eksempel gi systemet et veldig stort potensial som bidragsrytter mot å oppnå FNs bærekraftsmål og Parisavtalen. Energy buff som gruppe kommer ikke til å gå videre med konseptet. Med dagens støtteordninger gir ikke konseptet økonomisk lønnsomhet. Energy buff sitt konsept avhenger av at kunder får pengestøtteved innkjøp av energi-buffer. Det vil kreve en historisk avtale med Enova og flere netteiere for å realisere konseptet. Det er i tillegg en generell konsensus blant gruppemedlemmene at prosjektet ikke interesserer nok faglig eller personlig.

Referanser

- [1] T. Aanensen. *Rekordhøyt strømforbruk i fjor*. URL: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/energi/statistikk/elektrisitet/artikler/rekordhoyt-stromforbruk-i-fjor> (visited on 28th Jan. 2023).
- [2] Beneficial Apps. *Strømpris API*. URL: <https://www.hvakosterstrommen.no/strompris-api> (visited on 28th Feb. 2023).
- [3] Norgesnett AS. *Priser ny nettleie*. URL: <https://norgesnett.no/kunde/ny-nettleie/priser-ny-nettleie/> (visited on 28th Feb. 2023).
- [4] AutoMedia. *Lease VW ID. Buzz uten innskudd — Firmabil — Leasing og forsikring*. URL: <https://www.automedia.as/leasingbil/firmabil-volkswagen-id-buzz-leasing-uten-innskudd> (visited on 27th Feb. 2023).
- [5] R.B. Bakshi. *Sustainable Engineering Principles and Practice*. Cambridge University Press, 2019, p. 490. ISBN: 9781108420457.
- [6] Norsk elbilforening. *Elbil, klima og miljø*. URL: <https://elbil.no/om-elbil/elbil-energi-og-miljo/> (visited on 28th Feb. 2023).
- [7] Elvia. *Derfor skal du ikke vaske klær på natta eller sette på oppvaskmaskinen når du ikke er hjemme*. URL: <https://www.elvia.no/elsikkerhet/elsikkerhet-i-hjemmet/derfor-skal-du-ikke-vaske-klaer-pa-natta-eller-sette-pa-oppvaskmaskinen-nar-du-ikke-er-hjemme/> (visited on 30th Jan. 2023).
- [8] Fiken. *Prisliste og kostnader for Fiken regnskapsprogram*. URL: <https://fiken.no/> (visited on 27th Feb. 2023).
- [9] Finn. *Lei en kontor plass (fra kr 2 800,- pr mnd). Lite lager med kjøreport også ledig (100 kvm) i Fredrikstad sentrum*. URL: <https://www.finn.no/realestate/businessrent/ad.html?finnkode=258375967> (visited on 27th Feb. 2023).
- [10] FN. *Ansvarlig forbruk og produksjon*. Feb. 2023. URL: <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaa/ansvarlig-forbruk-og-produksjon> (visited on 27th Feb. 2023).
- [11] FN. *Kongo, Den demokratiske republikken*. Aug. 2022. URL: <https://www.fn.no/Konflikter/kongo-den-demokratiske-republikken> (visited on 27th Feb. 2023).
- [12] FN. *Parisavtalen*. Dec. 2020. URL: <https://www.fn.no/om-fn/avtaler/miljoe-og-klima/parisavtalen> (visited on 27th Feb. 2023).
- [13] FN. *Ren energi til alle*. Feb. 2023. URL: <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaa/ren-energi-til-alle> (visited on 27th Feb. 2023).
- [14] Forbrukerguiden. *Normalt strømforbruk — Gjennomsnittlig etter kvm (i 2023)*. Aug. 2022. URL: <https://forbrukerguiden.no/normalt-stromforbruk/> (visited on 27th Feb. 2023).
- [15] T. Helgesen. *Alt skal elektrifiseres, men vi klarer ikke tilby nok strøm*. URL: <https://www.elektro247.no/cppage.6510767-567787.html> (visited on 29th Jan. 2023).
- [16] J. Helsingeng. *Enova må støtte energilagring*. Sept. 2022. URL: <https://www.tu.no/artikler/enova-ma-stotte-energilagring/522176> (visited on 27th Feb. 2023).
- [17] V. Henze. *Lithium-ion Battery Pack Prices Rise for First Time to an Average of \$151/kWh*. Section: Press Release. Dec. 2022. URL: <https://about.bnef.com/blog/lithium-ion-battery-pack-prices-rise-for-first-time-to-an-average-of-151-kwh/> (visited on 27th Feb. 2023).
- [18] Hydrovolt. *Homepage - Sustainable battery recycling*. URL: <https://hydrovolt.com/> (visited on 29th Jan. 2023).
- [19] Hydrovolt. *Recycling*. URL: <https://hydrovolt.com/recycling/> (visited on 29th Jan. 2023).
- [20] Transportøkonomisk institutt. *Livslopsvurdering (LCA)*. Nov. 2022. URL: <https://www.toi.no/livslopsvurdering-lca/> (visited on 27th Feb. 2023).
- [21] L. Johnsen. *Slik skal Truls spare på solenergi: – Dette er et viktig pilotprosjekt*. Jan. 2023. URL: <https://www.dt.no/5-57-2065763> (visited on 27th Feb. 2023).

-
- [22] N. Jones. ‘Rare ‘triple’ La Niña climate event looks likely — what does the future hold?’ In: *Nature* 607.7917 (June 2022). Bandiera_abtest: a Cg_type: News Number: 7917 Publisher: Nature Publishing Group Subject_term: Climate sciences, Climate change, pp. 21–21. doi: 10.1038/d41586-022-01668-1. URL: <https://www.nature.com/articles/d41586-022-01668-1> (visited on 27th Feb. 2023).
- [23] J. Lindaas. ‘Ombruk av elbilbatterier som stasjonære lagringsenheter – en forenklet livsløpsanalyse av et avgrenset livsløp’. In: (2020), p. 87. URL: <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/bitstream/handle/11250/2716912/Lindaas%5C%2C%5C%20Jonatan%5C%20-%5C%20M-FORNY2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [24] Miljødirektoratet. *Klima*. URL: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/miljomål/klima/> (visited on 27th Feb. 2023).
- [25] I. Mjønerud. *Se dagens strømpris (spotpris) fra Nord Pool*. URL: <https://xn--strm-ira.no/dagens-str%C3%B8mpris> (visited on 27th Feb. 2023).
- [26] NAF. *Estimerte kostnader*. URL: <https://reiseplanlegger.naf.no/rute/kostnad> (visited on 27th Feb. 2023).
- [27] G.M. Nevstad. – *Elbils eventyrlige vekst er helt etter læreboka*. Jan. 2023. URL: <https://elbil.no/elbils-eventyrlige-vekst-er-helt-etter-laereboka/> (visited on 27th Feb. 2023).
- [28] Norgesenergi. *Historiske strømpriser — NorgesEnergi*. URL: <https://norgesenergi.no/hjelp/strompriser/historiske-strompriser/> (visited on 27th Feb. 2023).
- [29] Northvolt. ‘Sustainability report 2021’. In: (June 2022), p. 70. URL: <https://www.datocms-assets.com/38709/1655449087-northvolt-sustainability-report-2021.pdf> (visited on 3rd Feb. 2023).
- [30] NTB. *Derfor sliter hele Europa med skyhøye strømpriser*. Section: ntb. Aug. 2022. URL: <https://frifagbevegelse.no/ntb/derfor-sliter-hele-europa-med-skyhoye-strompriser-6.158.896587.f35a326632> (visited on 27th Feb. 2023).
- [31] NVE. *Store investeringer i strømnettet - NVE*. Oct. 2020. URL: <https://www.nve.no/energi/energisystem/energibruk/forbrukerfleksibilitet/store-investeringer-i-stromnettet/> (visited on 27th Feb. 2023).
- [32] B. Pedersen. *kobolt*. Jan. 2023. URL: <http://snl.no/kobolt> (visited on 27th Feb. 2023).
- [33] Permaned. *iPhone 12*. URL: <https://www.permaned.no/product/iphone-12/> (visited on 27th Feb. 2023).
- [34] Permaned. *ThinkPad T14 Gen 2*. URL: <https://www.permaned.no/product/thinkpad-t14-gen-2/> (visited on 27th Feb. 2023).
- [35] Regjeringen. *Batteriforordningen*. EOSnotat. Publisher: regjeringen.no. Jan. 2021. URL: <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2021/jan/batteriforordningen/id2828700/> (visited on 27th Feb. 2023).
- [36] Regjeringen. ‘Voluntary National Review 2021 Norway’. In: (2021). URL: <https://www.regjeringen.no/contentassets/cca592d5137845ff92874e9a78bdadea/no/pdfs/voluntary-national-review-2021.pdf>.
- [37] B. Risholt. *Hvor brannfarlige er egentlig litiumbatterier?* June 2021. URL: <https://www.tu.no/artikler/er-litiumbatterier-brannfarlige/511114> (visited on 27th Feb. 2023).
- [38] H. Sæle. *Bruk strømmen smart for å redusere strømregninga*. Dec. 2021. URL: <https://blogg.sintef.no/sintefenergy-nb/bruk-strommen-smart-for-a-redusere-stromregninga/> (visited on 27th Feb. 2023).
- [39] K. Sander. *Effectuation eller Causation tilnærming*. Sept. 2020. URL: <https://estudie.no/effectuation/> (visited on 27th Feb. 2023).
- [40] Skatteetaten. *Skattemelding for næringsdrivende*. URL: <https://www.skatteetaten.no/bedrift-og-organisasjon/skatt/skattemelding-naringsdrivende/> (visited on 27th Feb. 2023).
- [41] SSB. *Bil og bilkjøring*. URL: <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/faktaside/bil-og-transport> (visited on 27th Feb. 2023).
- [42] SSB. *Familier og husholdninger*. URL: <https://www.ssb.no/befolking/barn-familier-og-husholdninger/statistikk/familier-og-husholdninger> (visited on 27th Feb. 2023).
-

-
- [43] Statnett. *Anbefaler strømtiltak for vinteren*. URL: <https://www.statnett.no/om-statnett/nyheter-og-pressemeldinger/nyhetsarkiv-2022/anbefaler-strømtiltak-for-vinteren/> (visited on 29th Jan. 2023).
 - [44] Statnett. *Derfor har vi prisområder*. URL: <https://www.statnett.no/om-statnett/bli-bedre-kjent-med-statnett/om-strompriser/fakta-om-prisomrader/> (visited on 29th Jan. 2023).
 - [45] Statnett. *Omfattende forbruksplaner fyller opp kapasiteten i strømnettet*. URL: <https://www.statnett.no/om-statnett/nyheter-og-pressemeldinger/nyhetsarkiv-2022/omfattende-forbruksplaner-fyller-opp-kapasiteten-i-strømnettet-i-nord/> (visited on 29th Jan. 2023).
 - [46] Smart Energy Systems. *Smart Energy Systems*. Jan. 2023. URL: <https://www.smartenergystems.no> (visited on 27th Feb. 2023).
 - [47] Tekna. *Dette anlegget kan resirkulere nesten hele elbilbatteriet*. URL: [https://www.tekna.no/kurs/innhold/dette-anlegget-kan-resirkulere-nesten-hele-elbilbatteriet/](https://www.tekna.no/kurs/innhold/dette-anlegget-kan-resirkulere-nesten-hele-elbilbatteriet/www.tekna.no/kurs/innhold/dette-anlegget-kan-resirkulere-nesten-hele-elbilbatteriet/) (visited on 27th Feb. 2023).
 - [48] Telenor. *Flyt - bedriftsabonnement uten skjulte overaskelser*. URL: <https://www.telenor.no/bedrift/mobilabonnement/flyt/> (visited on 27th Feb. 2023).
 - [49] G. Thorsnæs. *Østlandet*. Jan. 2023. URL: <http://snl.no/%C3%98stlandet> (visited on 27th Feb. 2023).
 - [50] G. Thorsnæs. *Sørlandet*. Jan. 2023. URL: <http://snl.no/S%C3%B8rlandet> (visited on 27th Feb. 2023).
 - [51] G. Thorsnæs. *Vestlandet*. Jan. 2023. URL: <http://snl.no/Vestlandet> (visited on 27th Feb. 2023).
 - [52] T. Torevatin et al. *Teknologiledelse for ingeniørstudenter*. Fagbokforlaget, 2017, p. 225. ISBN: 9788245021745.

Vedlegg

A Kontaktlogg

Kontaktnr.	Navn	Brause/stilling	Kontaktno (mailadresse, tlf. num)	Hvorfor er denne kontakten aktuell for vrt problem/konsept?	Stikkord fra samtale og sentrale funn for oppgaven	Når skal det tas/avisert det tatt kontakt?
1	Toreli Landstad	Teknikk avdeling hos Norsk Tipping på Hamar	toseli@norsk-tipping.no	Ble kontaktet under utdemynding av konsept for å finne mulige problemer og løsninger på berøringsgrunnlag. Ikke direkt aktuell for vrt endelige problemløsning.	Hvorvidt Norsk Tipping stilt bygg brukes spesielt fra servern for å vennne opp bygget. Dette var et alternativt konsept som ble brukt da vannpumper var på faskelsis til systemet. Skal ingen aktuell løsning til dette som lever videre bakgrunn så godt.	18.01.2023
2	Trygve Borchdæl	CEO/direktør hos ECO STORE AS NACE-bransje 18.20 - Sertifering og bearbeiding av vifte for matvarer/utvinning.	trygve@necostore.no hit@necostore.com	Etablerte et selskap i 2010 som først produserte vifteelementer til vannpumper i boliger. Grenetting av mer enn 8000 tomt moduler fra el-batteriene hentet fra Hydro og Northvolt. Kjøpte gjenbrukte gamle elbatterier fra Hydrovolt. Nå etablert et selskapet vi pågår å utvikle konseptet. Ønsker tilbakemelding på prosessen og teknologiene.	Harvist til konseptet. Mener det er et stort potensial av å forende kommunikasjonsmønstre for å utvikle markedsføringsstrategi. Ønsker tilbakemelding på teknologiene.	20.01.2023
3	Peter Ola Qvistrodt	Project manager i Smart Energy Systems	alexander@smarternsystems.no	Firma som først utviklet en solcelle- og redusert effektkonsept ved å i bruk energiutnyttelsen i batterier.	Hadde konstruktiv konsekvens på teknologi og mulighetsanalyse og mulighetsanalyse på hvilken del av batteriene.	25.01.2023
4	Alexander Finn			Dette selskapet driver med mye av det vrt konseptet gir på. Står ikke spesiell i forhold til utstyr ved rørleiding. Eksport, utvikling, utnyttelse og forhåndstilgang av opprinnende batterier.	Hadde veldig resulterende samtal med. Fikk også en god tilbakemelding om teknologien.	27.02.2023
5	Stig Skjelde Hætne	Project manager hos ECO STORE AS Communication manager for Hydro Energy	stig@ecostore.no	Residuert gamle elbatterier. Spør om hva der koster å resirkulere gamle elbatterier.	Spør om teknologien som er i konseptet. Dette er en plattform for å resirkulere gamle elbatterier.	29.01.2023
6	Tor-Martin Torbergen	Privateperson	tor-martin.torbergen@privatpost.no	Potensial kunde i vifte marked.	Prøver også om systemet kan til å markere gamle elbatterier var en veldig god løsning, men ikke informasjon om hvordan.	31.01.2023
7	Benedicte Fjelstad			Bedrifte slike resirkulerte batterier. Produktet skal bare varetak seg av disse batteriene som bidrar til en mer bærekraftig ressursutvikling.	Prøver til konsept. men kunne ikke spore på hvilke batterier dette var.	31.01.2023
8	Elias Åkessø	Sales manager i Northvolt	elias@northvolt.com	Privateperson som er i viftemarkedet.	Prøver til konsept. hadde veldig interessert i produktet som fatter ut strømforsyningen i utstyr. Helt annet et system der vi snart etter et par dager kan tilpasse til vifte.	21.01.2023
9	Sverre Kristian Ørland Blixen	Privateperson	91644326	Privateperson som er i viftemarkedet.	Prøver til konsept. Prøver ikke i vannet fra 10-200 °C KWh til fra hvilken hvilende batteriene har vært i.	06.02.2023
10	William Berth	Founder and CEO av Cing System	william@cingsystems.com		Ønsker ikke så mye på denne kundes del av viften med. Nærmest at den er en kompleks vedlikehold som krever batteridrap. Ønsker oss vifte til mindre prosjektklasse.	07.02.2023
11	Jørgen Endal	Co-founder and CEO av Eyon Sales, med vifteutvikling support av ECO STOR AS	jonen@eyon.com jon@ecostore.no	Relevant for vrt konsept. Spørte etter detaljer rundt vifte og komponenter.	Ide konseptet til vann vifte som er veldig enkelt.	10.02.2023
12	Marie Hjørnevik	Privateperson	989 98 492	Potensial kunde i vifte marked.	Potensialperson som kundet ikke ønsket å snakke med om viften. Etter et godt etterspørsmål har tatt tilbake. Og har tatt tilbake til viften.	11.02.2023
13	Hermann Thøren				Ønsker ikke så mye på denne viften.	21.02.2023
14	Torel Bergem Øs	Eaton Norge			Start et engasjement blant kundehus til Eaton (> 50% flere av anledningen til å bestyke med viften). Viften har også veldig dårlig vifteelementer.	25.01.2023
15	Tommy Dyrnesdal	Privateperson	904 18 141	Privateperson som er i viftemarkedet.	Prøver også på viften og hvordan det implementeres. Forteller også at prisene antakelig er for høye per vifte. Etter et godt tilbakemelding.	25.01.2023
16	Stian Erik Vold	Privateperson	476 42 054	Privateperson som er i viftemarkedet.	Prøver også på viften og hvordan det implementeres. Etter et godt tilbakemelding.	25.01.2023
17	Perter Antonsen	Miljømentor i Elvha	gjette.antonson@elvha.no	Jobber for miljøet i Elvha	Hadde ikke få fornøyelse om gjennomgangen fra Elvha-leder. Etter viften er viktig.	20.02.2023

Figure 7: Kontaktlogg

B Budsjett

DRIFTSBUDSJETT FOR ENERGY BUFF FØRSTE DRIFTSÅR													
Estimert salg = 250 stk.													
Periode	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Des.	Budsjett (ar)
Inntekter	2.083.333	2.083.333	2.083.333	2.083.333	2.083.333	2.083.333	2.083.333	2.083.333	2.083.333	2.083.333	2.083.333	2.083.333	25.000.000
Sum Driftsinntekter	2.083.333	25.000.000											
Variable kostnader:													
Materialer	1.504.813	1.504.813	1.504.813	1.504.813	1.504.813	1.504.813	1.504.813	1.504.813	1.504.813	1.504.813	1.504.813	1.504.813	18.057.750
Andre kostnader	416.667	416.667	416.667	416.667	416.667	416.667	416.667	416.667	416.667	416.667	416.667	416.667	5.000.000
Sum Variable kostnader	1.921.479	23.057.750											
DEKNINGSBIDRAG	161.854	1.942.250											
Indirekte kostnader:													
Lønn	125.000	125.000	125.000	125.000	125.000	125.000	125.000	125.000	125.000	125.000	125.000	125.000	1.500.000
Elbil	10.240	10.240	10.240	10.240	10.240	10.240	10.240	10.240	10.240	10.240	10.240	10.240	122.880
Strom	224.26	174.02	340.28	307.66	285.1	248.16	289.92	733.4	769.4	202.3	154	544	4.273
Leie av lokaler	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	168.000
Renhold (vaskemidler).	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	6.000
Rørskap/revision	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	3.538
Kontorutstyr/kontoreksitta	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	4.920
Telefon/elektronisk kommunikasjon	761	761	761	761	761	761	761	761	761	761	761	761	9.132
Andre driftskostnader	50.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	83.000
Reisekostnader	4.166.66	4.166.66	4.166.66	4.166.66	4.166.66	4.166.66	4.166.66	4.166.66	4.166.66	4.166.66	4.166.66	4.166.66	50.000
Markedsstøring	2.000	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	13.500
Forskrifter	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	14.400
Sum indirekte kostnader	206.681	161.631	160.797	160.794	161.632	159.705	159.747	160.190	161.226	161.611	162.001	1.979.643	
DRIFTSRESULTAT	-46.827	223	1.057	1.090	222	2.149	2.108	1.664	628	195	243	-147	-37.393

Figure 8: Driftsbudsjett for Energy buff

C Beregninger

Beregning av strømutgifter

Måned	kWh	Strømstøtte [kr.]	Pris [øre/kWh]	Total kostnad inkl. strømstøtte. [kr.]
Januar	200	127,32	175,79	224,26
Februar	200	127,32	150,67	174,02
Mars	200	127,32	233,80	340,28
April	200	127,32	217,49	307,66
Mai	200	127,32	206,21	285,10
Juni	200	1273,32	187,74	248,16
Juli	200	1273,32	208,62	289,92
August	200	1273,32	430,36	733,40
September	200	1273,32	448,36	769,40
Oktober	200	1273,32	164,81	202,30
November	200	1273,32	140,72	154,12
Desember	200	1273,32	335,85	544,38

Figure 9: Strømutgifter

Python-app

Python-appen ble laget for å være et verktøy for Energy buff og for å fungere som en demo av det tiltenkte sluttproduktet. Programmet inneholder begrensede funksjoner, men viser konseptet på en god måte.

Appen er basert på målinger av sanntid og historisk strømpris. Denne informasjonen er hentet med API fra hvakosterstrommen.no [2]. Det er tatt utgangspunkt i tabell 2 for å beregne daglig strømforbruk. Videre ble det laget en estimering av hvordan strømforbruk vil se ut med en batteripakke på 11 kWh. Dagsforbruken er så simulert over N antall dager for å finne besparelse i strømprisen.

Programmet optimaliserer strømforbruket fra batterier ved å avgrense strøm når strømprisen er høy og mota strøm når strømprisen er lav. Dette ble gjort ved å hente strømprisen over et år for å finne snittprisen per time og minimere strøm fra nettet i disse tidsrommene. I et faktisk produkt ville denne delen vært dynamisk, her er den statisk.

For å finne besparelser i nettleien blir brukeren spurt om hvilet kapasitetsledd i nettleien han befinner seg i. Det blir så funnet antall måneder simuleringen har pågått og ganget med differansen mellom den gamle nettleien og den nye estimerte nettleien som er regnet ut av programmet. Nettleiemodellen som er brukt i appen er hentet fra Norgesnett, det er gjort fordi det er de som eier strømnettet rundt Fredrikstad [3].

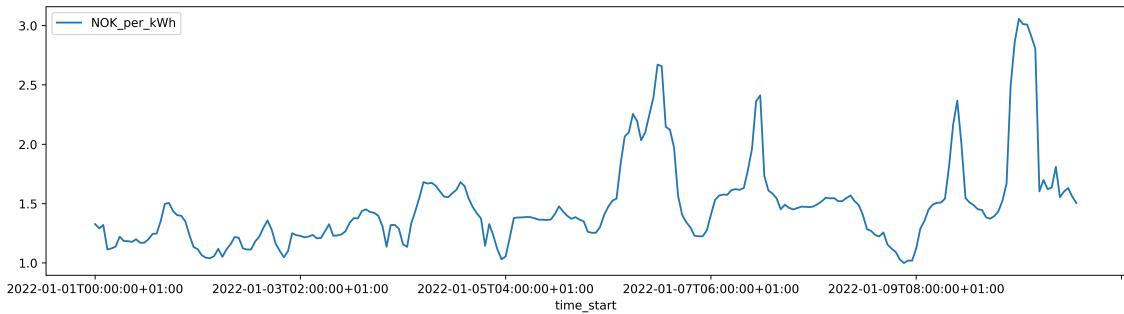


Figure 10: Strømpris første 10 dager i 2022

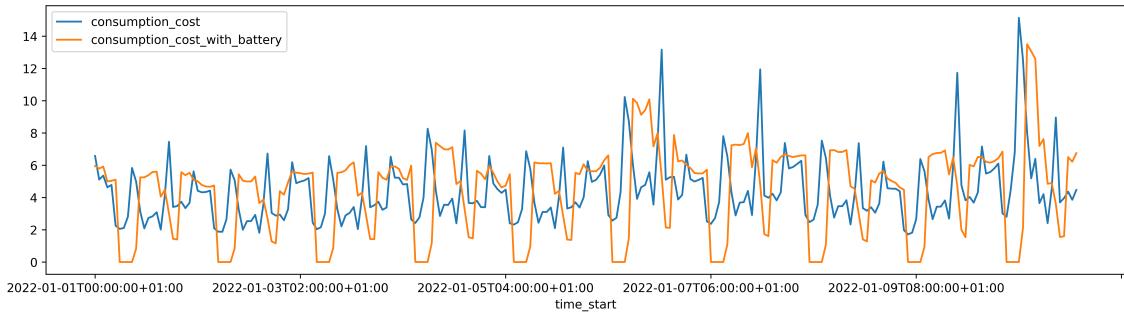


Figure 11: Strømforbruk med og uten batteripakke første 10 dager i 2022

Python-koden

Dette er en utskrift av Python-programmet som benytter API og henter data fra hvakosterstrommen.no. Vedlagt ligger koden i en jupyter notebook-fil og en python-fil. Jupyter notebook-filen inneholder koden som er skrevet ut under, den kan også åpnes og en kan endre på hvor i Norge det skal simuleres for å få forskjellige verdier. Det er også vedlagt en python-fil som baserer seg på ett års data fra østlandet her også kan man endre på kWh bruk per år for å få forskjellige resultater, men man er låst til det forhåndsinnstilte intervallet.

```
# Definering av funksjoner og importering av bibliotek
import requests
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

# Itererer dagene og sjekker om det er nødvendig å bytte måned
def checkMonth(cDate, cMonth):
    if ((cDate == 31) and (cMonth in oddMonth)):
        cDate = 1
        cMonth = cMonth + 1
        return cDate, cMonth
    elif ((cDate == 30) and (cMonth in evenMonth)):
        cDate = 1
        cMonth = cMonth + 1
        return cDate, cMonth
    elif ((cDate == 28) and (cMonth == 2)):
        cDate = 1
        cMonth = cMonth + 1
        return cDate, cMonth
    else:
        cDate = cDate + 1
        return cDate, cMonth

# Gjør nummerene til ord så de kan bli brukt i API'en
def makeStr(number):
    str_number = str(number)
    if len(str_number) < 2:
        str_number = "0" + str_number
    return str_number

# Finner medgåtte måneder
def getElapsedMonths(startMonth, startYear, month, year):
    elapsedMonths = 0
    elapsedMonths += (year - startYear) * 12
    elapsedMonths += month - startMonth
    return elapsedMonths

# Finner kapasetsleddet basert på forbruk
def getCapacityLink(maxCapacity):
    value= 0
    if maxCapacity < 2: value= 1
    elif maxCapacity >= 2 and maxCapacity < 5: value= 2
    elif maxCapacity >= 5 and maxCapacity < 10: value= 3
    elif maxCapacity >= 10 and maxCapacity < 15: value= 4
    elif maxCapacity >= 15 and maxCapacity < 20: value= 5
    elif maxCapacity >= 20 and maxCapacity < 25: value= 6
    elif maxCapacity >= 25 and maxCapacity < 50: value= 7
    elif maxCapacity >= 50 and maxCapacity < 75: value= 8
```

```

        elif maxCapacity >= 75 and maxCapacity < 100: value= 9
        elif maxCapacity >= 100: value= 10

        # Trekker fra 1 for at det skal passe med index i kapasitetsleddlisten
        index = value - 1
        return index

    # Finner kapasitetsleddkostnad basert på kapasitetsleddnivå
    def findCapacityPrice(consumptionList, capacityList):
        capacity = 0
        for j in consumptionList:
            if j > capacity:
                capacity = j
        newLink = getCapacityLink(capacity)
        newPrice = capacityList[newLink]
        return newPrice

    # Definerer konstanter
    evenMonth = [4, 6, 9, 11]
    oddMonth = [1, 3, 5, 7, 8, 10, 12]
    flag = 0

    # Liste som beskriver forbruk over dagen per time
    normalConsumptionPercent = [ 0.068775791, 0.055020633, 0.056396149, 0.057771664,
                                0.05914718, 0.027510316, 0.023383769, 0.024759285,
                                0.03301238, 0.068775791, 0.057771664, 0.037138927,
                                0.024759285, 0.031636864, 0.031636864, 0.034387895,
                                0.020632737, 0.038514443, 0.068775791, 0.03301238,
                                0.034387895, 0.037138927, 0.034387895, 0.041265475 ]

    # Liste som beskriver forbruk over dagen per time med Energy buff sin batteripakke
    normalConsumptionWBatteryPercent = [0.06232687, 0.06232687, 0.06232687, 0.06232687,
                                         0.06232687, 0.06232687, 0.0, 0.0,
                                         0.0, 0.0, 0.009695291, 0.06232687,
                                         0.06232687, 0.06232687, 0.06232687, 0.06232687,
                                         0.041551247, 0.041551247, 0.027700831, 0.013850416,
                                         0.013850416, 0.055401662, 0.055401662, 0.06232687 ]

    # Liste med priser på alle kapasitetsleddnivå
    capacityLinkList = [ 168.75, 281.25,
                         462.50, 822.50,
                         1092.50, 1355.00,
                         2100.00, 3287.50,
                         4475.00, 7252.50]

    fileName = "strom.csv"

    # Bruker input
    priceArea = "NO1"
    yearlyConsumption = 72*365
    capacityLink = 3

    # Beregninger
    dailyConsumption = yearlyConsumption / 365
    normalConsumption = [i * dailyConsumption for i in normalConsumptionPercent]
    normalConsumptionWBattery = [i * dailyConsumption for i in normalConsumptionWBatteryPercent]

```

```

# Verdier for simulering
startDate = 1
startMonth = 1
startYear = 2022
days = 10

date = startDate
month = startMonth
year = startYear
elapsedMonths = 0

for i in range(0, days):
    strDate = makeStr(date)
    strMonth = makeStr(month)
    # Bygger link for å hente data
    link = "https://www.hvakosterstrommen.no/api/v1/prices/" + str(year) + "/" + strMonth +
    "-" + strDate + "_" + priceArea + ".json"
    # Henter data
    response = requests.get(link).text
    df = pd.read_json(response)
    # Rydder data
    df = df.drop(['EXR', 'EUR_per_kWh', 'time_end'], axis=1)

    # Når nasjonen bytter tidssone blir det kluss fordi vi ikke får de forventede 24 tastene
    # Tar da et gjennomsnitt av 23 datapunkt og legger det inn for sommertid
    # For vinterstid tar vi vekk det 3. tast i døgnet
    if len(df.index) < 24:
        missing = 24 - len(df.index)
        avg = df['NOK_per_kWh'].sum() / len(df.index)
        for i in range(missing):
            df.loc[len(df.index)] = [avg, 0]
    elif len(df.index) == 25:
        df.drop(3, axis=0, inplace=True)

    # Legger på kolonner
    df['consumption'] = normalConsumption
    df['consumption_cost'] = df['consumption'] * df['NOK_per_kWh']
    df['consumption_with_battery'] = normalConsumptionWBattery
    df['consumption_cost_with_battery'] = df['consumption_with_battery'] * df['NOK_per_kWh']

    # Fjerner øverste beskrivende rad for hver dag men beholder den første
    if flag == 0:
        flag = 1
        df.to_csv(fileName, index=False)
    else:
        df.to_csv(fileName, header=False, index=False, mode="a")

    # Bytter dag og endrer år om nødvendig
    date, month = checkMonth(date, month)
    if month == 13:
        month = 1
        year = year + 1
flag = 0

elapsedMonths = getElapsedMonths(startMonth, startYear, month, year)
newCapacityLinkPrice = findCapacityPrice(normalConsumptionWBattery, capacityLinkList)
capacityLinkDiff = elapsedMonths * (capacityLinkList[capacityLink - 1] - newCapacityLinkPrice)

```

```
df = pd.read_csv(fileName)
cost_with_battery = df['consumption_cost_with_battery'].sum()
cost_without_battery = df['consumption_cost'].sum()

saved = cost_without_battery - cost_with_battery
total_saved = saved + capacityLinkDiff

print("Regnskap")
print("Penger spart uten kapasitetsledd: " + str(round(saved, 2)))
print("Penger spart i kapasitetsledd: " + str(round(capacityLinkDiff, 2)))
print("Totalt spart gjennom perioden: " + str(round(total_saved, 2)))
print("Gammel nettleie pris per måned: " + str(capacityLinkList[capacityLink - 1]))
print("Ny nettleie pris per måned: " + str(newCapacityLinkPrice))

# Plot av strømforbruk de første 10 dager
df.iloc[0:240].plot(x='time_start', y=[
    'consumption_cost',
    'consumption_cost_with_battery'], figsize=(16,4))
plt.savefig('strom_bruk.png', dpi=500, bbox_inches='tight')
plt.show()
```

D Bilder av kjøpsprosess



Figure 12: Side 1 i kjøpsprosess. Sonevalg

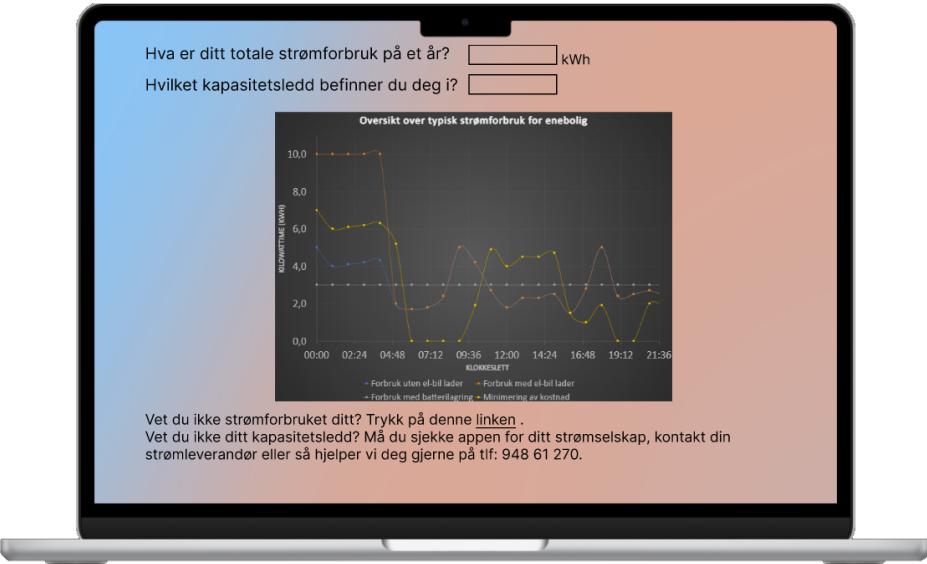


Figure 13: Side 2 i kjøpsprosess. Effekforbruk

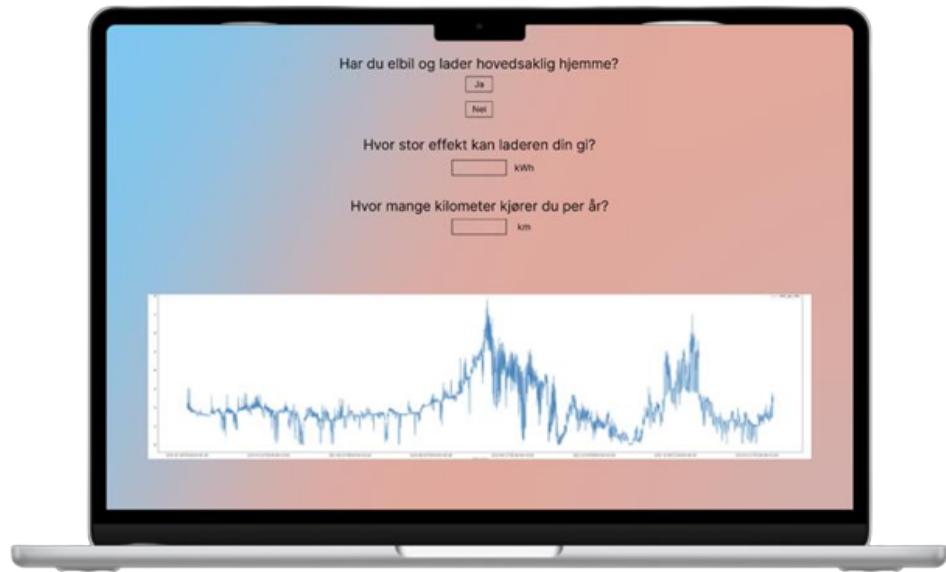


Figure 14: Side 3 i kjøpsprosess. Lading av elbil



Figure 15: Side 4 i kjøpsprosess. Fornybar energiavlastning



Figure 16: Side 5 i kjøpsprosess. Prisestimat

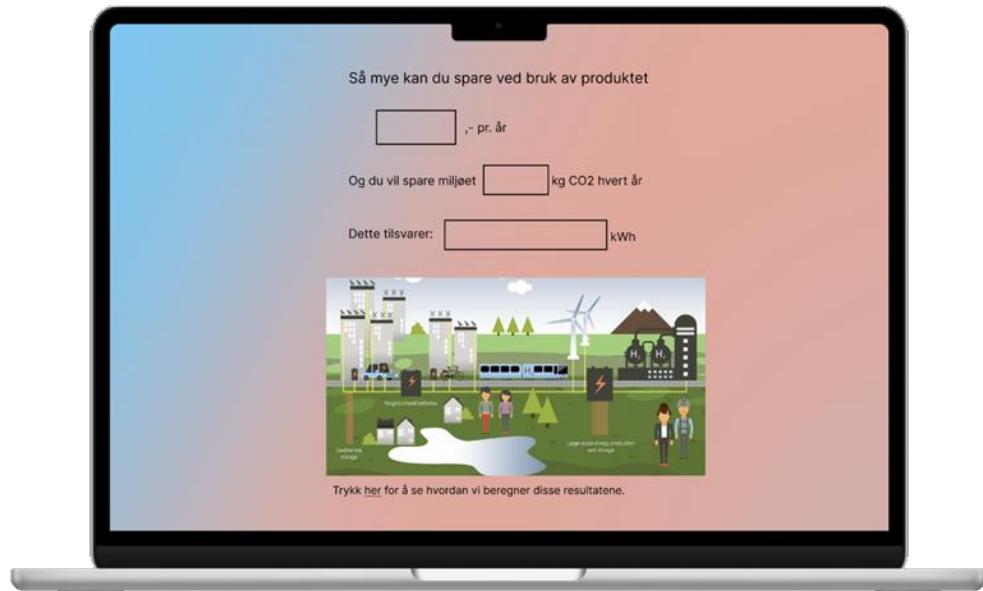


Figure 17: Side 6 i kjøpsprosess. Produktresultater

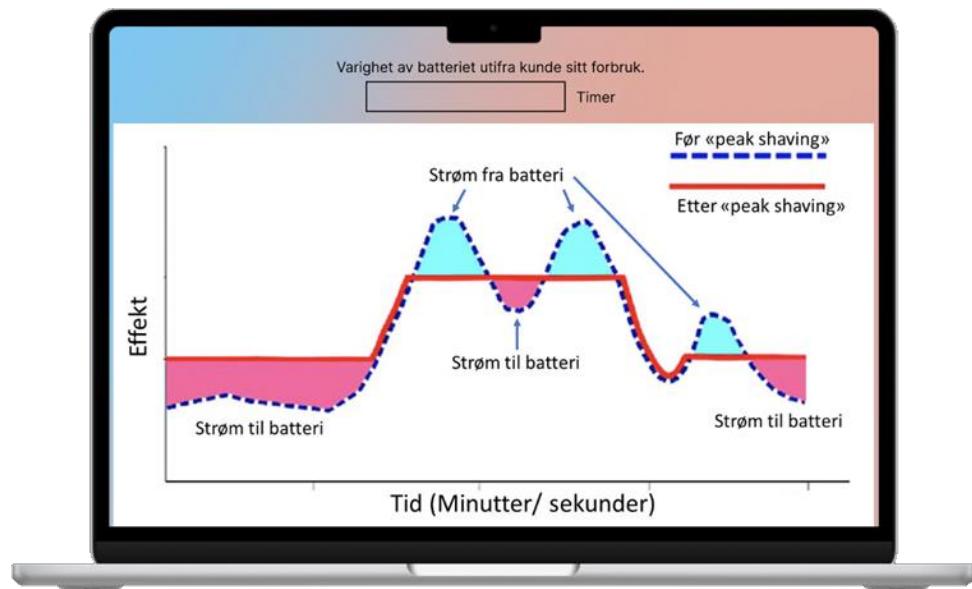


Figure 18: Side 7 i kjøpsprosess. Batteritid

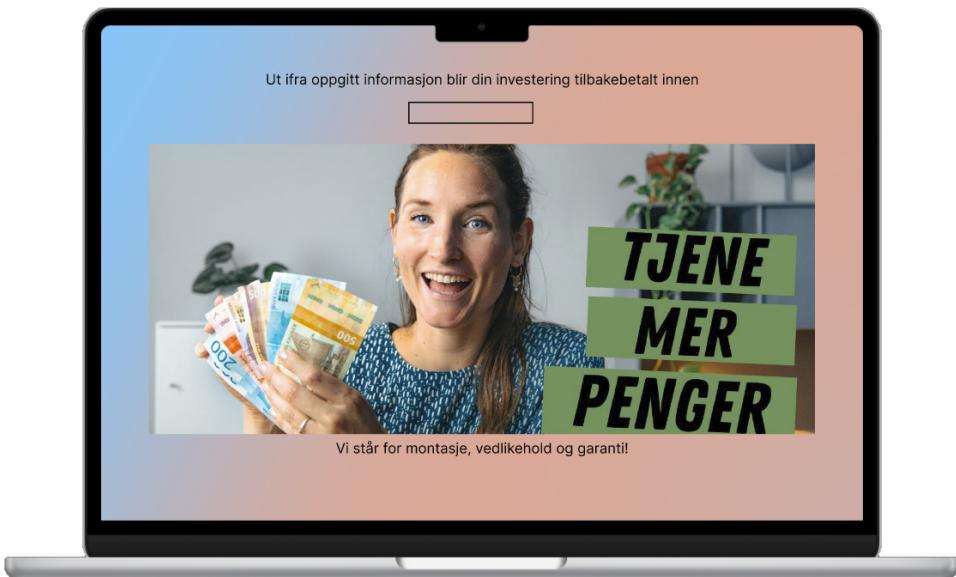


Figure 19: Side 8 i kjøpsprosess. Tilbakebetalingstid



Figure 20: Side 9 i kjøpsprosess. Henvisning til app



Figure 21: Hovedside i app