

## Beskrivelse og forutsetninger i web-basert energikalkulator

### Bakgrunn

Statkraft har utviklet en web-basert energikalkulator som sammenligner kostnader ved bruk av ulike løsninger som dekker varme- og kjølebehovet i bygg. Dette notatet beskriver bruksområdet, bakgrunnsdata, hvilke vurderinger som er gjort og hvilke forutsetninger som er lagt til grunn. Samtlige inputverdier kommenteres ikke i dette notatet, men alle verdier og formler som ligger til grunn for resultatene fremgår av regnearket. Det henvises derfor til regnearket for alle detaljer. Dersom det avdekkes feil eller urealistiske verdier ber vi om tilbakemelding på dette.

Vi ønsker også å presisere at energikarakteren ikke nødvendigvis gir et riktig bilde av kostnader og miljøytelsen til bygget. Vi oppfordrer derfor byggherrer til å gjøre selvstendige vurderinger uavhengig av energikarakter.

Web-kalkulatoren er utviklet med tanke på å indikere kostnader ved ulike løsninger for varme og kjøling slik den kan benyttes som utgangspunkt for videre vurderinger knyttet til energiløsninger i bygg. Statkraft tar ikke ansvar for hvordan kalkulatoren brukes eller eventuelle valg som gjøres med utgangspunkt i kalkulatoren.

### Energiløsninger

Følgende løsninger for energiforsyning til bygg er vurdert i kalkulatoren:

Løsning	Beskrivelse	Energiforsyning
Fjernvarme + absorpsjonskjøling	Varmebehovet dekkes i sin helhet av fjernvarme. Kjølebehovet dekkes i sin helhet av fjernvarme via en absorpsjonskjølemaskin.	Varme + kjøling
Fjernvarme + sorptiv kjøling	Varmebehovet dekkes i sin helhet av fjernvarme. Kjølebehovet dekkes i sin helhet av fjernvarme via sorptiv kjøling.	Varme + kjøling
Fjernvarme + kompressorkjøling	Varmebehovet dekkes i sin helhet av fjernvarme. Kjølebehovet dekkes i sin helhet av lokal kompressor kjølemaskin.	Varme + kjøling
Reversibel varmepumpe (luft/vann) + fjernvarme	80 % av varmebehovet dekkes av reversibel varmepumpe og 20 % av varmebehovet dekkes av fjernvarme. Kjølebehovet dekkes i sin helhet av reversibel varmepumpe.	Varme + kjøling
Fjernvarme	Varmebehovet dekkes i sin helhet av fjernvarme.	Varme
Varmepumpe (luft/vann) + fjernvarme	80 % av varmebehovet dekkes av reversibel varmepumpe og 20 % av varmebehovet dekkes av fjernvarme.	Varme

Kalkulatoren sammenligner ikke alle løsninger som kan dekke varme- og kjølebehovet i bygg. Eksempler på alternative løsninger er varmepumper med andre kilder enn luft (eksempelvis energibrønner eller sjø/elv) og/eller elkjel i kombinasjon med en kjøleløsning. Reversibel varmepumpe (luft/vann) er vurdert til å være den mest aktuelle løsningen å sammenligne med de ulike fjernvarmealternativene når det samlede kostnadsbilde tas med i betraktningen.

## Bruksområde

Kalkulatoren sammenligner kun kostnader knyttet til å dekke det termiske behovet til bygget, dvs. kjøle- og/eller varmebehovet. Kostnader knyttet til elspesifikt utstyr er ikke inkludert med unntak av nødvendig elforbruk til komponenter som inngår i installasjonen som dekker det termiske behovet, dvs. ekstra vifteenergi ved bruk av sorptiv kjøling og pumpeenergi ved bruk av absorpsjonskjøling. For å få full oversikt over byggets energi- og effektkostnader må det derfor utføres egne vurderinger knyttet til elspesifikt forbruk.

Det er mulig å velge mellom de lokasjonene hvor Statkraft Varme har etablert virksomhet. Det er i hovedsak nettleien for de respektive områdene som skiller lokasjonen fra hverandre, men grunnet variasjon på prisstrukturer og incentiver mellom fjernvarmeselskaper anbefaler vi ikke å benytte kalkulatoren for områder hvor andre aktører enn Statkraft Varme er etablert.

## Grunnlagsdata

### Energi og effekt

Netto energibehov er basert på beregninger i Simien. Bygningskategorier og grunndata for beregningene fremgår av tabell under.

Tabell 1: Oppbygning av de forskjellige bygningstypene

	Oppvarmet gulvareal	Etasjer	Lengde-bredde	Etasje-høyde	Dimensjonerende Luftmengder
<b>Boligblokk</b>	900 m <sup>2</sup>	3	30 m – 10 m	2,7 m	1,7 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
<b>Forretningsbygg</b>	3600 m <sup>2</sup>	3	60 m – 20 m	2,7 m	12,2 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
<b>Hotell</b>	2400 m <sup>2</sup>	2	60 m – 20 m	2,7 m	15,4 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
<b>Industribygg</b>	1200 m <sup>2</sup>	1	60 m – 20 m	3,24 m	11,9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
<b>Kontorbygg</b>	3600 m <sup>2</sup>	3	60 m – 20 m	2,7 m	11,65 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
<b>Sykehjem</b>	2400 m <sup>2</sup>	2	60 m – 20 m	2,7 m	9,3 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>

Beregninger i Simien har gitt grunnlag for spesifikt energibehov og effektprofiler over året. For effektprofiler er det forutsatt at disse er like for passivhus og TEK17.

Følgende spesifikke verdier er lagt inn som default verdier i kalkulatoren:

Bygningskategori	TEK					Passiv				
	Spesifikt varmebehov, kWh/m <sup>2</sup>	Spesifikt kjølebehov, kWh/m <sup>2</sup>	Spesifikt elbehov, kWh/m <sup>2</sup>	Spesifikt effektbehov varme, W/m <sup>2</sup>	Spesifikt effektbehov kjøling, W/m <sup>2</sup>	Spesifikt varmebehov, kWh/m <sup>2</sup>	Spesifikt kjølebehov, kWh/m <sup>2</sup>	Spesifikt elbehov, kWh/m <sup>2</sup>	Spesifikt effektbehov varme, W/m <sup>2</sup>	Spesifikt effektbehov kjøling, W/m <sup>2</sup>
Kontorbygg	35,1	7,9	70,8	50,0	29,9	24,7	7,9	40,2	49,0	29,9
Boligblokk	56,6	-	35,1	37,0	-	45,4	-	35,1	35,0	-
Hotell	78,3	10,8	78,5	73,0	29,9	54,2	10,8	36,0	72,0	29,9
Forretningsbygg	48,7	16,7	91,3	49,0	53,3	30,6	16,7	52,3	48,0	53,3
Lett verksted	66,3	7,8	57,8	58,0	35,1	33,3	7,8	41,2	56,0	35,1
Sykehjem	69,9	12,4	100,8	49,0	35,1	47,9	12,4	73,5	49,0	35,1

Det er utført egne vurderinger knyttet til spesifikt effektbehov, både til varme og kjøling. Det bemerkes at det kan være avvik mellom dimensjonerende effektbehov og avregnet/målt effektbehov som inngår i beregning av effektkostnaden. Avregnet/målt effekt vil ofte være lavere

enn det som legges til grunn som dimensjoneringskriterier, noe som gjør at estimert energipris blir noe høyere enn erfart/faktisk energipris. Sammenligningen av styrkeforholdet mellom de ulike alternativene vil derimot bli relativt riktig I kalkulatoren benyttes dimensjonerende effektbehov både som grunnlag for investeringskostnad og beregning av effektkostnad.

Det er lagt til grunn at fjernvarme dekker tappevannsbehovet til bygg med lavt tappevannsbehov, dvs. kontorbygg, lett verksted (industribygg) og forretningsbygg. For bygg med stort tappevannsbehov er det lagt til grunn at tappevann dekkes av varmepumpeløsning der dette alternativet synliggjøres.

Netto energibehov er beregnet for Trondheims klima. Ved vurderinger utenfor Trondheim vil kalkulatoren med default verdier gi en indikasjon, men det anbefales å justere de spesifikke energitallene slik kalkulatoren åpner for.

For å komme fra netto energibehov til levert energibehov er følgende verdier benyttet:

	FV+ABS	FV+SORP	FV+KOMPRESSOR	REV VP + FV	FV	VP+FV
Produksjonsvirkningsgrad FV (NS3031)	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Produksjonsvirkningsgrad VP (NS3031)				2,5		2,5
Produksjonsvirkningsgrad kjøling (NS3031)	2,7	2,7	2,7	2,7		
Distribusjonsvirkningsgrad (NS3031)	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Romvirkningsgrad (NS3031)	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Produksjonsvirkningsgrad absorpsjonskjøling (Energimerkeordningen)	2,7					
Produksjonsvirkningsgrad sorptiv kjøling (Energimerkeordningen)		2,7				
Produksjonsvirkningsgrad absorpsjonskjøling	0,75					
Produksjonsvirkningsgrad sorptiv kjøling		1,5				

Produksjonsvirkningsgrad kjøling for absorpsjonskjøling og sorptiv kjøling er ikke hentet fra NS3031. Disse er fastsatt med utgangspunkt i at fjernkjøling og frikjøling i forbindelse med energimerking av bygg har fått aksept for å benytte 2,7 som produksjonsvirkningsgrad. Absorpsjonskjøling og sorptiv kjøling er forutsatt likestilt med fjernkjøling og frikjøling i forbindelse med energimerking av bygget. Det presiseres at det i alle beregninger som påvirker kostnader er reelle systemvirkningsgrader for de ulike løsningene benyttet. For absorpsjonskjøling er dette vurdert til 0,75 og for sorptiv kjøling er det vurdert til 1,5.

### Investeringer

Spesifikke investeringer er basert på dels erfaringstall og kjente nøkkeltall. Kalkulatoren har full fleksibilitet med tanke på å justere investeringer for de ulike løsningene.

For beregning av kapitalkostnader er det lagt til grunn 25-års levetid for følgende investeringsposter:

- Anleggsbidrag
- Annet
- Sol

Det er kun differensiert på levetid for de ulike kjøleløsningene og varmepumpe. I web-basert løsning er det kun mulig å justere levetid for varmepumpe. Det er lagt til grunn en levetid på 10 år for reversibel varmepumpe / varmepumpe. I regneark kan samtlige levetider justeres.

Kalkulasjonsrente er felles for alle løsninger og kan justeres både i web-basert løsning og regneark.

Anleggsbidrag er satt til kr 0 dersom fjernvarme velges som eneste forsyning i kombinasjon med en lokal kjøleløsning. Prisen inkluderer både kundesentralen og påkobling til fjernvarmenettet innenfor en avstand på 80 meter. Statkraft tar et forbehold om dette dersom kostnadene skulle bli uforholdsmessig høy.

### Drift- og vedlikehold

Default verdier for drift- og vedlikeholdskostnader er basert på både erfarings- og nøkkeltall. Drift- og vedlikeholdskostnader for (reversible) varmepumper spriker i stor grad. Som default verdi er denne kostnadsposten vurdert til ca. 10 øre/kWh og inkluderer behovet for personaltimer, vakt og service, men uten uforutsette kostnader. Bakgrunn for tallene er hentet fra egne erfaringer, kunder og konsulenter. I tillegg kommer ca. 1 øre/kWh knyttet til fjernvarmeinstallasjonen. Kalkulatoren åpner for å justere drift- og vedlikeholdskostnader for varmepumpeløsningen, men ikke øvrige. I regneark kan d&v justeres for alle løsningene.

Ved sorptiv kjøling kommer et tillegg på drift- og vedlikeholdskostnadene knyttet til vannforbruk. Dette er inkludert i drift- og vedlikeholdsposten, men er ikke skilt ut som egen linje. For beregning av kostnader knyttet til vannforbruk er det lagt til grunn 100 liter/m<sup>2</sup> og 25 kr/m<sup>3</sup>.

### **Spotpris, nettleie og avgifter strøm**

Spotpris reflekterer forwardpris i strømmarkedet og oppdateres en gang per år.

Nettleien speiler gjeldende nettleie i de aktuelle områdene og oppdateres en gang per år.

Avgifter speiler gjeldende forbruksavgift og oppdateres en gang per år. I tillegg er det lagt til grunn et påslag for elsertifikater og strømleverandør.

Fjernvarmepris speiler pris på strøm fratrukket 2 øre/kWh pga. at vi benytter månedsmiddel spotprisberegning vs. timesmiddel for strøm.

Fast sommerpris fjernvarme ved valg av varmedrevet løsning for kjøling er satt til 12 øre/kWh og 24 øre/kWh for henholdsvis absorpsjonskjøling og sorptiv kjøling i Trondheim. For øvrige områder er standard fjernvarmepris med unntak av det ikke avregnes effekt i sommermånedene. Sommerpris i Trondheim og ingen effektavregning gjelder for perioden juni til august. Alle prisincentiver gjelder der fjernvarme benyttes som grunnlast til bygget.

Det åpnes for å justere på spotpris strøm i kalkulator. Øvrig parametere er låst i web-basert løsning, men kan justeres i regneark.

### **Sol**

Det er lagt inn en funksjon for å gi et anslag på hvor mye lokal produksjon med sol som er nødvendig dersom et krav om energikarakter A ikke tilfredsstilles med en av løsningene som innebærer at hele bygget forsynes med fjernvarme. Beregningen indikerer nødvendig areal med solceller og tilhørende produksjon som kreves for å få energikarakter A. I denne sammenhengen er det forutsatt at hele produksjonen kan benyttes internt i bygget. I realiteten vil det ofte være deler av produksjonen som eksporteres. Eksport av solstrøm blir imidlertid ikke godskrevet i energimerkeordningen. Dette innebærer at det kan være nødvendig med noe økt areal med solceller enn det kalkulatoren indikerer.

I denne sammenhengen kan det være en kombinasjon av flere tiltak (eksempelvis tiltak for mer effektiv klimaskjerm og/eller mer effektiv belysning) i kombinasjon med lokal produksjon med sol som er mer kostnadseffektivt en å kompensere gapet i sin helhet med sol. Det finnes også andre tiltak som vil redusere behov for egenproduksjon med sol og gjennom det arealbehovet for solceller.