



KARTLEGGING AV TAK EGNET TIL SOLCELLER: UNDERVISNINGSBYGGG OSLO KF

14. DESEMBER 2020
VERSJON: 01





72

**BYGG KAN ANBEFALES FOR
BESTILLING AV SOLCELLEANLEGG**



4 500 000
kWh / ÅR



20 000
TONN CO₂e OVER
LEVETIDEN

Oppsummering

Kartleggingen gjennomført av Asplan Viak konkluderer i at 72 av Undervisningsbygg Oslo KF sine enheter kan anbefales for bestilling av solcelleanlegg. 208 enheter, dvs. skoler og idrettshaller, har inngått i kartleggingen. Samlet energiproduksjon fra de anbefalte enhetene er beregnet til ca. 4 500 000 kWh/år. Solcelleanleggene vil bidra til å oppnå målsetningene i Klimastrategi for Oslo mot 2030, det er beregnet at solcelleanleggene som anbefales kan spare kommunen for ca. 20 000 tonn klimagassutslipp gjennom sin levetid. Totalt sett vil de anbefalte solcelleanleggene stå for en lønnsom investering som vil tilbakebetale seg selv gjennom lavere energikostnad til drift av byggene.

Rapporten er utarbeidet av: Trygve Mongstad, Vidar Lind Yftersian og Peter Bernhard
©Asplan Viak AS. Foto, forside: Asplan Viak / Trygve Mongstad

Innhold

1	Resultater og anbefalinger	4
1.1	Økonomisk lønnsomhet og budsjett-tall	
1.2	Miljø og klima	
1.3	Sosial bærekraft	
1.4	Anbefalinger for videre arbeid	
2	Eksempler på enheter som anbefales for solcelleanlegg	6
2.1	Haugenstua skole	
2.2	Voksentoppen skole	
2.3	Engebråten idrettshall	
2.4	Hasle skole	
3	Risikoreducerende tiltak ved investering i solcelleanlegg på skoler	8
3.1	Solcelleanlegg vanskeliggjør vedlikehold	
3.2	Skoler er ofte utsatt for hærverk	
3.3	Usikker inntekt og besparelse	
3.4	Snø	
3.5	Levetid på solcelleanlegg og bygg	
3.6	Brann	
3.7	Politiske endringer og reguleringer	
3.8	100-kW grense og omsetningskonsesjon	
3.9	Politiske endringer og reguleringer	
3.10	Ettersyn og service	
4	Undervisningsbygg sine egne erfaringer	10
	Om kartleggingsstudiet	11
	Mer relevant informasjon om solceller og solenergi	12

1 Resultater og anbefalinger

1.1 Økonomisk lønnsomhet og budsjett-tall

Beregnete kostnader for produsert solenergi gjennom levetiden ("LCOE" - Levelized Cost of Electricity) for de anleggene som er anbefalt for Undervisningsbygg varierer fra ca. 0,50 kr/kWh og opp til ca. 0,90 kr/kWh. De beste solcelleanleggene kan regnes å være lønnsomme uten tvil, og de med høyest beregnet strømkostnad befinner seg i grenseland i forhold til ren økonomisk lønnsomhet. Det ligger realistiske forutsetninger til grunn med tanke på solforhold, levetid på tak, vedlikeholdskostnader og verdi av overskuddsstrøm solgt til nett. Alle kostnader er regnet eksl. mva, og LCOE-beregningene er uten kapitalkostnader. Prisestimatene legger til grunn at kjøp av solcelleanlegg gjennomføres i rammeavtaler eller større anskaffelser der man kjøper solcelleanlegg til ca. ti eller flere skoler samtidig.

Samlet budsjett for solcelleanlegg på de anbefalte enhetene beløper seg til 56 millioner kr (eksl. mva.), og det beregnes i gjennomsnitt en investeringskostnad per enhet i underkant av 800 000 kr. De største anbefalte anleggene har en budsjettet kostnad på i overkant av 3 millioner kr og de minste anbefalte anleggene på ca. 300 000 kr.

1.2 Miljø og klima

Solcellepaneler på bygg gir energiproduksjon fra flater som i dag ikke er i bruk. Produksjonen av ren, fornybar energi øker, uten lokale miljøkonsekvenser. Institutt for Energiteknikk anslår at vi vil ha 2-4 TWh solstrøm i strømmettet vårt innen 2030. Til sammenligning var vindkraftproduksjonen i Norge i 2019 på 5,5 TWh.

Med tanke på klima gir også solceller et positivt bidrag, selv om bildet er noe mer komplisert. Det er nemlig ganske ressurskrevende å produsere solcellepaneler. Beregninger vi har gjort i kartleggingen for Undervisningsbygg viser at det tar ca. 5 år før solcelleanlegget har "tilbakebetalt" CO₂e-utslippene fra produksjonen. Solcellepanelene har da likevel 20-25 år igjen av levetiden og vi anslår at hver skole kan redusere klimagassutslipp med 150 - 600 tonn CO₂e ved å bygge solcelleanlegg. Vi har beregnet at

Undervisningsbygg kan spare samfunnet for totalt ca. 20 000 tonn CO₂e ved å bygge ut solcelleanlegg på de anbefalte skolene.

I fremtiden ønsker vi solcellepaneler med enda lavere klimafotavtrykk. Her kan det offentlige spille en viktig rolle ved å etterspørre solcellepaneler som har verifisert miljødokumentasjon, som for eksempel "EPD" - Environmental Product Declaration, og velge leverandører som tilbyr solcelleanlegg med lavt klimafotavtrykk.

1.3 Sosial bærekraft

Solcelleanlegg på skoler gir en unik mulighet for elever og lærere til å delta i det grønne skiftet. Med godt utstyrte solcelleanlegg kan data fra solcelleanlegget også benyttes i undervisningen, og gir et konkret praktisk eksempel på en ny teknologi som vil være en del av hverdagen når dagens unge vokser opp.

Av alle teknologier for energiproduksjon er solceller den som skaper flest jobber per investert krone. Selv om solcellepanelene i stor grad produseres i asiatiske land, er mesteparten av kostnadene knyttet til arbeid som utføres av ingeniører og håndverkere i Norge. Økt bruk av solcelleanlegg i Norge gir også rom for innovasjon og vi ser at det skapes nye produkter og teknologi i Norge innen for eksempel innfestingssystemer, bygningsintegret solcelleteknologi, solceller med snøsmeltefunksjon og smart styring av energibruk.

1.4 Anbefalinger for videre arbeid

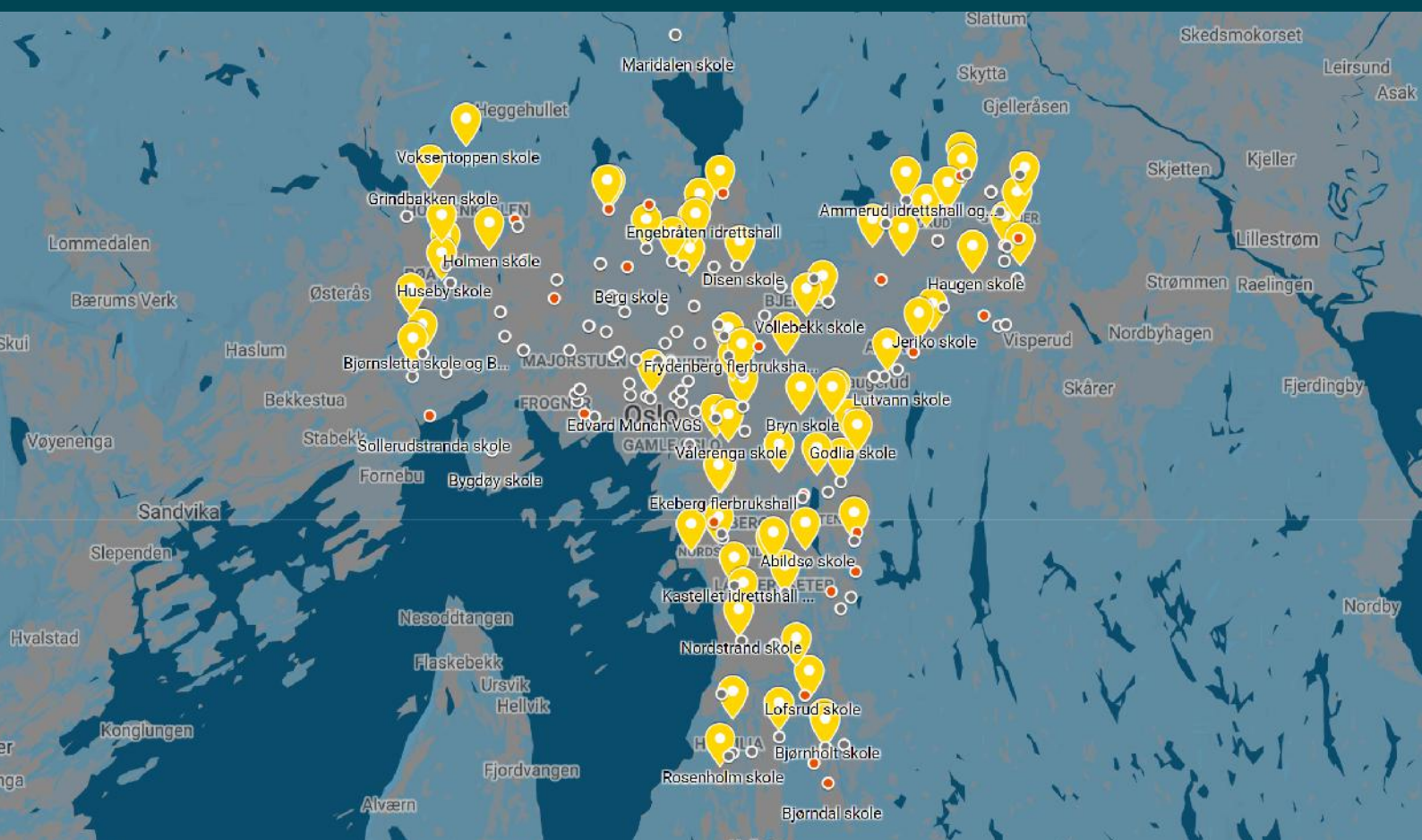
Det anbefales at Oslo kommune går videre med investering i solcelleanlegg på de egnedeskolene. Dersom mulig, vil det være fordelaktig å utlyse skolene i en større anskaffelse, eller inngå rammeavtaler med enkelte leverandører av solcelleanlegg. En slik organisering vil sikre bedre og mer enhetlig kvalitet, enklere oppfølging, samt bedre priser enn dersom anskaffelsene kjøres på enkeltbygg.

Det understrekes at noen av de anbefalte skolene krever noe mer forberedelse og forprosjektering, og vi anbefaler at kommunen gjennomfører denne forprosjekteringen i god tid før anskaffelsene.

Skoler som anbefales for solcelleanlegg

Kartet under viser hvilke skoler som er funnet å ha gode forutsetninger for solcelleanlegg. [Det interaktive kartet over skoler med gode forutsetninger for solcelleanlegg er tilgjengelig på nettet.](#)

[En komplett liste over skoler som anbefales og de som ikke anbefales kan ses her.](#)



2 Eksempler på enheter som anbefales for solcelleanlegg

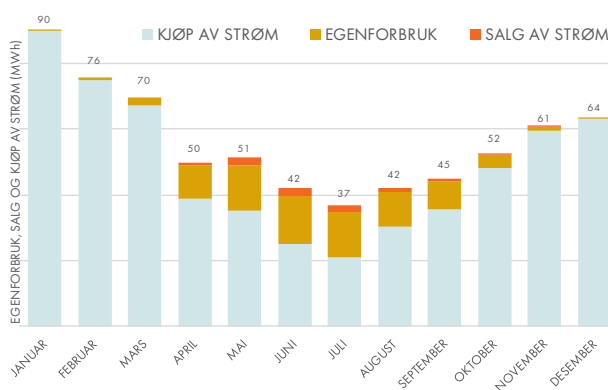
2.1 Haugenstua skole

Haugenstua skole er et nybygg fra 2016 og har gode tekniske forutsetninger for montasje av solcelleanlegg. Det er skråtak mot sør som gir god solinnstråling.

Siden skolen er ny og benytter lite strøm til oppvarming, er strømforbruket relativt lavt og man trenger ikke å benytte hele taket. Det skisserte anlegget er beregnet å gi noe overskudd av strøm, og ca 10% av den produserte solstrømmen vil selges til nettet. Det anbefalte anlegget har en effekt på 109 kWp¹, 330 solcellepaneler, og er budsjettert til en anskaffelseskostnad på ca. 1,1 millioner kr ekskl. mva. Årlig strømproduksjon vil være ca. 88 000 kWh.

Figuren til høyre viser hvordan solcelleanlegget vil dekke skolens strømbehov over året, og hvor mye strøm som går til overskudd og selges til nettet. Solcelleanlegget dekker ca. 16% av skolens strømforbruk.

1 kWp er et mål på merkeeffekt (størrelse) på solcelleanlegg. Et typisk solcelleanlegg til en enebolig er på 3-6 kWp

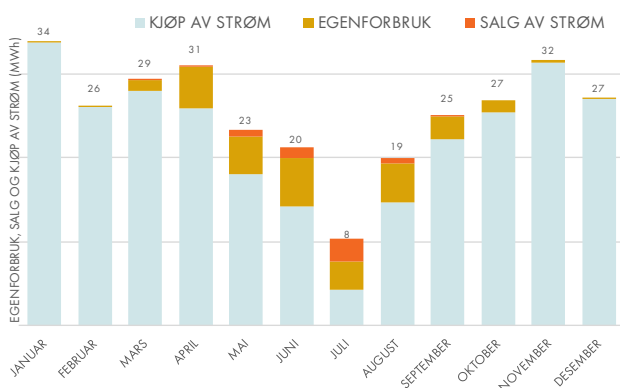


2.2 Voksentoppen skole

Voksentoppen skole er fra 2002 og har gode tekniske forutsetninger for montasje av solcelleanlegg. Det er skråtak mot sør som gir god solinnstråling. Innfesting i båndtekket tak gir ekstra lave installasjonskostnader og lang levetid.

Mesteparten av taket utnyttes til solcellepaneler. Det skisserte anlegget er beregnet å gi noe overskudd av strøm, og ca. 10% av den produserte solstrømmen vil selges til nettet. Det anbefalte anlegget har en effekt på 102 kWp, 309 solcellepaneler, og er budsjettert til en anskaffelseskostnad på ca. 1,1 millioner kr ekskl. mva. Årlig strømproduksjon vil være ca. 77 000 kWh.

Figuren viser hvordan solcelleanlegget vil dekke skolens strømbehov over året, og hvor mye strøm som går til overskudd og selges til kraftselskapet. Solcelleanlegget dekker ca. 13% av skolens strømforbruk.

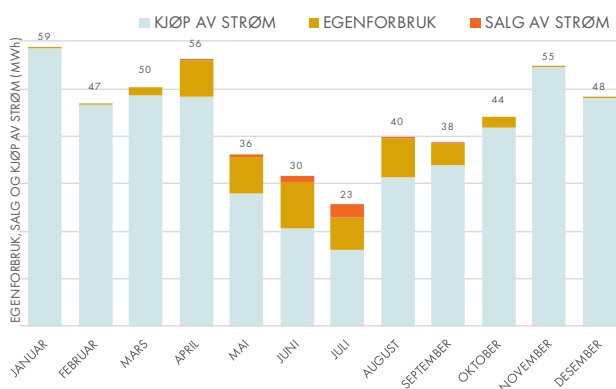


2.3 Engebråten idrettshall

Engebråten idrettshall er bygget i 1997. Den er derfor bygget etter andre snølastkrav enn det som er gjeldende i dag, og det er nødvendig med en byggeteknisk kontroll før man kan bestille solcelleanlegg på dette bygget. Det er en stor takflate med gode forutsetninger for solcellepaneler. Strømforbruket i hallen er meget lavt, spesielt i sommermånedene, så solcelleanlegget må kobles på Engebråten skole, som ligger "under samme tak". Det finnes også muligheter for solcelleanlegg på skolen, og det anbefales ikke å bygge ut begge deler. Idrettshallen har marginalt bedre lønnsomhet, forutsatt at solcelleanlegg monteres etter omteking av taket. Dagens taktekking har kun et par år igjen av teknisk levetid.

Solcelleanlegget som er foreslått på Engebråten idrettshall er på 76 kWp, med 226 solcellepaneler i nord/sø konfigurasjon. Solcelleanlegget må kobles til skolens elanlegg, ikke idrettshallens. Det foreslåtte solcelleanlegget gir ca. 54 000 kWh/år, og ca. 10% av den produserte strømmen vil selges på strømmettet som overskudd.

Figuren viser hvordan solcelleanlegget på Engebråten idrettshall vil dekke Engebråten skoles strømbehov over året, og hvor mye strøm som går til overskudd og selges til nettet. Solcelleanlegget dekker ca. 11% av skolens strømforbruk.

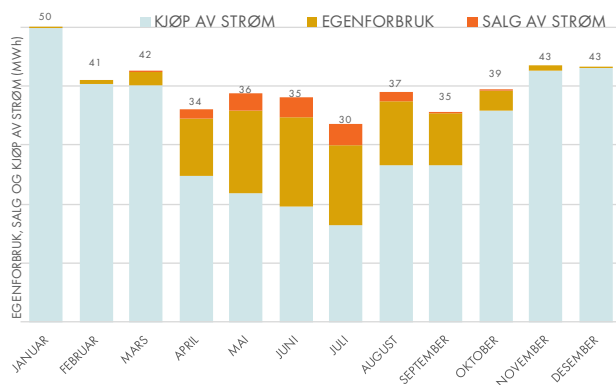


2.4 Hasle skole

Hasle skole ble totalrehabilitert i 2019 og det er satt opp flere nybygg med svært gode forutsetninger for solcelleanlegg.

På Hasle skole holder det å bygge ut solcelleanlegg på det største av nybyggene fra 2019, som vil gi strøm til hele skolen siden alle byggene står på samme strømmåler. Det foreslåtte solcelleanlegget er på 130 kWp, med 394 solcellepaneler. Anskaffelseskostnad er anslått til ca. 1 million kr, og solcelleanlegget vil levere ca. 91 000 kWh i året, hvorav 10% av dette vil bli solgt til kraftselskapet som overskudd.

Figuren viser hvordan solcelleanlegget vil dekke skolens strømbehov over året, og hvor mye strøm som går til overskudd og selges til kraftselskapet. Solcelleanlegget dekker ca. 19% av skolens strømforbruk.



3 Risikoreduserende tiltak ved investering i solcelleanlegg på skoler

3.1 Solcelleanlegg vanskeliggjør vedlikehold

Et solcelleanlegg gjør at vedlikehold på tak blir vanskeligere, særlig omteking av tak når taktekket er modent for utskifting. Derfor inneholder lønnsomhetsberegningene i kartleggingen ekstra kostnader knyttet til omteking av tak der det kan antas å være nødvendig innenfor solcelleanleggets levetid. Vi anbefaler også å plassere solcellepaneler med god avstand til kanten av taket (minimum 2 meter på flate tak) og ha god plass og gangveier mellom radene av solcellepaneler for å kunne inspisere og gjøre mindre vedlikehold av taket. Skråtak har vanligvis lengre levetid enn flate tak, og solcelleanlegg vil ha et lavere vedlikeholdsbehov på skråtak enn på flate tak.

3.2 Skoler er ofte utsatt for hærverk

Det er ofte hærverk på skoler, og på mange skoler er det relativt vanlig at barn og ungdommer klatrer på takene utenfor skolens åpningstid. For å unngå ulykker og hærverk på solcellepanelene anbefaler vi å gjøre ekstra tiltak for sikring av tak, merke anleggene godt og ta hensyn til elsikkerhet som går ut over det som er standard i dagens normer.

3.3 Usikker inntekt og besparelse

Det er vanskelig å anslå hva strømprisene kommer til å ligge på i fremtiden. Det varierer mye, og i år (2020) har vi opplevd en sommer med strømpriser nær null, som har gitt lite inntekt og besparelse til eiere av solcelleanlegg. I våre rapporter har vi beregnet LCoE ("Levelized cost of electricity"), som er å anse som en "fastpris" på strømmen i solcelleanleggets levetid. LCoE sammenlignes med pris på kjøpt energi inkludert spotpris, elavgift, elsertifikater og energileddet på nettleien. For den typen kunde som Undervisningsbygg ligger dette vanligvis på rundt 0,60 kr/kWh, men det er store variasjoner og mye usikkerhet

knyttet til hvordan dette utvikler seg i fremtiden. [Lenke til rapport fra oktober 2020](#) hevder NVE at spotprisen på strøm kommer til å ligge rundt 0,40 kr/kWh de neste 20 årene, men de sier lite om hvordan prisene vil variere over dagen og over året.

3.4 Snø

Mange lurer på hva som skjer når solceller er dekket med snø. Svaret er at det ikke skjer noe særlig, og energiproduksjonen er i praksis null. Men det er også veldig lite sol i de månedene når det er snø i Oslo, så konsekvensen for el-produksjon av at det ligger snø på solcellepanelene i vintermånedene er liten. For eldre bygg kan det imidlertid være en utfordring med store snømengder, og for å være sikker på at byggene ikke kollapser må man ofte måke hele eller deler av takene. Denne snømåkejobben er vanskelig når det er solceller på taket, og derfor anbefaler vi ikke solceller på slike tak uten at det gjøres spesielle tiltak.

3.5 Levetid på solcelleanlegg og bygg

Solcelleanlegg kan forventes å ha en levetid på ca. 30 år. Når man monterer solcelleanlegg på eksisterende bygg er det svært viktig å vurdere levetid på takteking og byggene i seg selv. Vi har derfor tatt hensyn til dette, og lønnsomhetsberegningene vi har gjort tar hensyn til forventet levetid på tak og bygg, og det er regnet med ekstra kostnader dersom det forventes at takene må tekkes om i løpet av solcelleanleggets levetid.

3.6 Brann

Solcelleanlegg er en elektrisk installasjon på bygg som er underlagt strenge krav gjennom gjeldende standarder og normer. Basert på erfaringer fra flere millioner solcelleanlegg som i løpet av de siste 30 år har blitt installert i Europa gir solcelleanlegg ikke noen økt risiko for brann i forhold til andre elektriske installasjoner, men det er viktig å tenke på byggenes brannkonsept og slukkearbeider i planlegging av solcelleanlegg.

Solenergiklyngen utarbeidet i 2019 en egen [veileder om brann og solcelleanlegg](#).

3.7 Politiske endringer og reguleringer

Dagens regulatoriske forutsetninger for solcelleanlegg i Norge er ikke særlig gode. Det tilbys ingen nasjonal investeringsstøtte eller avgiftsfritak for kjøp av solcelleanlegg på næringsbygg og offentlige bygg. Oslo kommune tilbyr i 2020 en [begrenset ordning for støtte til borettslag, sameier og yrkesbygg](#), men dette er ikke relevant for Undervisningsbygg. Det er alltid usikkerhet til hvordan politiske forutsetninger kan forandre seg i fremtiden, for eksempel med tanke på verdien av strøm som selges til kraftselskapet, støtteordninger og mulige avgifter.

3.8 100-kW grense og omsetningskonsesjon

Mange kjenner til grensen for salg av strøm innenfor plusskundeordningen. Ifølge [en kunngjøring fra NVE](#)

[i 2020](#), vil alle virksomheter med en total produksjon som overstiger 1 GWh fra 2021 bli underlagt krav om omsetningskonsesjon. Dette vil sannsynligvis bli gjeldende for Undervisningsbygg når foretaket i 2021 slås sammen med de andre kommunale foretakene innen bygg til Oslobygg KF. Dette foretaket mister da retten til å ha solcelleanlegg som plusskunde, og 100-kW-grensen er ikke lenger relevant. Konsekvensen økonomisk er at all solenergi som selges til nett vil avgiftsbelegges med 1,21 øre/kWh, som er en relativt liten utgift: Totalt for alle solcelleanleggene anbefalt i denne rapporten, vil innmatingsavgift ikke overstige 5000 kr per år.

3.9 Ettersyn og service

Per dags dato er det ikke noen myndighetskrav til vedlikehold av solcelleanlegg. Vi anbefaler likevel at Undervisningsbygg etablerer gode rutiner med regelmessig kontroll av vaktmestre eller annet vedlikeholdspersonell. Det bør i tillegg gjennomføres en kontroll av fagfolk med bakgrunn innen solcelleanlegg med 3-5 års mellomrom. Dette vil sterkt redusere risiko for feil og uhell knyttet til solcelleanleggene.

4 Undervisningsbygg sine egne erfaringer

Nordseter skole fikk solceller installert på tak og fasade i forbindelse med totalrehabilitering i 2019, totalt 177 kWp. Vaktmester på skolen er fornøyd med anlegget og mener det har gitt skolen en ekstra funksjon, uten at det har gitt større arbeidsbelastning og vedlikeholdskostnader.

I forbindelse med totalrehabilitering i 2020 har Holmlia skole har fått 1800 m² solceller integrert i tak. Dette prosjektet viser hvordan solcelleanlegg kan integreres på skråtak på en estetisk tiltalende måte, samtidig som man får et vedlikeholdsfritt solcelleanlegg med meget lang levetid og lave merkostnader. Solenergiproduksjonen på Holmlia skole [kan følges live](#).

Brynseng skole har et stort fasademontert solcelleanlegg, et innovativt tiltak som fikk Enova-støtte til byggingen i 2017 og 2018. Solcellefasaden på 166 kWp er beregnet til å produsere 105 000 kWh per år. Solcelleanlegget har blitt et godt eksempel på hvordan solceller kan integreres i fasaden på nybygg, og orienteringen på solcellepanelene passer bra med forbruksmønsteret på skolen, selv om også en god del av produsert solstrøm må selges til kraftselskapet i helger og ferier.



Nordseter skole. Foto: Asplan Viak AS



Holmlia skole. Foto: Asplan Viak AS



BIPV-solceller på Brynseng skole. Foto: Undervisningsbygg

Om kartleggingsstudiet

Asplan Viak har for Undervisningsbygg Oslo KF gjort en kartlegging av totalt 208 skoler og idrettshaller for å identifisere muligheter for montasje av solcelleanlegg. Kartleggingen er gjennomført i henhold til våre kundeløfter: Fremsynt, varig og helhetlig.

Fremsynt: Identifiserer utfordringer før prosjektene igangsettes

Kartleggingen er gjort for å avdekke ting som kan gjøre at solcelleprosjekter kan bli vanskelig å gjennomføre, kostbare, eller gi utfordringer med tanke på sikkerhet og drift av skolene. Konklusjonen gir anbefalinger for skoler som egner seg, og i noen tilfeller trengs det nøyere undersøkelser og tiltak for å tilpasse byggene for solcelleanlegg.

Varig: Anbefalinger som kan brukes i mange år

Imens noen skoler er klare for solcelleanlegg umiddelbart, er det andre som trenger tiltak for å kunne passe for installasjon av solceller. Resultatene fra studiet kan benyttes i forbindelse med rehabilitering av skolene i fremtiden, og kan bidra til å dimensjonere solcelleanlegg på nybygg som bygges på skolen riktig.

Helhetlig: Alle aspekter ved solcelleanleggene analyseres

I arbeidet har vi gjennomgått alle sentrale aspekter knyttet til solinnstråling, energiforbruk, og byggenes tekniske egnethet, både bygningskroppens bæreevne og tilstand, takteking, og elektroteknisk for tilkobling av solcelleanlegg i elektroanlegget. Et av hovedelementene har vært å unngå ulønnsomme «overinvesteringer» ved å analysere elforbruk og forventet strømproduksjon.

Mer informasjon

Det er i kartleggingen utarbeidet flere delrapporter, som er tilgjengelig for Oslo kommunes ansatte og representanter for vurdering av solcelleanlegg og kompetansebygging. Rapporter for hver enkelt enhet/skole er tilgjengelige for kommunens ansatte og deres engasjerte rådgivere gjennom dokumentasjonssystemet Orra (se under Dokumentarkiv – Samlerapporter).

Kontaktpersoner

Undervisningsbyggs prosjektleder: Rita Næssén
Barkholm (rita.nassen@ubf.oslo.kommune.no)

Oppdragsleder for Asplan Viak: Trygve Mongstad
(trygve.mongstad@asplanviak.no)

Mer relevant informasjon om solceller og solenergi

Klimastrategi for Oslo mot 2030

Oslo kommunes klimastrategi, som bla. omfatter 95% reduksjon i klimagassutslipp innen 2030.

Solenergi - noe for din kommune?

Solenergiklyngens veileder for anskaffelse av solcelleanlegg, rettet mot offentlig sektor.

Solenergiens samfunnsnytte i Norge

En rapport fra Solenergiklyngen og Asplan Viak som beskriver positive effekter ved økt bruk av solenergi for det norske samfunnet.

Solenergisystemer og sol i systemet

En rapport fra Solenergiklyngen, Multiconsult og Asplan Viak fra 2016, som fortsatt er aktuell og viser potensialet for solenergi og hvilke effekter solenergi kan ha på energisystemet vårt i fremtiden.

Muligheter og utfordringer knyttet til bygningsintegrete solceller (BIPV) i Norge i 2018

En rapport fra Solenergiklyngen, Solenergiforeningen, IFE og forskningsprosjektet BIPVNo.

Lansering av nøkkeltall for det norske solcellemarkedet i 2019

En markedsrapport utarbeidet av Multiconsult for Solenergiklyngen.

Veikart for den norsk solkraftbransjen mot 2030

En markedsrapport utarbeidet av Multiconsult for Solenergiklyngen.