

## Vedlegg 1: Beregningsunderlag for del 1

I det følgende er tekst og tallverdier kopiert fra excel-arket som er underlaget for beregninger og for tabeller og grafer som er vist i kapittel 1.

Regneark-versjon: Framtidig kraftbehov\_t1.xlsx:

<b>Strømproduksjon i 2050 i TWh</b> Økt vannkraft O/U og mindre vindkraftutbygging	<b>Fasit</b> <b>2020</b>	<b>SINTEF mfl.</b> <b>2050</b>	<b>Endring</b> <b>ift. 2020</b>	<b>Alternativt</b> <b>scenario</b>
Vannkraft	136	143	24,8	161
Vindkraft land	13	25	-6	7
Vindkraft hav	0	7	3	3
Solkraft	0	6	6	6
Termisk	3,4	0	-2	1
<b>Total produksjon</b>	<b>153</b>	<b>181</b>		<b>178</b>

<b>Strømforbruk i 2050 i TWh</b> Økt ENØK-satsing, elektrifisering av transport og mindre til oljeindustrien	<b>SINTEF mfl.</b> <b>2050</b>	<b>Endring</b> <b>ift. SINTEF</b>	<b>Alternativt</b> <b>scenario</b>
Industri, petroleum, datasentre ol	67	-11	57
Alminnelig forbruk, bygg	69	-29	40
Transport inkl. hydrogen	24	0	24
Nett-tap	7	-	12
<b>Totalt forbruk</b>	<b>168</b>		<b>133</b>

<b>Produksjonsoverskudd [TWh]</b>	<b>13</b>	<b>46</b>
-----------------------------------	-----------	-----------

Tabell 1.3.1: Justerte produksjons- og forbrukstall

I tallene i tabell 1.3.1 ligger det store usikkerheter, og enkelte viktige tema som påvirker produksjonsoverskuddet er bare overflattisk behandlet i de omtalte rapportene.

Går man inn på spesialrapporter for enkelte tema, får man opplysninger som er meget avgjørende for totalresultatet. I det følgende er flere tema vurdert på nytt, og det foreslås endringstall.

I kolonne "Fasit 2020" er oppgitt normalårsproduksjonen. NVE har beregnet den ved årsslutt 2020 i rapporten "Ny kraftproduksjon 4. kvartal". Den faktiske produksjonen for 2020 var for hhv. vannkraft og vindkraft på 141.6 TWh og 9.9 TWh av en totalproduksjon på 154.2 TWh.

Tabell 1.3.2: Forenkling av tabell 1.3.1

Strømproduksjon i 2050 i TWh Økt vannkraft O/U og mindre vindkraftutbygging	Alternativt scenario
Vannkraft	161
Vindkraft land	7
Vindkraft hav	3
Solkraft	6
Termisk	1
<b>Total produksjon</b>	<b>178</b>
Strømforbruk i 2050 i TWh Økt ENØK-satsing, elektrifisering av transport og mindre til "sokkelen"	
Industri, petroleum, batterifabrikker ol.	57
Alminnelig forbruk, bygg	40
Transport inkl. hydrogen	24
Nett-tap	12
<b>Totalt forbruk</b>	<b>133</b>
<b>Produksjonsoverskudd [TWh]</b>	<b>46</b>

Tabell 1.3.3: Ytterligere forenkling av tabell 3

### Kraftsituasjonen i 2050

Total produksjon:	178 TWh
Totalt forbruk:	133 TWh
<b>Produksjons-overskudd i 2050:</b>	<b>46 TWh</b>

### "Kalibrering"/sannsynliggjøring av ENØK-verdiene:

- Verdien for enøk i bygg samsvarer bra med det Arnstad-utvalget konkluderte med for 2040, som var 40 TWh. Og FME ZEN forskningscenter konkluderer med at vi kan redusere forbruket fra dagens med 38 TWh i 2050, altså til ca 30 TWh med tabell 2 som referanse.

Da kan vi hevde at våre konklusjoner på 29 TWh ikke er helt på jordet.

### STRØMPRODUKSJON I 2050

Forklaring på kolonne "Endring": Her angis et tillegg til kolonne "Fasit 2020", som ender opp i "Alternativ 2050". Bakgrunnen for endringene og hvilken tallverdi man ender opp med, markeres med en gul linje. Grønn linje er et sammendrag eller mellomregning.

### Potensialet for ny vannkraftproduksjon fram mot 2050

Potensialet for ny vannkraft-produksjon	[TWh]	Kilde
	Mars 2021	
Under bygging	2,2	Ref. 1, 2

Gitt tillatelse nytt og O/U	3,9	Ref. 1, 2
I behandling nytt og O/U (- 2.1 for urealistisk prosj)	0,7	Ref. 1, 2
Opprusting 4.4 TWh og OU samlet plan (2020-2040)	6,4	Ref. 1, 2
Nye verk: Samlet plan + henlagt/trukket	7,3	Ref. 1, 2
Økt tilsig	3,0	Ref. 1, 2
Vilkårsrevisjoner	-2,0	Ref. 3
<b>NVE-sum 2020 - 2040</b>	<b>21,5</b>	Ref. 1, 2
Estimering: 10 år ekstra tilsig til 2050	1,0	Ref. 1, 2
<b>NVE-sum 2020 - 2050</b>	<b>22,5</b>	Ref. 1, 2, 3
Estimering: 10 år ekstra opprusting/teknologiutv.	1,0	Egen
O/U-rapport: 15 TWh, dvs. 15 - 6.4 = 8.6 TWh	8,6	Ref. 4
<b>Potensialet for vannkraftproduksjon 2020 - 2050</b>	<b>32,1</b>	NVE + NTNU

#### Referanser:

Ref. 1: NVEs nye nettside, beta-versjon:

<https://www.nve.no/energiforsyning/kraftproduksjon/vannkraft/potensiell-ny-vannkraftproduksjon/>

Ref. 2: E-post og tlf.konversasjon med NVE (Carl A. Veie) 24.-26. mars 2021, se flik Vannkraft i excel-dok.

Ref. 3: NVE, Miljødirektoratet, Statkraft, se kap. 3. NVE sier i utgangspunktet 1 TWh

Ref. 4: NTNU-rapport Lia, Killingtveit: O/U-potensial 20-25 TWh i 2015, nedjustert til 15-20 TWh i 2020, fram til 2035-2040.

[https://www.researchgate.net/publication/324844628\\_Increased\\_generation\\_from\\_upgrading\\_and\\_extension\\_projects](https://www.researchgate.net/publication/324844628_Increased_generation_from_upgrading_and_extension_projects)

Velger vi laveste verdi på 15 TWh, er forskjellen på NVE-tall og NTNU-tall  $15 - 6,4 = 8,6$  TWh

Opprusting og utvidelse av vannkraft er viktig for å utnytte våre vannressurser best mulig.

Dette kan også betegnes som energiøkonomisering for vannkraftverk. I Sveits må kraftselskapene betale pr. kubikkmeter vann, det gir dem insentiver til å utnytte vannenergien best mulig, dvs. det lønner seg å ha moderne turbiner med høy virkningsgrad og som er tilpasset nytt kjøremønster for anlegget. Det finnes selvsagt skepsis til at anlegg får lov til å utvide, men her må man ha klart for seg NVEs strenge godkjenningssystem, samt de nye anbefalingene fra HydroCen om miljødesign.

Ellers bør man ha i bakhodet arealbruken ift. alternativet vindkraft (1:15-45)

Vi velger å trekke ut verdien for nyutbygging av vannkraft (mye småkraft), selv om mye av dette er godkjent ift. Samlet plan og henlagte/trukkede saker.

Alle ny vannkraftverk trekkes altså fra: 7,3 TWh

**Resultat: Potensial for vannkraftproduksjon 2020-2050, uten ny vannkraft:  $32,1 - 7,3 = 24,8$  TWh**

For tabellen velges derfor en endring i forhold til 2020 med følgende verdi: 24,8 TWh

#### Vindkraft på land

Med et framtidig kraftoverskudd (mye pga. ENØK) og regulerbar vannkraft i bunnen, samt økende motstand, vil det ikke lønne seg å bygge ut alt som det er gitt konsesjon til (23 TWh) uten grønne sertifikatpenger.

**Grep 1:** Vi antar stopp ved det som er igangsatt, dvs. 17 TWh innen 2022, ref. S. Vågene (NVE anslår 18 TWh innen 2022).

Det er igangsatt 13 TWh pr. i dag, da blir forskjellen (altså det som vil bli bygd fra nå av)  $17 \text{ TWh} - 13 \text{ TWh} = 4 \text{ TWh}$ .

**Grep 2:** Vi regner med at de mest omstridte konsesjonene ikke blir fornyet etter 25 år (eks. Haramsøya, Okla, Frøya mfl.).

Begrunnelsen er opinionens press, redusert lønnsomhet, strømoverskudd pga. ENØK-satsing, nye helseopplysninger ol. Vi trekker derfor fra så mye at vindkraft på land i 2050 bare gir 7 TWh, ref. vedtak i Motvinds programkomite 5.5.2021. Vi ender da opp med 4 TWh - 10 TWh = -6 TWh.

For tabellen velges en endring i forhold til 2020 med følgende verdi: -6 TWh

### **Vindkraft på hav**

Rapport-oppsummering: Hvis vi legger SINTEF og NVEs tall til grunn, blir neppe større mengder havvind enn 4 TWh tilkoblet det norske nettet (høy kostnad, tre-dobbel av landvind pr i dag). Statnett nevner ekspansive tall på 20 TWh. Pr. i dag har Regjeringen åpnet for 1.6 TWh havvind, men de vil ikke komme før etter 2030 (NVE).

Baserer vi oss på en minsteverdi av SINTEF/NVE-tallene, blir det 3 TWh

For tabellen velges en økning i forhold til 2020 med følgende verdi: 3 TWh

### **Solkraft**

Rapport-oppsummeringen på 6-7 TWh kan være realistisk med byggtekniske insentiver.

Vi antar at snittet på 6 TWh i oppsummeringen for 2050 som realistisk, og bruker den som sluttverdi.

For tabellen velges en økning i forhold til 2020 med følgende verdi (lik): 6 TWh

### **Termisk**

Forbruk av termisk energi forventes reduseres mot 2050, NVE antar 1 TWh i 2040, vi antar tilsvarende for 2050.

Se egen regenark-flik (utregnet verdi 1.2 TWh).

For tabellen velges en endring i forhold til 2020 (slik at sluttsum blir 1 TWh): -2,4 TWh

## **STRØMFORBRUK I 2050**

ENØK-tiltak er til en viss grad allerede inkludert i tallene i rapportene, men størrelsen er ikke gitt entydig. I det følgende søker vi underlag som kan gi oss grunnlag for velge tallverdier for disse tallene.

Forklaring på kolonne "Endring": Her regnes fratrekke-verdi fra våre oppsummeringstall "SINTEF mfl. 2050" og resultatet ender opp i kolonne "ENØK-alternativ 2050"

Bakgrunnen for endringene og hvilken tallverdi man ender opp med, markeres med en gul linje til slutt.

### **ENØK-tiltak innen industri og bygg**

Oppsummering av de omtalte rapportene: Potensialet for energieffektivisering (ENØK) er bare behandlet som et særskilt tema i SINTEF-rapporten, men usikre konklusjoner. Verdiene de kommer fram til, er imidlertid ikke inkludert i deres forbrukstall. NVE og Statnett nevner så vidt temaet, men gir lite tall. I det følgende vil vi regne på et sannsynlig potensiale for ENØK innen bygg og industri.

Utredningen på dette temaet finnes i kapittel 2.4

ENØK-tiltak i bygg kap. 2.4.1.5	34 TWh
ENØK-tiltak i industrien kap. 2.4.2.5	9 TWh
ENØK-tiltak innen annen næring 3.4.3	1,5 TWh
Sum	44,5 TWh

### **Industri: ENØK-potensiale**

For å tilpasse til tabell 1.3.1, slår vi sammen ENØK-verdi for industri og næring: 10,5 TWh

I tallene fra de tre rapportene fra SINTEF, NVE og Statnett er det sannsynligvis allerede trukket fra verdier for ENØK i industrien.

I regnearkets flik ENØK har vi brukt SINTEF-tall og funnet tall for spart energi.

Men tallene er ikke regnet fra i SINTEFs tall (e-post-bekreftet), selv om noe kan likevel være regnet inn (2 TWh?).

Statnett oppgir ikke noe for ENØK industri, og det er usikkert om de har trukket fra noe.

NVE nevner redusert forbruk i boliger og yrkesbygg på grunn av varmere klima på 2 TWh.

Vi velger derfor å bruke 2 TWh som fratrukk fordi vi antar det er allerede inkludert i tallene for industri.

Altså blir ENØK-fratrekket for industri på 10,5 TWh - 2 TWh = 8,5 TWh

### **Industri: Petroleum**

Dagens forbruk er iflg Statnett på 9.5 TWh

Vi må nesten forutsette at alle har lagt inn denne verdien under produksjonen i 2020-framskrivingen

Men hva som er lagt inn i 2040-2050-framskrivingen er høyst usikkert for SINTEF og NVE (10 TWh?).

Statnett har lagt inn en dobling mot 2030, som går mot 10 TWh igjen år 2050.

Vi tror ikke videre elektrifisering fra land blir godkjent (- kanskje havvind kommer inn?) og at forbruket stopper omtrent på dagens nivå. Hvis vi antar at produksjonen er redusert til nesten bare gass, samt olje til råstoffproduksjon på land i 2050, kan vi anta en reduksjon i forbruket fra 10 TWh i dag til 8 TWh i 2050.

Altså et petroleums-fratrekk for industri på 10 TWh - 8 TWh = 2 TWh

### **Industri: Datasentre, batteriproduksjon, ny industri**

NVE har lagt inn 5 TWh i 2040 (R22 s.8).

Statnett: "Forbruk til datasentre er en av de mest usikre kategoriene. I vår basisprognose har vi lagt til grunn en vekst på ca. 8 TWh til 2040, opp fra dagens forbruk på rundt 0,5 TWh."

Hva som er lagt inn i de andre prognosene, er usikkert, men vi kan anta et middel på **7 TWh for 2050**.

Vurdering: Datasentre er et vanskelig politisk spørsmål som må utredes: Stort strømforbruk, få arbeidsplasser.

Eksempler: Facebook lovet 30 000 arbeidsplasser i stort datasenter i Luleå, det ble 56 arbeidsplasser.

Datasentret i Ballangen lovet 3000 arbeidsplasser, ser ut til å bli 10.

Dessuten: Datasentre som "utvinner" enkelte typer kryptovaluta innbyr til skatteunndragelse og svindel.

Men det er sannsynlig at ny batteriproduksjon vil kreve en del strøm (4-5 TWh?) om de blir bygd,

og at totalforbruket utjevnes hvis man strammer inn og planlegger for mindre strøm til datasentre.

På denne bakgrunn regnes fratrukk for datasentre og økning til batteriproduksjon: 0 TWh

Oppsummering av fratrukk for industri (- de tre faktorene over summert) :

For industri, petroleum, datasentre trekkes fra følgende verdi (sum) i tabellen: 10,5 TWh

### **ENØK-tiltak i bygg**

ENØK-tiltak i bygg kap. 2.4.1.5 i 2050 34 TWh

I tallene fra rapportene fra SINTEF, NVE og Statnett er det allerede trukket ifra

ENØK-bidrag for bygg. I vårt regnearks flik ENØK regner vi en middelverdi av disse til 5 TWh

Bygg, alminnelig forbruk: For mulige ENØK-tiltak trekkes fra i tabellen: 34 TWh - 5 TWh = 29 TWh

### **Transport inkl. hydrogen**

Thema Consulting-rapport:

<https://thema.no/wp-content/uploads/THEMA-Insight-01-2020-Elektrifisering-av-transportsektoren-.pdf>

Med 17 MtCO2 står transportsektoren for nesten en tredjedel av norske klimagassutslipp

Våre framskrivninger viser at elektrisitetsbruk i transportsektoren vil øke fra 1 TWh i dag til 14–17 TWh i 2050.

Da er 95% av lette kjøretøy, 50% av busser og lastebiler, 15% av innenlands skipsfart og 50% av innenlands luftfart elektrisk. En usikkerhet i framskrivningene er hvor viktig hydrogen vil bli som drivstoff i framtiden. Grønt hydrogen basert på norske fornybare ressurser vil imidlertid gi et enda større kraftforbruk.

**Rapportene: Transport inkl. hydrogen:**

SINTEF 2050: Tjenestesamfunnet totalt 13 TWh, industrisamfunnet 25 TWh. Statnett 2050: 35 TWh  
 NVE 2040: 17 TWh. Antar samme stigningsindeks pr. 10-år som fra 2030-2040, vil verdien for 2050 bli 24-25 TWh

**Hydrogen-andelen:**

Hvis vi tar utgangspunkt i Themas tall for elbruk innen transport (14-17 TWh), blir andelen hydrogen av dette for tjenestesamfunnet 0 TWh, for industrisamfunnet > = 8 TWh, Statnett >= 18 TWh, for NVE >= 8-9 TWh. Hydrogenproduksjonen er det med andre ord en meget stor usikkerhet rundt, slik både Thema de andre sier.

På bakgrunn av dette, velger vi å la middelverdien fra rapportene på 24 TWh stå uendret (transport inkl. hydrogen).

**Nett-tap**

Statnett har ikke oppgitt verdi for nett-tap, altså null, så middelverdi for tre rapporter blir derfor for lav. Både NVE og SINTEF oppgir nett-tap, og tapet er proporsjonalt med mengden av produsert strøm

Beregning av nett-tap	SINTEF-verdier (- samfunn)		
	Tjeneste	Industri	Middel
Produksjon i 2050 [TWh]	154,00	184,00	-
Nett-tap 2050 [TWh]	10,00	12,00	-
Nett-tap [%]	6,49	6,52	6,51

Det betyr at ca. 6.5 % av strømproduksjonen forsvinner som nett-tap.

Produksjonen (middelverdi i tabell 1.3.1) er: 178 TWh  
 Nett-tap 6.5 % av produksjonen: 11,6 TWh

For tabellen beregnes nett-tapet til følgende sluttverdi i 2050: 11,6 TWh

**Fargekode-forklaring (beregning for hoved-tabell):**

Mellomregning:

Summering/overføres til tabell:

