

Denne veilderen er basert på følgende dokument

RAPPORT - SOLSTRØMVELGEREN DATERT 14. desember 2020

OPPDRAG	Rådgiver Fornybar Energi	DOKUMENTKODE	10220715-01-RIEn-RAP-01
EMNE		TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Forsvarsbygg	OPPDRAGSLEDER	Bjørn Thorud
KONTAKTPERSON	Olav Christoffer Breilid	UTARBEIDET AV	Anna Østby, Oda Hjelmeseth, Håkon Duus, Bjørn Thorud
		ANSVARLIG ENHET	Multiconsult ASA

Introduksjon

Solceller er i dag verdens raskest voksende energiteknologi og solceller kan benyttes alle steder hvor vi finner dagslys. I Norge er solceller montert på bygg det dominerende bruksområdet fremfor bakkemonterte solcelleanlegg. Solceller er svært godt egnet for lokal kraftproduksjon, og kraften kan brukes direkte i bygget. Det kobles enkelt til eksisterende elforsyning. Solceller på bygg kan installeres utenpå tak eller fasade. Dersom bygget står ovenfor en dyp rehabilitering av tak eller vegger kan det ofte lønne seg å benytte bygningsintegrerte solceller som inngår i byggets klimaskall, slik at man oppnår besparelser både på materialbruk og arbeidsoperasjoner. For oppføring av nye bygg bør solceller alltid vurderes. For skråtak med takvinkel på mer enn 12 grader bør BIPV vurderes, mens BAPV vurderes for tak med vinkel lavere enn 12 grader og flate tak. Når det planlegges og tilrettelegges for bruk av solceller på bygg tidlig i planleggingsprosessen oppnås gode løsninger til lave og konkurransedyktige priser. Som et første steg i å vurdere om solceller vil være aktuelt ved nybygg eller rehabilitering kan man bruke solstrømvelgeren i kapittel **Feil! Fant ikke referanse-kilden..**

Spesifikasjon solcelleanlegg på nybygg/dyp rehabilitering

De beste og billigste solcelleanleggene får man når en rehabilitering eller et nybygg planlegges med solceller fra oppstart av prosjektet. Da kan det legges til rette for at solcelleanlegget kan bygges raskt og billig, samtidig som det kan legges til rette for enkelt vedlikehold. Det er også viktig å koordinere innkjøp slik at arbeidsflyten mellom ulike leverandører kan gå raskt og effektivt, og man unngår for eksempel rigging av byggeplass og sikring flere ganger. Særlig gjelder dette for arbeid på tak og fasader hvor tak-/fasadeentreprenør kan benytte samme sikringsutstyr som solcelleentreprenør.

Krav til design

Enten solcellene er integrert i et bygg eller montert utenpå bygget må det oppfylle tekniske forskrifter for bygg (TEK). Eksempler på slike krav er evne til å tåle snø og vindlaster, samt klimaskallets tetthet. I tillegg skal anleggene oppfylle elektrotekniske forskrifter og krav som man eksempelvis finner beskrevet i NEK 400.

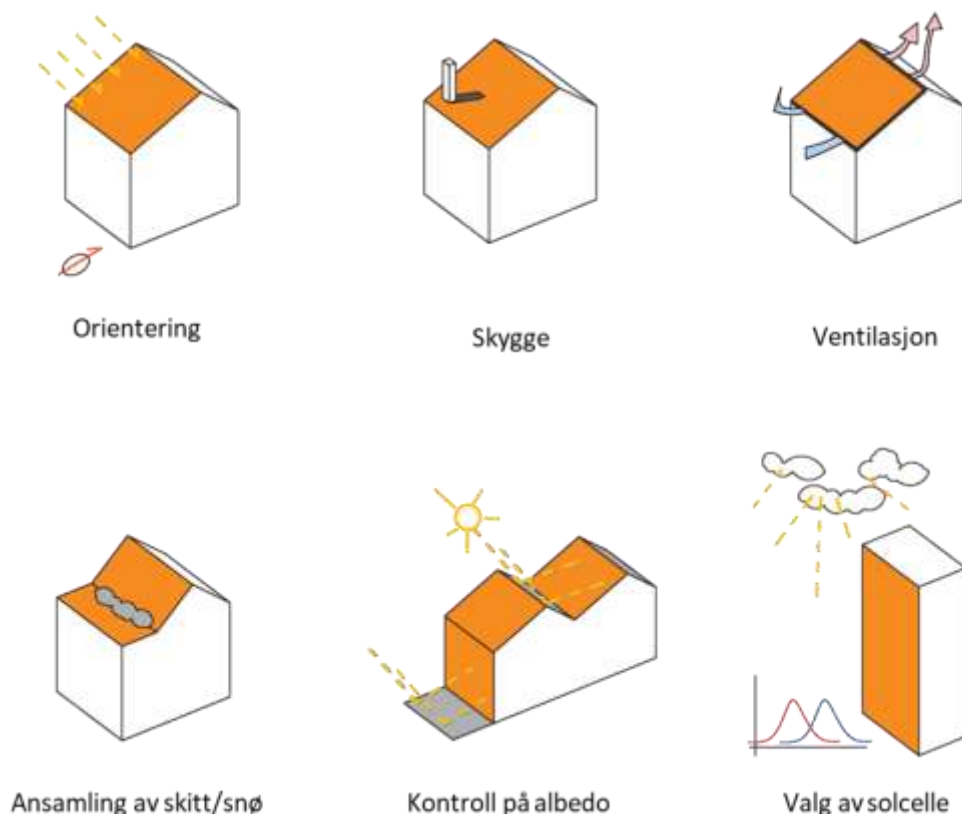
Solcelleanlegg er derfor å betrakte som tverrfaglige prosjekter innenfor både bygg og elektro og dette skal gjenspeiles i design av solcelleanlegget.

Solcelleanlegg skal designes med utgangspunkt i enkle og robuste løsninger som legger til rette for lave bygge- og vedlikeholdskostnader. Noen viktige elementer for å oppnå dette er listet opp nedenfor: Inkluder solceller i planleggingen fra oppstart av prosjektet.

- Legg til rette for store og rene tak uten oppstikk eller hindringer som solcelleanlegget må bygges rundt
- Unngå bruk av solceller der det er mye skygge fra nærstående trær, bygg, radiomaster, o.l.
- Bruk egnede verktøy for design og produksjonsberegning av solcelleanlegget, og plasser solcellene på de stedene på bygget hvor det er mest hensiktsmessig. Eksempler på gode designverktøy er PVSyst og PVSol
- Unngå bruk av solcelle der det er fare for ansamling av mye skitt og snø.
- Legg til rette for korte føringsveier for kabler fra solceller til tilkobling i bygget.
- Sett av areal til plassering av vekselrettere med enkel adkomst for vedlikehold
 - Vekselrettere som plasseres utendørs bør stå under tak og i skyggen
 - Vekselrettere som plasseres innendørs må stå i branncelle med god ventilasjon
- Sjekk at produksjonskapasiteten til solcelleanlegget ikke overstiger kapasiteten (sikringsstørrelsen) på byggets hovedtavle. Solcelleanlegg skal alltid tilkobles på kundesiden av energimåler. Detaljert beskrivelse av hvordan solcelleanlegg skal utformes og tilkobles finnes i NEK400.
- For nye bygg eller rehabilitering av tak skal bruk av rimelige bygningsintegrerte (in-roof) systemer vurderes, slik at solcellene også fungerer som takteking. For tak som vurderes bygget med bølgeblikk vil det være billigere å bygge et ettermontert solcellesystem.

- Bygningsintegrerte solceller på tak bør ha en takvinkel på mer enn 12° for at det skal være tett. Ved lavere takvinkler bør det etableres tett undertak eller det bør vurderes bruk av en ettermontert løsning.
- Bygningsintegrerte solceller er ikke egnet for takvinkler lavere enn 5°. Vurder heller en løsning for flate tak.
- Fasadeintegrerte solceller bør ha god lufting bak og bør etableres som luftet kledning. Vær oppmerksom på at det kan være nødvendig med bruk av solceller som tilfredsstiller krav til sikkerhetsglass når solcellene plasseres i fasaden (NS 3510).
- Bygningsintegrerte solceller bør helst bygges utenpå heldekkende brannhemmende materialer som for eksempel steinull. Bruk gjerne trykkfast steinull for å få et heldekkende og brannhemmende underlag
- Merk at solceller er glatte og for skråtak er det stor fare for takras. Bruk snøfangere.
- For bygg med nødstrømsforsyning skal tilknytning av solcelleanlegget til nødstrømsforsyningen utredes.
- Solcelleanlegg skal alltid innarbeides i byggets brannkonsept

Figuren nedenfor illustrerer noen viktige hensyn som bør tas med tanke på design av solcelleanlegg.



Figur 1: Viktige faktorer som bør undersøkes ved bruk av solceller. Kilde: Supsi /ISAAC www.bipv.ch

Anleggets orientering avgjør når på døgnet og året det produserer mest energi, og dette kan tilpasses byggets energibehov. Plasseringen av solcellene vil i stor grad avgjøres av formålet og energibehovet over døgnet og over året. Generelt gir solceller anlagt på fasade mer solinnstråling om vinteren enn solceller på tak fordi solen står lavt. Da snøen i liten grad legger seg på solceller på fasade vil heller ikke dette være noe problem om vinteren. For takmonterte solceller vil man få høyere produksjon på sommeren når solen står høyt.

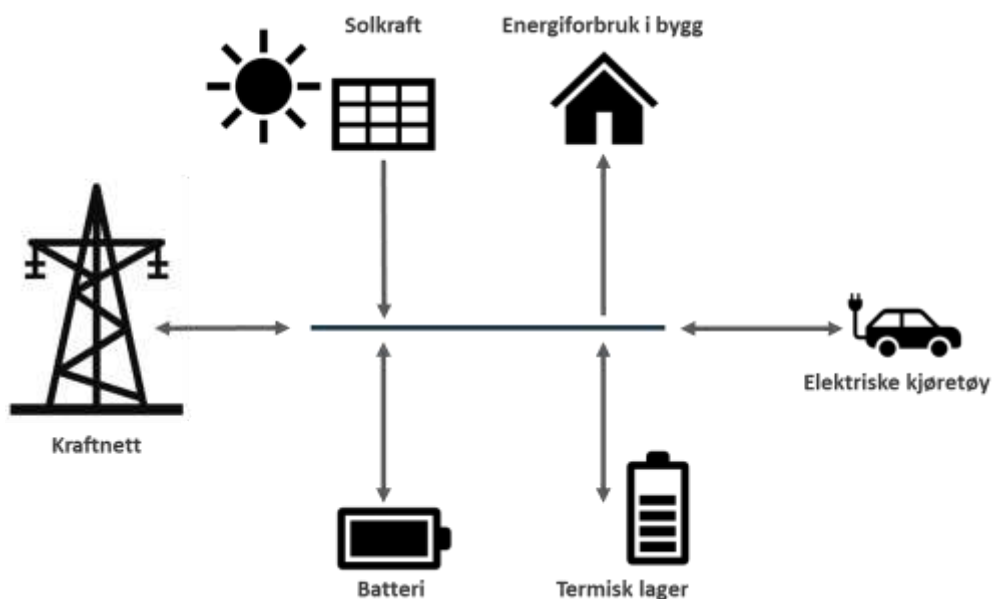
Med saltak som utgangspunkt vil man gjerne få en av følgende to produksjonsprofiler over døgnet:

1. Ved solceller på østlige og vestlige vendte takflater produserer anlegg om morgen og ettermiddag. Dette passer godt for bygg med effekttopper på morgenen og på kvelden
2. Solceller på sør-fasader produserer mest midt på dagen og passer godt med bygg med topplasten midt på dagen.

På flate tak velger man ofte å sette opp solceller i «dome», slik at halvparten av solcellene er østvendte og halvparten er vestvendte, og modulene beskytter hverandre i vær og vind. Dette gir en jevn produksjonsprofil gjennom døgnet.

Optimal vinkel for solcellemoduler på østlandet er ca 45 grader, men det er relativt lav endring i innstråling om man reduserer vinkelen til 30 grader. Normalt vil man imidlertid bygge solcelleanlegget slik at det er tilpasset byggets form. Skråtak mot sør, øst og vest inklusiv flate tak er aktuelle for solceller så lenge flatene har god soleksponering. De fleste flate tak er også godt egnet.

Ved enkelte skyggende elementer på taket/fasaden eller i nærheten kan man vurdere å installere solcelleanlegget med såkalte «optimizere». Disse kan bedre produksjonen noe, spesielt om det er utfordrende skyggeforhold. Slike optimizere kan forstyrre telekommunikasjons-utstyr, og bør derfor brukes med varsomhet om annet sensitivt utstyr er til stede.



Figur 2: Prinsippskisse for et typisk energisystem som illustrerer energiflyt mellom eksternt kraftnett, solkraftanlegg, batteri, termisk lager, elektriske kjøretøy og energiforbruk i bygg.

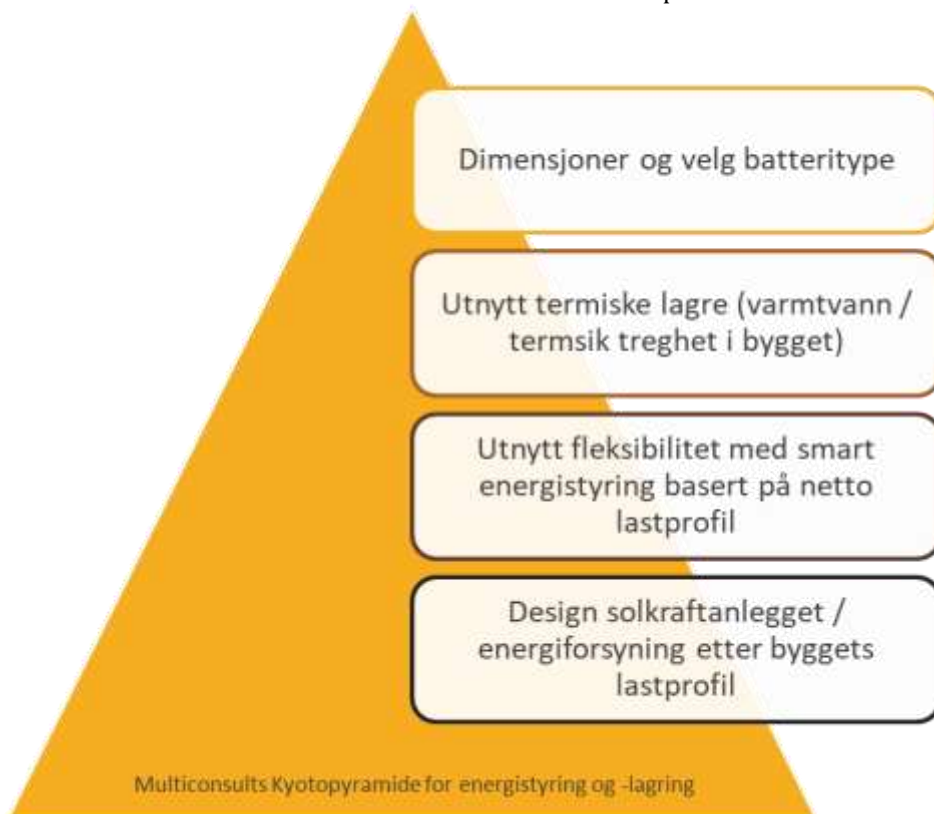
Figuren ovenfor viser en prinsippskisse av hvordan et lokalt energisystem med lokal energiproduksjon, -lagring og -forbruk kan etableres. Optimal størrelse for energilagring beregnes basert på byggets dynamiske forbruk sammen med produksjonsprofilen for lokal kraftproduksjon.

Ellers gjelder følgende prioriteringsliste for bruk av energilagring.

1. Utnytt fleksible laster først. Bruk smart energistyring for å øke egenforbruk av lokal kraftproduksjon eller kjøp av kraft fra nettet når dette er billigst.
2. Utnytt eksisterende termiske lagre som varmtvannsbeholdere, sprinklertanker, etc
3. Dimensjoner og velg batteritype.

Batterier er sjelden lønnsomt i Norge, men med synkende kostnader kan det bli lønnsomt. For best mulig bruk av batterier bør det både mellomlagre lokal kraftproduksjon og bidra til kutting av effekttopper ved kjøp av strøm fra nettet.

Med dagens lønnsomhetsbilde bør batterier først og fremst dimensjoneres med utgangspunkt i forsyningssikkerhet. Med dette som utgangspunkt kan batteriet dimensjoneres basert på byggets kraftbehov den dagen i året med høyest last og antall timer eller døgn med ønsket autonomi. Batteriets størrelse kan reduseres dersom ukritiske laster kan frakobles ved feil på nettet.



Figur 3: Prioriteringsliste for design av solcelleanlegg, smart energistyring og energilagring. Høyest prioritet har punktene i bunnen av pyramiden.

Tilkobling av solcelleanlegget til byggets elnett bør fortrinnsvis skje ved byggets hovedtavle, men man kan også koble seg på en underfordeler så lenge denne har tilstrekkelig kapasitet til å motta hele kraftproduksjonen.

Alle solcelleanlegg skal meldes til lokal netteier og man faller normalt inn under den såkalte «plusskundeordningen». Gjennom denne ordningen kan man levere opp til 100 kW tilbake til nettet, men kun fra ikke konsesjonspliktig anlegg¹. Det er installatør av solcelleanlegget som melder tiltaket til lokal netteier. Lokal netteier må dessuten kontaktes for innhenting av tekniske krav for tilkobling av solcelleanlegget.

¹ <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/nettjenester/nettleie/tariffer-for-produksjon/plusskunder/>

Miljøgevinster fra installasjon av solceller kan beregnes ved å se på unngåtte utslipp fra kraft fra nettet. Forsvarsbygg benytter en faktor på 130g/kWh utslipp fra kraftkjøp i klimagassregnskap i utbyggingsprosjekter. Det er antatt at utslipp fra produksjon av systemkomponentene er minimal per kWh produsert energi i ettertid, og disse er derfor ikke medregnet. Det er antatt at for hver enhet produsert energi så vil Forsvarsbygg kjøpe tilsvarende mindre energi fra nettet. Utslippsfaktoren kan multipliseres med den areal-spesifikke ytelsen til solcellepanelene i regionen hvor solcellepanelene skal settes opp. Dette må igjen multipliseres med den totale takflaten som vil dekkes av solcellepaneler.

For bygningsintegrerte solceller i fasade finnes det mange ulike formater, design, farger osv. Høye vindlaster kan også medføre at solceller med dobbeltlagsglass må benyttes.