

NOTAT 02

OPPDRAAG	Nytt museumsbygg i Brekkeparken	DOKUMENTKODE	814985-RIEn-NOT 02
EMNE	Solcelleutredning	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Børve Borchsenius Arkitekter AS	OPPDRAAGSLEDER	Finn Lysnæs-Larsen
KONTAKTPERSON	Dag Haraldsen	SAKSBEHANDLER	Leif Skorge
KOPI	PG	ANSVARLIG ENHET	10105030 Oslo Solenergi

SAMMENDRAG

Multiconsult har gjennomført en tidligfase utredning av muligheter for egenproduksjon av energi fra solceller med lønnsomhetsvurdering i tilknytning av planlagt nytt museumsbygg ved Brekkeparken i Skien.

Ved å installere solceller på alle egnede takflater, vil man kunne oppnå en strømproduksjon på mellom **12-38 MWh/år** eller over **20%** av elektrisitetsbehov med standard teknologi, avhengig om målet er å optimalisere etter lønnsomhet eller høyest produksjon.

Kostnaden forventes å ligge mellom **175 og 640 kNOK** avhengig av omfang. Omfang er skalerbart ved de angitte nøkkeltallene ned til et visst nedre nivå på installert effekt hvor faste kostnader og volum vil øke kostnaden per watt.

00	17.11.2017	Solcelleutredning	Leif Skorge	Per Lindberg	Trond Ivar Bøhn
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Innhold

Innhold.....	2
1 Egnethet for solceller.....	3
2 Produksjonspotensial	3
2.1 Modell.....	3
2.2 Design	4
2.3 Nøkkeltall.....	5
3 Kostnad og lønnsomhet solceller	6
3.1 Kostnadsanslag	6
3.2 Årlig besparelse	7
3.3 Økonomi over levetiden	7

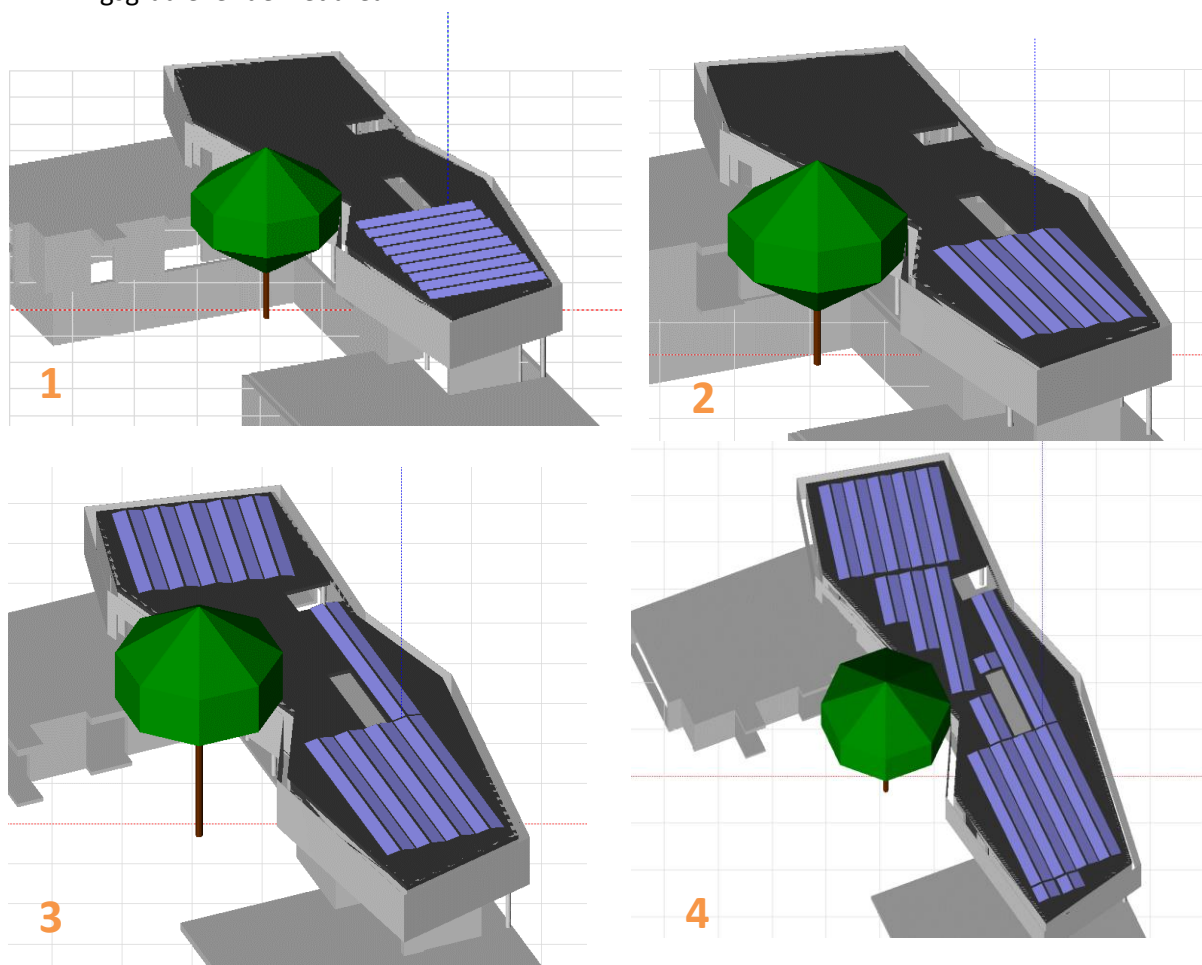
2.2 Design

De aller fleste solcelleanlegg installert i Norge på flatt tak er montert med ballast og aerodynamisk utforming uten å penetrere takteking som gir et enkelt grensesnitt og lave kostnader per installert effekt. Sørvendte anlegg har vanligvis en helning på rundt 15 grader og en avstand mellom radene som gir en dekket areal av cirka 55% av benyttet tak. Øst/vest monterte system med 10 graders helning er mindre utsatt for skygge fra tilstøtende panel og kan dermed dekke rundt 85% av benyttet takareal som gir høyere produksjon på samme areal til tross for rundt 15% lavere solinnstråling over året.



Figur 2: Ballastert skinnemontasje, henholdsvis sørvendt og øst/vest. Kilde: IBC Solar

Det er simulert flere varianter som vist i figur 3. Omfanget er fleksibelt i valg av moduler med ulik virkningsgrad eller dekket areal.



Figur 3: Simulerte varianter

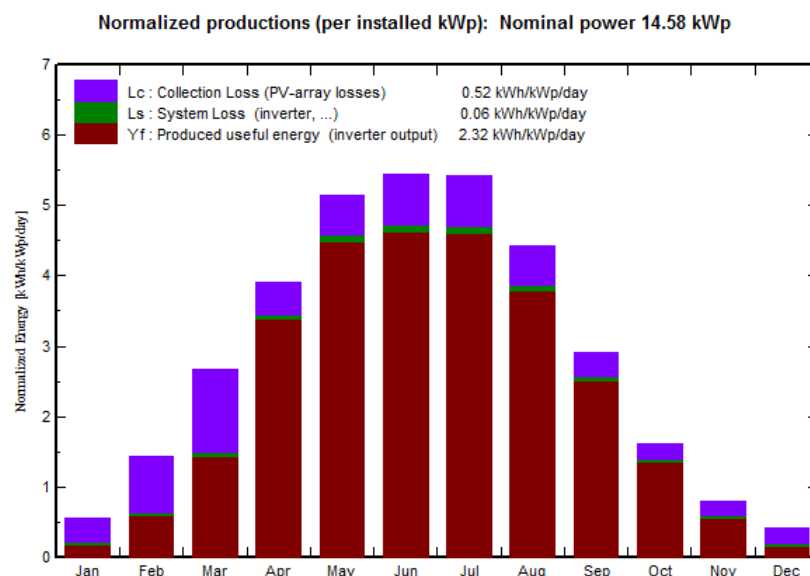
Solcelleutredning

2.3 Nøkkeltall

Tabell 1: Nøkkeltall

Variant	1	2	3	4
Helning (°)	15	10	10	10
Orientering (°, 0 er sør, + er vest)	-23	67/-113	67/-113, 79/-101	67/-113, 79/-101
Installert effekt (kWp)	14.6	19.0	41.0	53.0
Spesifikk ytelse (kWh/kWp.år)	845	736	724	713
Produksjon (kWh/år)	12 330	14 310	29 320	38 130
Areal solceller (m ²)	89	119	248	327
Spesifikk produksjon (kWh/m ² .år)	138	120	118	117
Andel av el-forbruk (%)	7 %	8 %	16 %	21%

Med spesifikk produksjon menes kraftproduksjonen fordelt på installert effekt eller areal. Dette er analogt til «driftstimer» innen kraftbransjen. Spesifikk produksjon er et nyttig nøkkeltall for sammenligning av forskjellige designalternativer, ettersom det gir god informasjon om hvor mye kraft som produseres i forhold til den installerte effekten eller hvis dekket areal justeres. Figur 4 viser hvordan produksjonen varierer i løpet av året. Tap fra snø (mesteparten av den lille delen) er stor på vinteren men utgjør ikke så stort tap på årsbasis på grunn av lav solvinkel og innstrålt energi.



Figur 4: Gjennomsnittlig daglig produksjon per installert effekt fordelt per måned for sørvendt system (1)

Når produksjonen inntreffer vil også påvirke lønnsomhet og hvor mye av forbruket kan dekkes direkte med solenergi. For et bygg med lav forbruk om sommeren eller midt på dagen vil det til tider bli produsert mer enn forbruket. Overskudd kan selges til nettet gjennom

Solcelleutredning

plusskundeordningen men med dårligere vilkår enn å benytte produksjon internt og spare nettleie og andre avgifter. Det vil ikke være fare for å eksportere mer enn grensen for plusskundeordningen på 100 kW. Tabell 2 oppsummerer maksimum levert effekt i løpet av et døgn for hver måned et gjennomsnittlig år.

Tabell 2: Maksimum produsert effekt gjennom et døgn, alternativ 3

Hourly maximum values for E_Grid [kW]

	0H	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H	10H	11H	12H	13H	14H	15H	16H	17H	18H	19H	20H	21H	22H	23H
January	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.5	2.1	1.9	2.0	1.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
February	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	3.0	4.1	4.9	4.7	5.1	3.9	3.2	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
March	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.8	5.8	8.2	11.3	12.0	12.5	13.4	9.4	6.4	4.8	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
April	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	5.3	10.3	14.8	20.8	24.2	23.4	23.5	23.5	19.9	16.1	9.4	6.7	3.4	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
May	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	6.3	9.5	14.6	19.9	23.3	29.3	29.1	27.7	26.9	28.4	19.8	13.3	9.8	6.0	4.5	0.9	0.0	0.0	0.0
June	0.0	0.0	0.0	0.1	2.9	6.3	11.3	16.6	22.1	26.3	28.6	29.5	29.8	28.8	26.6	20.6	15.6	10.5	6.0	4.3	1.6	0.0	0.0	0.0
July	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	5.6	11.8	16.0	20.7	24.6	27.4	29.1	29.6	28.8	26.9	19.4	15.2	9.7	6.3	3.5	1.4	0.0	0.0	0.0
August	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	6.1	10.9	14.7	18.7	20.9	22.4	23.0	22.2	20.3	15.0	12.0	8.6	5.1	2.2	0.2	0.0	0.0	0.0
September	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	7.5	12.3	16.4	19.6	21.4	21.6	20.7	17.4	11.7	7.9	4.1	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
October	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	7.7	10.2	12.3	13.1	12.7	11.4	10.5	6.9	4.7	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
November	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	3.5	5.2	5.2	6.3	5.3	3.6	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
December	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.1	1.7	1.5	1.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Year	0.0	0.0	0.0	0.1	2.9	6.3	11.8	16.6	22.1	26.3	29.3	29.5	29.8	28.8	26.4	20.6	15.6	10.5	6.3	4.5	1.6	0.0	0.0	0.0

Foreløpige timeverdier for reell energibruk viser at det kan forutsettes at all produksjon blir brukt internt. Med drift i helgene vil det alltid være el-forbruk. Med alternativ 3 eller større anlegg kan det til tider forventes noe overproduksjon, men at for hele året er det kun cirka 1% av produksjonen. Et øst/vest system vil gi produksjon tidligere på morgen og ettermiddag og ha en noe lavere produksjonstopp midt på dagen.

3 Kostnad og lønnsomhet solceller

3.1 Kostnadsanslag

Basert på Multiconsults egen statistikk over systempriser og tidligere anbud for anlegg i denne skalaen forventer vi at et nøkkelferdig system vil kunne koste mellom **10 000 og 14 000 kr/kW** i dagens marked. Kostnadene har de siste årene falt i raskt tempo på grunn av teknologiutvikling og modning av norsk solenergiindustri. Om et år eller to vil man kunne forvente priser ned mot nedre sjikt av estimat eller lavere. Tilkoblingen mot byggets hovedtavle varierer med kompleksitet og vil i et nybygg med korte føringsveier som her og tilstrekkelig plass i teknisk rom for vekselretter og inntak til 400 V tavle gi et enkelt grensesnitt og lavere kostnad.

Moduler med høyere virkningsgrad som gir høyere total installert effekt vil medføre en noe høyere kostnad per kW installert selv om montasjesystem og andre kostnader vil gå ned per installert kW, men innenfor prisestimat. Et større anlegg vil kunne gi en litt lavere kostnad per kW, i tillegg så vil et sørvendt system kunne ha en noe høyere kostnad per kW på grunn av økt bruk av takareal og tyngre ballast.

Solcelleutredning

Tabell 3: Kostnadsanslag

2017	Totalpris LAV (kr)	Totalpris MIDDELS (kr)	Totalpris HØY (kr)	Strømpris LAV (kr/kWh.25 år)
1	145 800	174 960	204 120	0.47
2	190 000	228 000	266 000	0.53
3	410 000	492 000	574 000	0.55
4	530 000	636 000	742 000	0.56

Strømprisen for produsert solstrøm her tar ikke med driftskostnader, tap, eller redusert verdi av produksjon i fremtiden men gir en indikasjon på at det kan være konkurransedyktig med strøm fra nettet inkludert nettleie. Det viser også at økt egenproduksjon på mer skyggeutsatt deler av tak og tettere og mindre optimal øst/vest konfigurasjon gir noe dyrere produksjonspris.

3.2 Årlig besparelse

Det er fokusert på alternativ 1 og 3 i videre økonomiske vurderinger.

Følgende besparelser inkludert inntekter er lagt til grunn for lønnsomhetsvurdering:

- Besparelse energi og eksport: 25 øre/kWh
- Spart nettleie internbruk: 35 øre/kWh inkludert avgifter. Det forventes at effektledd vil utgjøre en større andel av energikostnad i fremtiden som vil gi ytterligere besparelser fra våren til høsten ved reduserte effekttopper.
- Elsertifikater: 10 øre/kWh gjennomsnitt mot 2035 (17 øre/kWh gj. snitt siste 3 år men forventet å flate ut). Tilgjengelig i maksimum 15 år til senest 2015.

Årlig forventet besparelse første år hvis hele taket dekkes er på cirka **7 400 kr** for alternativ 1 forutsatt at produksjon brukes direkte i bygget, eller **507 kr/kW**. For alternativ 3 er årlige besparelser cirka **17 600 kr**, eller **434 kr/kW** uten elsertifikater og **20 500 kr** eller **507 kr/kW** med elsertifikater.

3.3 Økonomi over levetiden

Beregning av installasjonens lønnsomhet bruker årlige besparelser og inkluderer også:

- Registrering i elsertifikatordningen: 15 000 NOK for anlegg mindre enn 100 kW. Dermed er det kun lønnsomt for større anlegg, i dette tilfellet alternativ 3
- Vedlikeholdskostnader: 0,75% av investeringssum per år
- Årlig degradering av ytelse: 0,5% av investeringssum per år (garantivilkår fra produsent)
- Bytte av vekselretter halvveis i levetiden
- Diskonteringsrate: Kun medregnet inflasjon i tilbakebetalingstid. Internrenten er diskonteringsraten som gir null nåverdi over levetiden som kan sammenlignes med krav til avkastning, eller finansieringskostnad

Solcelleutredning

Fremtidige strømpriser er basert på prognoser fra Statnett og NVE. Det er også medtatt økning i nettleie de neste årene basert på investeringsbehov i nettet.

Følgende resultater er nominelle verdier.

Tabell 4: Internrente og nedbetalingstid

Tak Sør (1)			
Systempris [kr/W]	Internrente 25 år	Internrente 30 år	Nedbetaling år
10	5.4 %	6.4 %	18
12	3.7 %	4.8 %	22
14	2.3 %	3.5 %	26
Tak Øst/Vest (3)			
Systempris [kr/W]	Internrente 25 år	Internrente 30 år	Nedbetaling år
10	4.4 %	5.4 %	20
12	2.7 %	3.8 %	25
14	1.3 %	2.6 %	30

Lønnsomheten er avhengig av å oppnå lave systemkostnader. Solceller har vanligvis en produksjonsgaranti på 25 år, hvor de leverer 80% virkningsgrad, men vil kunne levere strøm i 30-40 år med lavere degradering enn garantert. Andel av produksjonen som blir brukt direkte i bygget vil også påvirke lønnsomheten.

Et sørvendt system gir noe bedre lønnsomhet forutsatt at kostnad per installert effekt er lik, selv om et større anlegg vil få inntekter i 15 år gjennom plusskundeordningen.