

Søndre Viken IPR

Interkommunalt politisk råd



Aremark, Fredrikstad, Halden, Hvaler og Sarpsborg

Energiutredning for Søndre Østfold IPR

Metodenotat vers.1

5. desember 2024

Innhold

INNHold	2
1. INNLEDNING	3
2. ENERGIBEHOV OG ENERGIEFFEKTIVISERING	4
2.1 INDUSTRI	4
2.1.1 DAGENS INDUSTRI	4
2.1.2 NY INDUSTRI	7
2.2 BOLIGER OG YRKESBYGG – MED ENERGIEFFEKTIVISERING	9
2.2.1 FORENKLET BEREGNING AV FLEKSIBILITET I HUSHOLDNINGENE	11
2.3 VEITRANSPORT	11
2.3.1 VIRKNINGSGRAD	13
2.3.2 BIODRIVSTOFF (UNNTATT BIOGASS)	13
2.4 ANLEGG- OG LANDBRUKSMASKINER	13
3. PRODUKSJONSMETODER	15
3.1 BIOENERGI	15
3.1.1 BIOGASS	15
3.1.2 ØVRIG BIOENERGI	16
3.2 ELVEKRAFT	16
3.3 VINDKRAFT	16
3.4 SOLKRAFT	17
3.4.1 BAKKEMONTERT SOL	17
3.4.2 SOL PÅ BYGG	17
3.5 KJERNEKRAFT	18
4. REFERANSER	19

1. Innledning

I styremøtet for Søndre Østfold IPR den 29. mai 2024 ble det lagt fram en sak om oppstart av en energiutredning for Søndre Østfold. Energiutredningen for Søndre Østfold skal gi et utfyllende kunnskapsgrunnlag om energisituasjonen for regionen og for hver av kommunene Sarpsborg, Fredrikstad, Hvaler, Halden og Aremark.

Dette metodenotatet er et supplement til hovedrapporten for Søndre Østfold og de fem delrapportene. Notatet beskriver metoden brukt for å utrede de ulike temaene i rapporten. Metoden for de temaer som arbeidsgruppen anser er tilstrekkelig beskrevet i hovedrapporten blir ikke omtalt i dette notatet.

2. Energibehov og energieffektivisering

2.1 Industri

2.1.1 Dagens industri

Metoden er beskrevet overordnet i kapittel 7.1 i hovedrapporten. Her utfylles dette.

Følgende industribedriftene rapporterer energibruk og i noen tilfeller klimagassutslipp, til Miljødirektoratet og statsforvalteren, som publiseres på www.norskeutslipp.no (Miljødirektoratet, d.d.):

- Adesso Bioproducts
- Borregaard
- Denofa as
- FREVAR
- Glomma Papp
- Gyproc A.S
- Hansa Borg Bryggerier
- Halden pharma / tidligere Fresenius Kabi Norge
- Jøtul AS
- Kemira Chemicals AS
- Kronos Titan
- MBP Bio Production
- Metallco Stene
- Nexans
- Nordic Paper
- Norsk Gjenvinning, Øra
- Norsk Gjenvinning Metall, Fredrikstad
- Norske Skog Saugbrugs
- Nortura Sarpsborg
- Polynt, tidligere Reichhold
- SAREN Energy Bio-EI (tidligere Kvitebjørn Bio-EI), Fredrikstad
- SAREN Energy Sarpsborg (Tidligere Sarpsborg avfallsenergi)
- Sarpsborg krematorium
- Sirkel Materialgjenvinning
- Unger Fabrikker
- VPK Packaging

Disse bedriftene har arbeidsgruppen vært i dialog med, i større og mindre grad

- Borregaard
- Borg bryggerier
- FREVAR
- GG-gruppen/Viken Park
- Glomma papp
- Halden Kraftproduksjon AS/Akershus Energi
- Nexans
- Norske Skog Saugbrugs
- Norsk nukleær dekommisjonering
- SAREN Energy
- Østfold Energi

Bedrifter som har vært involvert i prosjektene Klimasats Øra og Industriell symbiose Øra – og prosjektmateriale som har vært benyttet som sentralt underlag i energiutredningen:

- Adesso Bioproducts
- Borg havn
- Borg hydrogen
- Denofa as
- Fredrikstad fjernvarme AS
- FREVAR
- Gyproc A.S
- Kemira Chemicals
- Kronos Titan
- Metallco Stene
- Nordic Paper
- Norsk Gjenvinning Metall, Øra
- Norsk Gjenvinning, Øra
- Polynt, tidligere Reichhold avd. Fredrikstad
- SAREN Energy Bio-EI (tidligere Kvitebjørn Bio-EI)
- Sirkel Materialgjenvinning
- Unger Fabrikker

Faktorer for omregning av energimengder i tonn til energimengder i MWh

Tabellen under viser omregningsfaktorene som er benyttet fra tonn til MWh. Alle faktorene er de samme som er benyttet i Akershus, Buskerud og Østfolds Energidashboard slik at tallene skal være mest mulig sammenlignbare (Viken fylkeskommune, d.d.). Der Energidashboardet ikke viser kilde, har vi også benyttet deres faktorer.

Tabell 2.1: Tabellen gir en oversikt over faktorer benyttet for omregning fra tonn til MWh, og hvor disse er hentet fra.

Energibærer	Faktor	Hentet fra
Annen biomasse	8	<u>Energidashboardet</u>
Fyringsolje nr. 2	11,33	<u>Norsk energi - energiinnhold i brensel</u>
Diesel	12	<u>Miljødirektoratet</u>
Naturgass	13,3	<u>Miljødirektoratet</u>
Bark	6	<u>NIBIO</u>
Flis	2,9	<u>Miljødirektoratet</u>
Slam	0,5	<u>Fiskeribladet</u>
Propan	12,78	<u>Miljødirektoratet</u>
Bioolje	10,3	<u>Miljødirektoratet</u>
LPG	12,8	<u>Miljødirektoratet</u>
Koks	7,92	<u>Miljødirektoratet</u>
Avlut	3,9	<u>Energidashboardet</u>
Biogass	13,9	<u>Miljødirektoratet</u>
Fast brennbart avfall	2,5	<u>Forus Energi gjenvinning</u>
Trevirke	5	<u>Energidashboardet</u>
Biodiesel	10,3	<u>Miljødirektoratet</u>
Autodiesel	12	<u>Miljødirektoratet</u>

Når i tidslinjen ulik fossil energi erstattes av bioenergi

Bioenergi er gruppert i energiutredningens kategori "Annen grønn energi". Tabell 2.2 viser når det er antatt at fossile løsninger vil erstattes av bioenergi. Med andre ord antas det at rammevilkårene som avgifter rigges slik at bioenergi er billigere enn de fossile alternativene innen disse årstallene, kombinert med andre virkemidler. Et slikt bytte trenger normalt ingen ombygging av brennere og utstyr. Det er tilgang og pris som påvirker skiftet. I noen tilfeller har bio-alternativet lavere holdbarhet, så det antas at disse ikke trengs å lagres lenge i de konkrete casene. Merk at når det gjelder LNG er det ikke all LNG som erstattes med bioenergi, men i noen tilfeller erstattes det med elektrisitet til el-kjel. Dette er typisk der arbeidsgruppen vet at bedriften allerede har el-kjel på tilsvarende kapasitet, eller har planer om en el-kjel.

Tabell 2.2: Tabellen viser hvilke år det antas at ulike fossile løsninger vil erstattes av bio-energi.

Fossil energi	Biobasert energi	Er byttet innen	Evt. kommentar
Lett fyringsolje	Bio-olje	2030	
Diesel	Bio-diesel	2030	
LNG (Flytende naturgass) /Naturgass	Biogass	2040 (2030*)	Det er stor usikkerhet om hvorvidt og når biogass blir mer lønnsomt enn naturgass i industri. Det er likevel noe industri som i dag benytter biogass for å senke karbonfotavtrykket og/eller har tilgang til biogassproduksjon "innomhus". Mer informasjon under.
LPG (Flytende propangass)/ Propan	Biopropan	2040	Biopropan er teknisk sett mulig, men lite tilgjengelig per i dag. Produseres for eksempel i Sverige. Det antas at det er tilgjengelig i 2040.
Petrolkoks	Bio-erstatning for petrolkoks	2040	Det antas at erstatning er tilgjengelig i 2040. Dette gjelder en veldig begrenset energimengde i studien.

For kategoriene «veitransport» og «anleggs- og landbruksmaskiner» er biodiesel beregnet og vist sammen med fossil energi i figurene og framskrivningene. Se disse metodekapitlene for mer forklaring og informasjon.

Mer om biogass

Dagens rammevilkår gjør at biogass i all hovedsak benyttes i transportsektoren. Dette kommer av at det samlede avgiftene på fossil energi i transportsektoren er høy sammenlignet med i andre sektorer. Biogass er derfor mest konkurransedyktig i transportmarkedet, og at biogass ikke kan konkurrere med fossil naturgass i industrien i dag. Ettersom biogass kan erstatte naturgass direkte i de fleste brennere og utstyr som i dag benytter naturgass antar arbeidsgruppen at rammevilkårene på sikt vil tilpasses. På grunn av usikkerheten for det generelle skiftet, settes 2040 som forsiktig anslag. For de enkeltbedriftene arbeidsgruppen har vært i dialog med som vil erstatte biogass tidligere, er dette modellert. For bedrifter arbeidsgruppen vet benytter biogass i dag er det antatt samme betalingsvilje og tilgang framover.

*Biogass i Fredrikstad: Det er et unntak for årstall innfasen for deler av innfasing av biogass i Fredrikstad. Det antas at når FREVAR øker produksjonen av biogass vil lokal industri eller fjernvarme i ett scenario, inngå kontrakter for å sikre seg denne, selv om den antakelig ikke isolert sett er lønnsomt på dette tidspunktet. Dette utgjør ikke det totale behovet for biogass i Fredrikstad.

Underestimering av bio-energi og fossil energi i framskrivingene til dagens industri:

Av konfidensialitetshensyn vises ikke framskrivinger for fossil energi i tall og figurer i industrikapitlet i Søndre Østfold-rapporten, men det vises et estimat som er gjort i det aggregerte nivået i hovedfunn-kapitlet. En god indikator for reduksjon av fossil energibruk, er de estimerte klimagassreduksjonene i industrikapitlet som bedriftene dels har oppgitt, og som dels er beregnet av arbeidsgruppen.

I kommunekapitlene vises ikke all fossil energi av samme årsak som over.

Når det gjelder "annen grønn energi" er ikke det fulle, planlagte behovet vist for dagens industri i noen av utredningene. Det er ikke alle bedriftene som har hatt mulighet til å dele dette. Deler av volumet er økt utnyttelse av bioenergi som restprodukt internt i bedriften.

Klimagassfaktorer

I industrikapitlet i Søndre-Østfoldrapporten er antatt reduksjon i fossile klimagassutslipp vist i figurer. Det er benyttet samme utslippsfaktorer for CO₂ som Miljødirektoratet benytter for når man forbrenner en gitt mengde av ulike energivarer: *Utslippsfaktorer i klimagassregnskap for Norge* (Miljødirektoratet, d.d.).

Som en forenkling er klimaeffekten av metan og lystgass-komponenter i denne fossile energibruken ikke inkludert.

2.1.2 Ny industri

I de tre bykommunene er følgende tilnærming benyttet for å estimere energibehov i ny industri, i Scenario 1 - Lavt strømbehov, med ett unntak som beskrives senere:

- Det er utarbeidet en oversikt over de største ledige næringsarealene som er ferdig regulert, eller som er under regulering og der det er et kommunalt ønske og rimelig å anta at industri eller lagervirksomhet vil kunne etableres. (Tjenesteytende sektor sorterer under yrkesbygg i energiutredningen).
- Ut fra regulering-status er det anslått en prosentvis fordeling på utvikling av arealene fordelt på i hovedsak 2030 og 2040.
- For ikke å overdrive energibehovet er det foretatt noe som antas være en forsiktig tilnærming om at 35 % av næringsarealene utnyttes til grunnflate for industribygg. Dette er basert på erfaringer fra nyere utvikling av næringsarealer. (En stor andel utnyttes til felles adkomst og andre felles-funksjoner, dernest vil det innenfor bedrifters avsatte arealer være områder som benyttes til parkering, utomhuslagring og annet).
- Med unntak av enkelte lagerbygg er det antatt en gjennomsnittlig etasjehøyde på 1,1, ut fra at noe kontorbygg kan være høyere og en del produksjonslokaler bør være på én etasje av hensyn til flyt.
- Da får man hvor mye bruksarealer som antas utnyttes til industri. Dette er nøkkeltall som vil ganges opp med antatt energibehov innenfor ulike typer virksomhet.
- Det er benyttet en modell utviklet av Østfold Energi i samarbeid med konsulenter for å modellere energibehov til ulike type virksomheter etter dagens energigjerrige standarder. Modellen beregner strømbehov, behovet for oppvarming og kjøling basert på bruksareal for ulike industri- og lagerbygg (Østfold Energi, 2024).

- Studien har generalisert ved å modellere tre ulike hovedtyper virksomheter og sammensettingen av disse er ulik på ulike arealer ut fra arbeidsgruppens kjennskap til arealene: Lett industri, energikrevende industri, lagervirksomhet med en miks av fryseler, kjølelager, og lager med romtemperatur, hvorav noe er estimert å være høyt lager. Det er "lett industri" som benyttes som dominerende virksomhet, og energikrevende industri i svært begrenset grad.

Unntaket for Scenario 1 - Lavest strømbehov er Viken Park. Utbygger har selv utarbeidet to ulike scenarier for dette regionale næringsområdet, og resultatene av det laveste strømbehovscenariet er lagt inn i framskrivningen for 2030 og 2050 (og 2040, noe som visualiseres i industrikapitlet i Søndre Østfold-rapporten).

Når det gjelder Scenario 2 - Høyest strømbehov er følgende framgangsmåte gjort for framskrivningene i bykommunene:

- Framskrivningene for "lavt strømbehov" ligger til grunn
- For Viken Park i Fredrikstad erstattes utbyggers "lav-effekt-scenario" med deres "høy-effekt-scenario", der det legges til grunn at en stor aktør med høyt elektrisk effektbehov vil etablere seg i området, i tillegg til andre virksomheter (høy og lav effekt viser til behovet for elektrisk effekt og gir stor forskjell i strømbehovet over året)
- I Sarpsborg legges det til en trinnvis realisering av et datasenter fra 2040. Dette er i et scenario der det eventuelt besluttes å utvikle arealene nær Halse trafo, altså med kort avstand til Statnetts transmisjonsnett. Det benyttes nøkkeltall fra Google-utbygging i Skiensområdet (Telemarks avis), men skalert ned i tråd med arealer og ambisjoner signalisert i initiativet til utvikling av Hasle Trafo (Telemarksavis, d.d.) (Østfold Energi, 2020). Det er tenkt at noe av arealet holdes av til en annen virksomhet som kan utnytte overskuddsenergi. Det er for øvrig lag til grunn at dette arealet ikke utvikles til noe annet formål i Scenario 1 – Lavest strømbehov.
- For Halden er det ikke antatt tilsvarende energikrevende virksomhet, men modellert ulik grad av bruk av strøm sammenliknet med annen grønn energi. Som beskrevet i hovedrapporten er det imidlertid modellert en ny virksomhet i tilknytning til eksisterende bedrift, og derfor gruppert under dagens industri.

Aremark og Hvaler:

Med utgangspunkt i både den lave andelen og absolutte mengde energi som inngår i kategorien industri i Aremark og Hvaler i dag, kombinert med usikkerhet om hvilke typer næringer det er aktuelt at etablerer seg på kjente næringsarealer i kommunene, er det valgt en annen metodisk tilnærming enn for bykommunene.

Det er tatt utgangspunkt i at en beskjeden *del* av næringsarealene etableres med næring med energibehov tilsvarende lett industri etter dagens energistandard i 2030. Det er benyttet samme modell som omtalt over, fra Østfold Energi.

For framskrivningen av energibehovet i årene etterpå økes 2030-behovet i takt med Statnetts basis-scenario for utvikling av strømbehov til landbasert industri, altså framskrivninger der kraftintensive næringer *ikke* inngår, som vist i tabell 2.3 (Statnett, 2023). På tidspunktet da framskrivningene ble gjennomført hadde Statnett framskrivninger til 2050, men NVE hadde kun til 2040.

Tabell 2.3: Tabellen viser økningsprosent i femårsintervaller hentet fra Statnett sitt basisscenario.

Basis-scenarior

	2022-2030	2030-2035	2035-2040	2040-2050
Økningsprosent fra årstall til årstall	0,11	0,17	0,02	0,34

2.2 Boliger og yrkesbygg – med energieffektivisering

For å framskrive energibruken i boliger og yrkesbygg, er det valgt å ta utgangspunkt i ZEN Rapport No. 50 – 2023 – Energisparepotensialet i bygg fram mot 2030 og 2050 (Sandberg, et al., 2023). Denne har vurdert energieffektiviseringspotensialet i bygningskategoriene småhus, boligblokk og yrkesbygg, mens industri og lagerbygninger er ikke med.

I rapporten beskrives to scenarier for utviklingen i bygningsmassens energibruk:

- Baseline
- Ultra grønn

Baseline scenario viser at en fortsettelse av dagens trender fører til at samlet tilført energi øker med 2 TWh fra 2020 til 2030 og med 4 TWh fra 2020 til 2050 nasjonalt. Økningen skyldes at bygningsmassen vokser, og at bedringen i energinivå ikke fullt ut klarer å kompensere for denne økningen. I dette scenarioet er omfanget av solstrøm neglisjerbart, og tilført energi er derfor lik levert energi. Kjøpt elektrisitet øker med 3 TWh fra 2020 til 2050 nasjonalt.

Arbeidsgruppen vurderer dette scenarioet som svært lite sannsynlig, da det er alminnelig akseptert at energieffektivisering må få mer oppmerksomhet i årene som kommer.

I Ultra grønn-scenarioet legges det til grunn at det etableres en svært ambisiøs satsning på energieffektivisering. Selv om dette scenariet er svært ambisiøst, er det scenarioet valgt som utgangspunkt i utredningen for å vise maksimalt energieffektiviseringspotensiale.

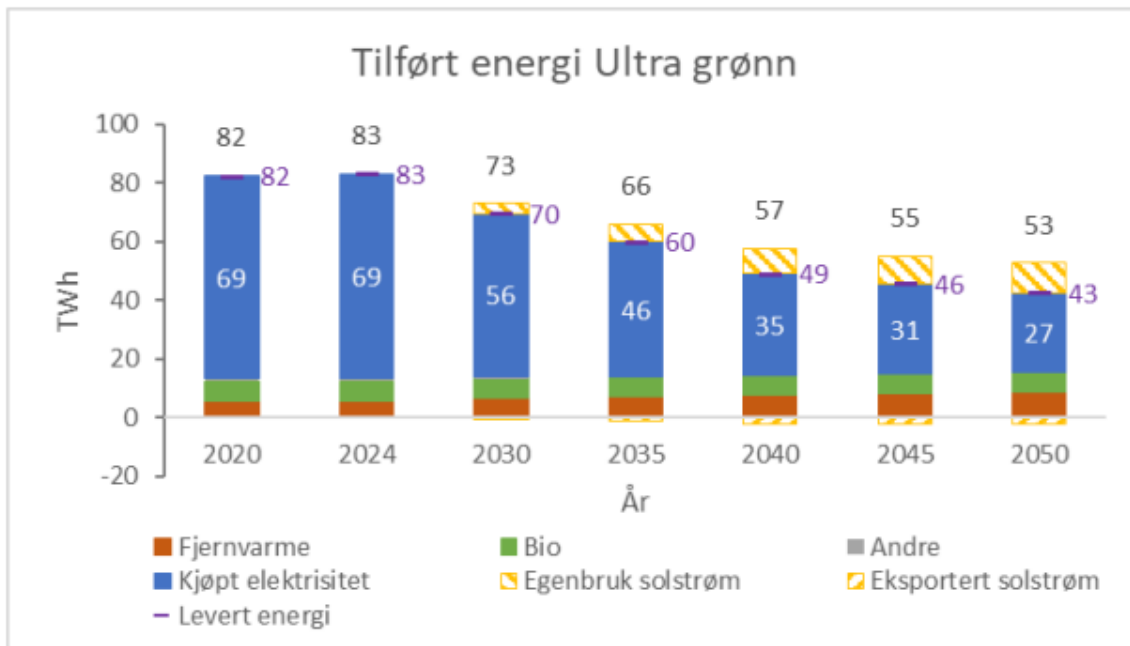
For oppgradering av bygningskropp betyr dette at alle nye bygg etter 2024 bygges med energinivå tilsvarende passivhus, og at alle bygg som rehabiliteres, samtidig gjennomgår en energioppgradering til TEK10-nivå. Fordelingen av oppvarmingsteknologier endres mot 2050 etter følgende regler:

- Alle oppvarmingssystemer skiftes ut innen 2040 og erstattes med mer energieffektiv teknologi der hvor det er mulig.
- Andelen fjernvarme holdes konstant innenfor hvert segment.
- Alle nye og rehabiliterte bygg får vannbåret oppvarmingssystem med varmepumpe eller fjernvarme. Luft-væske varmepumpe installeres i områder med tilgang til fjernvarme, og bergvarmepumpe installeres i områder med tilgang til nærvarme eller der hvor det ikke er tilgjengelig varmenett.

I Ultra grønn-scenarioet legges det videre til grunn at solcelleanlegg fases inn slik at hele bygningsmassen i 2040 har installert solcelleanlegg på tak.

ZEN Rapporten tar utgangspunkt i energieffektiviseringspotensialet i Norge mot 2030 og 2050 for eksisterende og framtidige boliger og yrkesbygg, hvor dagens forbruk av energi og strøm er nullpunktet.

Figur 2.1 nedenfor viser utviklingen i samlet tilført energi fram mot 2050.



Figur 2.1: Figuren viser utviklingen i samlet tilført energi 2020-2050 i Ultra grønn-scenariot og fordelingen på ulike energibærere og solstrøm (TWh). Figuren er hentet fra (Sandberg, et al., 2023).

Potensialet for reduksjon i samlet levert energi er beregnet som

$$\text{reduksjon i samlet levert energi} = \text{tilført energi} - \text{egenbruk av solstrøm}.$$

Netto levert energi er beregnet som

$$\text{netto levert energi} = \text{levert energi} - \text{eksportert solstrøm}.$$

Energiutredningen har lagt de prosentvise potensielle nedgangene i samlet levert energi og kjøpt elektrisitet til grunn for sine beregninger. Følgende forutsetninger er da lagt til grunn:

- Søndre Østfold har en alderssammensetning på bygningsmassen som er lik som Norge for øvrig.
- Søndre Østfold har en fordeling mellom småhus, boligblokker og yrkesbygg som er lik som Norge for øvrig.
- Søndre Østfold vil ha en framtidig nybygging av småhus, boligblokker og yrkesbygg som er lik som Norge for øvrig.

En svakhet ved denne metoden, er hvorvidt Søndre Østfold har det samme utgangspunktet som resten av Norge. Ved å skalere ZEN rapportens resultat for Norge ned til Søndre Østfold og de enkelte kommunene, tar man utgangspunkt i at situasjonen er lik i Søndre Østfold som i resten av landet. Søndre Østfold har imidlertid en høyere fjernvarmeandel enn gjennomsnittet av landet.

Det er derfor i stedet valgt å vektlegge fjernvarmeselskapenes planer om økning i produksjon i eget delkapittel i hovedrapporten. For å kunne tallfeste energieffektiviseringspotensialet er det likevel valgt å ta utgangspunkt i ZEN rapporten da den er basert på et solid datagrunnlag og er utarbeidet av flere store aktører i samarbeid.

2.2.1 Forenklet beregning av fleksibilitet i husholdningene

Det er gjort en beregning for hvilken effektnedgang man kan oppnå dersom husholdningene endrer sine vaner. Dette er en tenkt situasjon, der man først tar utgangspunkt i at alle husholdninger omrokerer sitt energiforbruk slik at husholdningens effekttopp reduseres med 0,5 kW. I praksis betyr dette at man flytter om på trege laster til mindre populære timer på døgnet, slik som å lade elbilen om natta.

Med bakgrunn i SSB sin kommunefordelte statistikk bor det 183 797 innbyggere i regionen, og i snitt bor det 2,08 innbyggere per husholdning. Dette gir

$$\frac{183\,797 \text{ innbyggere}}{2,08 \text{ innbyggere/husholdning}} = 88\,364 \text{ husholdninger} \approx 88\,000 \text{ husholdninger}$$

Dersom hver av disse husholdningene tar ned sin effekttopp permanent med 0,5 kW, tar man ned effektbehovet med

$$88\,364 \times 0,5 \text{ kW} = 44\,182 \text{ kW} \approx 44 \text{ MW}$$

Dette er tiltak som også vil virke i de kaldeste timene.

Det er usannsynlig at alle husholdninger vil være i stand til å ta ned effektbehovet sitt.

Dersom det i stedet antas at 60 % av husholdningene reduserer sitt behov, tas effektbehovet totalt ned

$$44 \text{ MW} \times 60 \% = 26,4 \text{ MW} \approx 26 \text{ MW}$$

2.3 Veitransport

For å beregne dagens energiforbruk til veitransport, har Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsregnskap for 2022 vært benyttet (Miljødirektoratet, d.d.). Med dette som utgangspunkt, har energiforbruket til privatbiler, varebiler og tunge kjøretøy blitt beregnet.

Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsregnskap gir kun oversikt over den fossile energibruken. For å få oversikten over det totale energiforbruket har vi lagt følgende til grunn:

- Energimengdene som stammer fra innblandet biodrivstoff i ordinært fossilt drivstoff.
 - Vi har forutsatt en gjennomsnittlig innblandet mengde biodrivstoff på 10 %.
- Forbruk av elektrisitet til lading av elbilparken (kun personbiler).
 - Energimengdene er funnet ved å laste ned informasjon om den faktiske bilparken i de fem kommunene (SSB, 2024). Deretter er strømforbruk beregnet. Det er lagt til grunn en årlig kjørelengde for elbilene på 12 800 km. Gjennomsnittlig årsforbruk av strøm er satt til 2 500 kWh (Frydenlund & Lorentzen, 2022).

Følgende forenkling har blitt gjort i beregningene:

- Personbiler:
 - Hybridbiler er slått sammen med bensinbiler.
- Varebiler:
 - De få el- og gassbilene som var på veiene i 2022 er ikke inkludert.
 - Etter modell fra kategoriene Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsregnskap er det ikke skilt mellom lette og tunge varebiler.
- Tunge kjøretøy:
 - De få gasskjøretøyene som var på veiene i 2022 er ikke inkludert.

Energiforbruket i 2022 har dannet utgangspunktet for framskivingene for årene 2030 og 2050.

For 2030 er følgende forutsetninger lagt til grunn:

- For framskrevet trafikkarbeid for person- og varebiler er nullvekstmålet lagt til grunn for Fredrikstad, Sarpsborg og Hvaler. For Halden og Aremark er det lagt inn en vekst i tråd med framskivingene for persontransport i NTP (Samferdselsdepartementet, 2024). Veksten er satt til 1,77 % for perioden 2020-2030 og 0,55 % for perioden 2030-2050.
- For framskrevne elbilandeler i personbilsegmentet er Cicero og TØIs metodenotat for referansebane for Klima Østfold - Cicero/TØI benyttet. Elbilandelene som er benyttet per kommune:
 - Halden: 70 %
 - Sarpsborg: 70 %
 - Fredrikstad: 76 %
 - Hvaler: 76 %
 - Aremark: 65 %
- For framskrevet andel el, hydrogen og biogass for varebiler og tunge kjøretøy er Grønt Landtransport programs rapport «Klimaanalyse av norsk landtransport» benyttet i modifisert form (Grønt Landtransportprogram; NHO;, 2024). Vi har forutsatt følgende fordeling mellom drivlinjene:
 - Batterielektrisk: 21 %
 - Hydrogen: 7 %
 - Biogass: 14 %
 - Fossilt: 58 %
- For framskrevet trafikkarbeid for tunge kjøretøy er det lagt inn en vekst på 1 %. Denne faktoren er hentet fra Cicero og TØIs metodenotat for referansebane for Klima Østfold.

For 2050 er følgende forutsetninger lagt til grunn:

- For 2050 er det lagt til grunn at all persontransport og transport med varebiler er utslippsfri (batterielektrisk).

- For framskrevet energiforbruk knyttet til de ulike drivlinjene til tunge kjøretøy er det lagt til grunn at all transport med tunge kjøretøy er utslippsfri i 2050. Det forutsettes at andelen av ulike drivlinjer fordeler seg slik:
 - Batterielektrisk 50 %
 - Hydrogen 17 %
 - Biogass 33 %
- For framskrevet trafikkarbeid for tunge kjøretøy i 2050 er informasjon fra en TØI-rapporten «*Framskrivinger for godstransport 2018-2050. Oppdatering av beregninger fra 2019*» benyttet i modifisert form (Madslie & Hovi, 2021). Den årlige veksten er satt til 0,8 %.

2.3.1 Virkningsgrad

Ulike drivlinjer har ulik virkningsgrad. For å beregne endringene som skjer i energibehovet som følge av ulik energieffektivitet knyttet til batterielektrisk og hydrogen, sammenliknet med fossil dieselmotor, er informasjon fra Miljødirektoratet benyttet. For biogass er eget anslag benyttet.

Følgende faktorer er brukt: (Faktorene er oppgitt som andel av energiforbruket til fossilt drivstoff som er satt til 1.)

- Batterielektrisk: 0,5
- Hydrogen: 0,66
- Biogass: 0,9

2.3.2 Biodrivstoff (unntatt biogass)

I energiberegningene for transportsektoren er det tatt utgangspunkt i det nødvendige teknologiskiftet for kjøretøy, og fokusert på innfasing av elektriske, hydrogen- eller biogassdrevne kjøretøy. Når det gjelder fossil bensin og diesel stiller nasjonale myndigheter krav til en viss innblanding av flytende biodrivstoff. I energiutredningen er det gjort en forenkling ved ikke å kvantifisere og synliggjøre mengden innblandet biodrivstoff. Dermed blir innblandet biodrivstoff ikke klassifisert som en del av «annen grønn energi» i figurene. Dette innebærer også at de fossile energimengdene som vises inneholder noe bioenergi.

Andelen «annen grønn energi» er dermed noe underestimert i nåsituasjonen og i 2030-framskrivingen. De fossile energimengdene er tilsvarende overestimert. Dette får liten betydning for de totale energimengdene som framkommer i utredningen, fordi andelen energi til transport er relativt liten i industriregionen Søndre Østfold.

I framskrivingen for industri er imidlertid bruk av bio-diesel regnet inn i «annen grønn energi».

2.4 Anleggs- og landbruksmaskiner

Kategorien omfatter anleggsmaskiner, stasjonære maskiner i landbruket, landbruksmaskiner og energi til driftsbygninger. Energi til våningshus er framskrevet sammen med husholdninger, mens personbiler er under veitransport.

For kapittelet anleggs- og landbruksmaskiner er fremtidig forbruk framskrevet under forutsetningen at mengden mekanisk arbeid som utføres vil holde seg konstant. Reduksjonen i energimengde kommer av byttet fra fossilt til strøm. Det er stor usikkerhet rundt mengde bioenergi som benyttes i landbruket spesielt. Det er derfor valgt å se bort fra overgang til eventuelle andre energityper her. Det er heller ikke tatt høyde for innblanding av biodiesel i det fossile drivstoffet i 2030-beregningene.

Det er antatt at 5 % av landbruksmaskinene vil være over på strøm i 2030, mens 30 % av anleggsmaskinene er over på strøm. Antagelsen for anleggsmaskiner er gjort basert på informasjon i Klimakur 2030 (Miljødirektoratet, 2020). Klimakur er analyser av potensialet for blant annet å redusere ikke-kvotepliktige utslipp av klimagasser og er utført av Miljødirektoratet, Statens vegvesen, Kystverket, Landbruksdirektoratet, Norges vassdrags- og energidirektorat og Enova. Teknologitvillingen for landbruksmaskiner er ikke kommet like langt som for anleggsmaskiner, og det antas derfor en større treghet i utskiftningen her.

I 2050 er det antatt at alle maskiner er over på strøm.

Det er benyttet tallene for 2022 som utgangspunkt for nå-situasjonen. Disse er hentet ut fra Energidashboardet.

Med bakgrunn i Store norske leksikon sin side om bilmotorer er det brukt en virkningsgrad for fossile motorer på 0,35 og på 0,9 for elektriske motorer (Wikse, d.d.).

For å benytte antagelsen om at arbeidet som utføres holdes konstant, er det regnet veien om arbeid. Dagens arbeid er beregnet ved formelen

$$\begin{aligned} \text{Arbeid utført} &= \text{Energimengde fossil} \times \text{virkningsgraden fossil} \\ &= 426 \text{ GWh} \times 0,35 \approx 149 \text{ GWh} \end{aligned}$$

Omgjøringen til behovet for elektrisk arbeid er gitt ved formelen

$$\text{Elektrisk energimengde} = \frac{\text{Arbeid utført}}{\text{virkningsgrad elektrisk}} = \frac{149 \text{ GWh}}{0,9} \approx 166 \text{ GWh}$$

Det er bare for Aremark kommune det er rapportert inn et forbruk av bioenergi, antakeligvis flisfyring for oppvarming av driftsbygning. Bruken av bioenergi er underrapportert, og det er derfor valgt å ikke framskrive en endring i bruken, da det ikke er en god nå-situasjon å framskrive. Det forventes imidlertid at bioenergi vil ha en like viktig, eller viktigere, rolle i landbruket i fremtiden.

Det er ikke sett på andre drivlinjer i maskinparken, selv om eksempelvis biogass og hydrogen kan bli aktuelt.

3. Produksjonsmetoder

3.1 Bioenergi

3.1.1 Biogass

Biogass Norge samler inn, beregner og publiserer årlig statistikk på produksjon av biogass i Norge. Produksjonstall for nå-situasjonen er hentet herfra. Informasjon om konkrete planer for økt produksjon av biogass er fremskaffet gjennom dialog med FREVAR, Saugbrugs og Sarpsborg kommune (Alvim renseanlegg).

Teoretisk potensial for biogassproduksjon fra matavfall (husholdninger) og avløpslam er hentet fra Norsus-rapporten «Mulighetsrommet for produksjon av biogass i Norge» (Lyng & Berntsen, 2023). Tallene i rapporten er nasjonale, og er deretter kommunefordelt ved å dele på folketall fra SSB.

Teoretisk potensial fra halm er beregnet av prosjektet TREASORUCE på følgende måte:

$$\text{Potensiale} = \text{dekar dyrket korn} \times \text{gj. snittlig årlig tonn tørrstoff per dekar} \\ \times \text{energiinnhold i halm}$$

Tallene for kommunefordelt dyrkbar mark til korndyrking er hentet fra Statsforvalteren. Gjennomsnittlig årlig tonn tørrstoff per dekar er hentet fra Norsus. Energiinnhold i halm er satt til 1,8 kWh/kg (brennverdien til halm ved 15% fuktighet er 4 kWh/kg. Et konservativt anslag på virkningsgrad på et porsjonsfyrt anlegg er satt til 40 %) (Nobio; Innovasjon Norge, 2018).

Teoretisk potensial fra husdyrgjødsel er beregnet av prosjektet TREASOURCE basert på antall registrerte husdyr i hver kommune. Dette er hentet fra landbruksdirektoratet som har oversikt over produksjonstilskudd til husdyr og husdyr levert til slakt per kommune. Videre er det hentet faktorer på metaninnhold i tørrstoff for ulike typer husdyrgjødsel fra Miljødirektoratet. Deretter er det teoretiske potensiale fra husdyrgjødsel per kommune regnet ut:

$$\text{Potensiale husdyrgjødsel} \\ = \text{mengde tørrstoff (kg)} \times \text{omregningsfaktor (m}^3 \text{ metan per kg tørrstoff)}$$

Volumet regnes deretter over til energimengde i GWh. Tall fra SSB gir $1 \text{ m}^3 = 11 \text{ kWh}$ (SSB, d.d.).

Potensialet for biogassproduksjon fra gassifisering nasjonalt er hentet fra Norsus' rapport "Mulighetsrommet for produksjon av biogass i Norge" (7,6 TWh) (Lyng & Berntsen, 2023). Ved å bruke nøkkelfaktor fra SSB basert på avvirking av industrivirke på fylkesnivå er potensialet i Østfold estimert (4 % av det nasjonale).

Biometanering gir en økning i produksjonspotensialet fra tradisjonelle råstoff på ca. 50 % ifølge tall fra Norsus' rapport "Mulighetsrommet for produksjon av biogass i Norge". Potensialet fra husdyrgjødsel, matavfall, halm, avløpslam og skogsindustri i Østfold er estimert til 447 GWh. En økt produksjon på 50 % gir dermed et potensial på 223,5 GWh fra

biometanering. I rapporten er det avrundet til 220 GWh. Biometanering kan også bli aktuelt for å øke biogassproduksjonen fra papir- og skogsindustrien. Potensialet fra biometanering fra denne sektoren er ikke inkludert. Potensialet kan derfor ansees som noe konservativt.

Nasjonale potensialer for slakteri, matindustri inkludert restauranter og fiskeavfall er hentet fra Norsus' rapport "Mulighetsrommet for produksjon av biogass i Norge" (Lyng & Berntsen, 2023).

3.1.2 Øvrig bioenergi

I beskrivelse av nå-situasjonen er bioenergi inkludert der det har vært mulig å fremskaffe tall. Generelt er tallgrunnlaget for bruk av bioenergi svakere enn for både strøm, fossilt, fjernvarme og damp fra avfallsforbrenningsanleggene. En konsekvens er derfor at bioenergitalle er generelt underestimert i utredningen. Spesielt gjelder dette for landbrukssektoren, hvor tallgrunnlaget er særlig mangelfullt.

Arbeidsgruppa har ikke lyktes i å finne eller beregne bioenergi-potensialet fra øvrig bioenergi i 2030 eller 2050. Dette har med at det er vanskelig å fremskaffe tall på regionalt og/eller lokalt nivå.

3.2 Elvekraft

Informasjon om elvekraftverkene i regionen er hentet fra NVEs vannkraftdatabase (NVE, d.d.).

Ellers er informasjon om oppgradering av ulike anlegg hentet fra NVEs oversikt over konsesjonssaker. For utbyggingen av Sarp 2 vises det til Hafslunds nettside om prosjektet (Hafslund, d.d.). I tillegg har det vært direkte dialog med Østfold Energi og Akershus Energi, samt at deres websider med oversikt over anlegg også er benyttet.

Tista kraftverk har hatt konsesjon hos NVE med utbyggingsfrist i 2022. Kraftverket er ikke bygget. Produksjonspotensialet er derfor regnet inn i et 2050-perspektiv, da arbeidsgruppen anser det som sannsynlig at det kan realiseres i fremtiden da det har vært søkt om utbygd en gang tidligere.

3.3 Vindkraft

De planlagte vindkraftprosjektene har alle sendt inn planinitiativ til kommunene. Disse er benyttet som underlag i energiutredningen. Beregningene på vindkraft er en summering av de innkomne initiativene i regionen. Vindkraft er regnet inn i et 2030-perspektiv, selv om flere av prosjektene trolig ikke vil være operative før 2030-2035. Aremark kommune har en egen infoside om vindkraft [her](#). Sarpsborg kommune har en informasjonsside om energi [her](#).

3.4 Solkraft

3.4.1 Bakkemontert sol

I framskrivningen av potensialet for bakkemontert sol er det tatt utgangspunkt i prosjekter som har vært formidlet til kommunene i en eller annen form. Det er tatt en modenhetsvurdering av prosjektene basert på presentert informasjon fra utbygger. Det er ikke tatt en vurdering av prosjektområde eller arealbeslag.

Det kan være prosjekter fra aktører som ikke har vært i dialog med kommunene enda, eller at enkelte av prosjektene ikke realiseres. Tallene som er presentert er en summering av de presenterte forslagene. Det vil derfor bli avvik i framskrevet produksjon og faktisk produksjon, selv om prosjektene realiseres. Faktisk produksjon vil også variere med solinnstrålingen fra år til år. Avvikene antas likevel å være så små sett opp mot totalen, at tallene likevel kan benyttes for å si noe om fremtidig situasjon.

Prosjektene er ikke listet opp enkeltvis på bakgrunn av konfidensialitet og konkurransehensyn.

3.4.2 Sol på bygg

For å si noe om potensialet om strømproduksjon fra solceller på tak og fasade på bygninger det ikke mulig å samle inn tall fra kjente prosjekter. Dette fordi potensialet er summen av beslutningen om å legge solceller for svært mange beslutningstakere. For å si noe om hva som er realistisk potensiale på kort og lang sikt er det derfor valgt å se på kalkulerte potensialer fra anerkjente kilder. Det er valgt å ta utgangspunkt i ZEN-rapporten "Energibesparingspotensialet i bygg fram mot 2030 og 2050" utgitt av blant annet SINTEF og NTNU (Sandberg, et al., 2023). I rapporten er det kalkulert hva som er svært ambisiøst, men samtidig realistisk potensiale for solstrømproduksjon fra alle bygninger i Norge utenom industri- og lagerbygninger under gitte forutsetninger. I 2030 er potensialet kalkulert til 4 TWh, hvorav 3,2 TWh går til egenbruk mens 0,8 TWh distribueres ut på strømmettet. I 2050 er potensialet kalkulert til 12,5 TWh, hvorav 10 TWh er til egenbruk mens 2,5 TWh distribueres ut på strømmettet (beregnet på timesbasis).

Potensialet forutsetter optimal bruk av smarte styringssystemer og betydelig styrkning av støtteordninger som vil medføre at hele bygningsmassen i 2040 har installert solcelleanlegg med total kapasitet på 12,1 GWp og at kapasiteten øker videre til 16,7 GWp i 2050, siden bygningsmassen vokser på grunn av befolkningsvekst.

I tabellen under er forutsetninger om kapasitet, helling og orientering på solcellesystem i de bygningene der det antas å være brukt listet opp. Ytterligere forutsetninger og metode for beregningene av potensialet for solstrømproduksjonen nasjonalt kan leses på side 19 – 26 i ZEN-rapporten.

	Kapasitet [kWp]	Helling [°]	Orientering [andel]		
			Sør	Øst	Vest
Småhus	5	30	0.5	0.25	0.25
Boligblokk	30	10	0	0.5	0.5
Yrkesbygg	50	10	0	0.5	0.5

Fordeling av potensialet i rapporten er fordelt ned på kommune-nivå. SSB har statistikk på antall bygninger i alle norske kommuner fordelt på bygningstyper. Ettersom rapporten ikke har inkludert potensialet for solstrømproduksjon fra industri- og lagerbygninger dette tatt ut og beregnet separat. Ved å fordele solstrømpotensialet i Norge i 2030 og 2050 jevnt utover på alle bygninger i Norge, så gir dette et potensiale i Søndre Østfold på 123 GWh i 2030 og 384 GWh i 2050. En forutsetning i beregningen er at gjennomsnittlig arealflate nasjonalt per bygg er likt for kommunene i Søndre Østfold som hele Norge samlet.

I tillegg er det estimert et potensial for solstrøm på industri- og lagerbygninger. For å si noe om potensialet for solstrøm på denne bygningsmassen er det tatt utgangspunkt i tallene i ZEN-rapporten. Det er totalt 4 209 094 bygninger i Norge pluss industri- og lagerbygg. Med et solstrømpotensiale på 4 TWh per år, gir dette et gjennomsnittspotensial på 950 kWh årlig produsert solstrøm per bygning. Ved å bruke denne faktoren og multiplisere med antall industri- og lagerbygninger i Søndre Østfold gir dette et potensial på 3,3 GWh i 2020. Tilsvarende metode for 2050 gir et potensiale på 10,3 GWh. Dette anslås som et konservativt estimat, ettersom gjennomsnittlig takflate på industri- og lagerbygninger trolig er større enn øvrige bygninger. Dette er ikke hensyntatt i dette forenklete estimatet.

3.5 Kjernekraft

I utredningen er det tatt utgangspunkt i kjente potensialer når produksjonspotensialet er framskrevet. Det vil si at det kun er faktiske prosjekter som er regnet med. For kjernekraft er det derfor initiativet i Halden av Halden Kjernekraft AS med 4 SMR-reaktorer med samlet årsproduksjon på 10 000 GWh som er lagt inn.

4. Referanser

Parallelt med utredningsarbeidet har det vært jobbet med et prosjekt kalt Klimasats Øra. Dette er et prosjekt Fredrikstad kommune har sammen med flere aktører, deriblant Øra-bedrifter, Næringsforeningen, Norgesnett, NORSUS og NCCE. Dette arbeidet danner mye av grunnlaget for framskrivningene i Fredrikstad, men rapportene utarbeidet av konsulentmiljøene Norsk Energi og Hafslund rådgiving er konfidensielt på denne rapportens sluttdato, og blir derfor ikke referert til.

I kapittelet for veitransport er det benyttet enkelte upubliserte arbeider som bakgrunn. Dette er eksempelvis referansebaner Cicero og TØI har utarbeidet for Klima Østfold, i tillegg til presentasjoner fra oppstartsmøtet for prosjektet «Energistasjoner for grønn næringstransport».

Aremark kommune. (d.d.). Vindkraft i Aremark. Hentet fra

<https://www.aremark.kommune.no/vindkraft-i-aremark.606467.no.html>

Frydenlund, S., & Lorentzen, E. (2022). Så lite strøm bruker elbilene. Hentet fra

<https://elbil.no/sa-lite-strom-bruker-elbilene-2/>

Grønt Landtransportprogram; NHO;. (2024). Klimaanalyse av norsk landtransport. Hentet fra

https://www.nho.no/contentassets/d0d3935074a845c49e821b9f09e4b6fd/klimaanalyse-av-norsk-landtransport_05062024.pdf

Hafslund. (d.d.). Sarp 2 kraftverk. Hentet fra <https://hafslund.no/prosjekter/sarp-2-kraftverk>

Lyng, K.-A., & Berntsen, I. C. (2023). Mulighetsrommet for produksjon av biogass i Norge.

Hentet fra <https://norsus.no/publikasjon/mulighetsrommet-for-produksjon-av-biogass-i-norge/>

Madslie, A., & Hovi, I. B. (2021). *Framskrivninger for godstransport 2018-2050. Oppdatering av beregning fra 2019*. Transportøkonomisk Institutt. Hentet fra

<https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=55532#:~:text=For%20godstransporten%20beregnes%20en%20%C3%B8kning,i%20underkant%20av%2070%20prosent>

Miljødirektoratet. (2020). Klimakur 2030: Tiltak og virkemidler. Hentet fra

<https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1625/m1625.pdf>

Miljødirektoratet. (d.d.). Utslipp av klimagasser i kommuner og fylker. Hentet fra

<https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/?area=571§or=-2>

Miljødirektoratet. (d.d.). Utslipp til luft i Norge. Hentet fra <https://www.norskeutslipp.no/>

Miljødirektoratet. (d.d.). Utslippsfaktorer i klimagassregnskap for Norge. Hentet fra

<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/klimagasser-utslippstall-regnskap/utslippsfaktorer-klimagassregnskap/>

Nobio; Innovasjon Norge. (2018). *Gardsvarmeanlegg - en byggeveileder*. Hentet fra

<https://nobio.no/wp-content/uploads/2018/01/Gardsvarmeanlegg-en-byggeveileder.pdf>

- NVE. (d.d.). Vannkraftdatabase. Hentet fra <https://www.nve.no/energi/energisystem/vannkraft/vannkraftdatabase/>
- Samferdselsdepartementet. (2024). Meld. St. 14 (2023-2024). Nasjonal transportplan 2025-2036. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-14-20232024/id3030714/>
- Sandberg, N. H., Dokka, T. H., Lien, A. B., Sartori, I., Skeie, K. M., & Lassen, N. (2023). *Energisparepotensialet i bygg fram mot 2030 og 2050 - Hva koster det å halvere energibruken i bygningsmassen?* Hentet fra <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/3083980/ZEN%2bRapport%2b50.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- SSB. (2024). 11823: Euroklasser, drivstofftyper og kjøretøygrupper (K) 2016 - 2023. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/11823>
- SSB. (d.d.). Energiinnhold, tetthet og virkningsgrad. Hentet fra <https://www.ssb.no/a/magasinet/miljo/tabell.html>
- Statnett. (2023). Forventer kraftig vekst i kraftforbruket, avhengig av nett og mer kraftproduksjon. Hentet fra <https://www.statnett.no/om-statnett/nyheter-og-pressemedlinger/nyhetsarkiv-2023/forventer-kraftig-vekst-i-kraftforbruket-avhengig-av-nett-og-mer-kraftproduksjon/>
- Telemarksavisa. (d.d.). Google er på plass i Skien - dette sier de om strømbehovet. Hentet fra <https://www.ta.no/google-er-pa-plass-i-skien-dette-sier-de-om-strombehovet/s/5-50-1737184>
- Viken fylkeskommune. (d.d.). Energidashboard. Hentet fra https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiYTE1OGU2MjgtOTM1Ni00OGYyLTk1ZjktZDdkNTU0ZjZlZmJyIiwidCI6IjRkNmQ4YTkwLTEwZmQtNGY3OC04ZmMxLTViMjg4NDRIbDI5MiJ9&fbclid=IwAR2TFLA6HS6Hrb2EhjL64pXQdRcZJo23Sg7_jY6zmae2sNtmYDdf_gyqpPQ
- Wikse, K. A. (d.d.). Bilmotor. Store norske leksikon. Hentet fra <https://snl.no/bilmotor>
- Østfold Energi. (2020). Spørsmål og svar om datasenter på Hasle. Hentet fra <https://www.ostfoldenergi.no/sporsmal-og-svar-om-datasenter-pa-hasle/>
- Østfold Energi. (2024). Modellering av energibehov for ulike virksomheter. Hentet fra Upublisert