

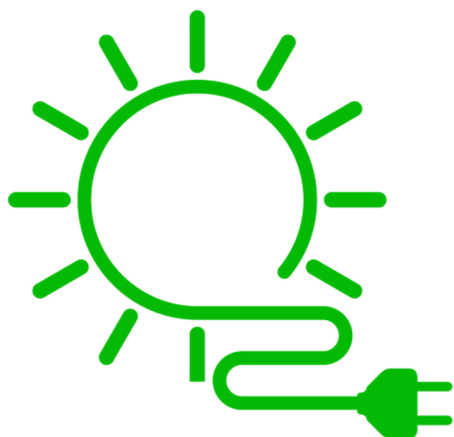
RAPPORT | ENERGI

Marker kommune

Marker Barnehage

Ny barnehage

Vurdering av energiforsyning iht. TEK17



Oppdragsgiver: Marker kommune
Oppdragsgivers referanse: Magnus Baggetorp
Prosjektnummer: 19306
Dato: 15.11.2018
Rapport: RIEEn-01
Utarbeidet av: Christoffer Engen

Rev.	Dato	Utgivelsesgrunn	Egenkontroll	Sidemanns- kontroll
00	16.11.2018	Skisseprosjekt	CE	AM

Sammendrag

UnionConsult har fått i oppdrag å vurdere ulike alternativer til energiforsyning i skisseprosjektet for den nye planlagte barneskolen i Marker kommune. Ettersom totalt oppvarmet areal er over 1000 m² vil prosjektet ikke kunne benytte kun direktevirkende elektrisitet til oppvarming. Prosjektet har et totalt BTA på omtrent 1330 m². Det er sett på to ulike alternativer for varmepumpe og bio-kjel med pellets. Fordeler og ulempene med hver av disse alternativene er sammenliknet opp mot hverandre med tanke på investeringskostnader og drifts- og vedlikeholdskostnader. Livssyklus kostnadene for de forskjellige alternativene er også beregnet. LCC-vurderingene viser at varmepumpe væske-vann vil føre til de laveste årskostnadene, til tross for at dette alternativet har den høye investeringskostnaden. Til slutt ble også denne anbefalte løsningen vurdert i kombinasjon med lokal fornybar energiproduksjon fra solceller. Solcelleberegningene viser at bygget vil potensielt kunne tilfredsstillende netto nullenergibygg kriterier (nZEB) dersom et solcelleanlegg i størrelsesordenen 53 kWp installeres.

INNHOOLD

1 Innledning	4
2 Krav	5
2.1 Lov om planlegging og byggesaksbehandling (pbl)	5
2.2 Byggteknisk forskrift (TEK17)	5
2.2.1 Generelt	5
2.2.2 Krav til løsninger for energiforsyning.....	5
2.3 Prosjektspesifikke krav	5
2.4 Plan og bygningsloven (MD 2008).....	6
3 Energiforsyning	7
3.1 Generelt	7
3.2 Alternativer	7
3.3 Vurdering av alternativene.....	8
4 LCC-vurdering	10
4.1 Generelt	10
4.2 Kalkulasjonsrente	10
4.3 Kostnadsvurderinger	10
4.4 Resultater LCC.....	12
5 Anbefalt løsning	13
6 Ekstra alternativ	14
6.1 Generelt	14
6.2 Alternativt	14
6.3 Tilbakebetalingstid på solcelleanlegg	15
6.3.1 Generelt	15
6.3.2 Multiconsult kostnadsstudie	Feil! Bokmerke er ikke definert.

1 INNLEDNING

UnionConsult har fått i oppdrag å vurdere ulike alternativer til energiforsyning iht. TEK17 for den nye barnehagen til Marker kommune. Det er sett på to ulike alternativer av varmepumpe og bio-kjel med pellets til oppvarming. I tillegg er installering av solceller som ekstra tiltak.

2 KRAV

2.1 Lov om planlegging og byggesaksbehandling (pbl)

Lov om planlegging og byggesaksbehandling (§ 29-5) stiller krav til at ethvert tiltak skal prosjekteres og utføres slik at det ferdige tiltaket oppfyller krav til sikkerhet, helse, miljø, energi og bærekraftighet, og slik at vern av liv og materielle verdier ivaretas. Bygning med oppholdsrom for mennesker skal prosjekteres og utføres slik at krav til bl.a. forsvarlig energibruk og innemiljø blir oppfylt. Herunder isolasjon og oppvarming. Samtidig skal det ved prosjektering og utførelse tas særlig hensyn til geografiske forskjeller og klimatiske forhold på stedet.

2.2 Byggteknisk forskrift (TEK17)

2.2.1 § 14-1 Generelt

(1) Bygninger skal prosjekteres og utføres slik at det tilrettelegges for forsvarlig energibruk.

2.2.2 Krav til løsninger for energiforsyning

TEK17 stiller følgende krav til løsninger for energiforsyning i § 14-4:

(2) *Bygning med over 1 000 m² oppvarmet BRA skal*

- a) ha energifleksible varmesystemer, og*
- b) tilrettelegges for bruk av lavtemperatur varmeløsninger.*

Under veiledning til andre ledd i § 14-4 står det:

Preaksepterte ytelser

Følgende ytelser må minst være oppfylt:

- 1. Energifleksible systemer må dekke minimum 60 prosent av normert netto varmebehov, beregnet etter NS 3031:2014.*
- 2. Lavtemperatur energifleksible varmeløsninger må ha turtemperatur på 60 °C eller lavere ved dimensjonerende forhold. Dette gjelder ikke for varmt tappevann.*
- 3. Minimumareal avsatt til varmesentral skal beregnes etter formelen: 10 m² + 1 prosent av BRA, opptil 100 m².*
- 4. Tak høyden i rom for varmesentral skal være minimum 2,5 meter.*
- 5. Fri bredde for alle dører, i transportveien inn til varmesentralen, skal være minimum 1,0 meter.*

2.3 Prosjektspesifikke krav

Det er godkjent en klimasøknad av miljødirektoratet. Prosjektet har høye miljøambisjoner og ønsker å benytte en miljøvennlig og energieffektiv energiforsyning.

2.4 Plan og bygningsloven (MD 2008)

Plan og bygningsloven stiller følgende krav til løsninger for energiforsyning i § 27-5:

- *Hvis et byggverk skal oppføres innenfor et konsesjonsområde for fjernvarme, og tilknytningsplikt for tiltaket er bestemt i plan, skal byggverket knyttes til fjernvarmeanlegget.*
- *Kommunen kan gjøre helt eller delvis unntak fra tilknytningsplikten der det dokumenteres at bruk av alternative løsninger for tiltaket vil være miljømessig bedre enn tilknytning.*

Jf. § 27-5 ovenfor, vil ikke gjelde dette prosjektet ettersom bygget ikke ligger i konsesjonsområdet for fjernvarme.

3 ENERGIFORSYNING

3.1 Generelt

Energifleksible varmesystemer gjør det mulig å dekke varmebehov med ulike varmekilder. Krav om energifleksible varmesystemer innebærer ikke at det må være flere varmekilder tilgjengelig samtidig, men at det er mulig å benytte en annen varmekilde på et senere tidspunkt. Den mest aktuelle varmekilderne vil være vann. Dette gjelder derimot bare for bygninger med et samlet BRA over 1000 m². For bygninger under 1000 m² vil det være mulig å benytte direkte elektrisitet til oppvarming.

3.2 Alternativer

Totalt brutto areal til bygningen vil trolig være rundt 1330 m² og bygget er derfor pålagt å benytte energifleksibelt varmesystem jf. Kapittel 14 § 1 og 4. Det vil være aktuelt å vurdere to forskjellige alternativer av varmepumper samt bio-kjel med pellets som energiforsyning. Aktuelle energiforsyninger for prosjektet er:

1. Varmepumpe luft-vann med vannbåren varme med elektrisitet (el.kjel) til spisslast
2. Varmepumpe væske-vann, energibrønn og vannbåren varme (berg- eller jordvarme) med elektrisitet (el.kjel) til spisslast
3. Bio-kjel med pellets som energibærer med elektrisitet (el.kjel) som backup/spisslast

Tabell 1: Oversikt over energikilder med antatt andel dekningsgrad av energibehov og effektbehov

Alternativ	Grunnlast	Antatt andel av energibehov og effektbehov	Spisslast/backup	Antatt andel av energibehov og effektbehov
1	VP luft/vann	60 % / 60 %	El.kjel	40 % / 100 %
2	VP væske/vann	80 % / 60 %	El.kjel	20 % / 100 %
3	Biokjel med pellets	100 % / 100 %	El.kjel	0 % / 100 %

3.3 Vurdering av alternativene

Fordelene og ulempene for hvert alternativ fremlagt i kapittel 3.2 er fremlagt i tabell 1, hvor av den generelt sett beste løsningen mtp investeringskostnad, drift- og vedlikeholdskostnader vil bli anbefalt. Det er kun grunnlasten til energisystemene som er vurdert.

Tabell 2: Fordeler og ulemper ved foreslåtte alternativer for energiforsyning

Alternativ	Fordeler	Ulemper
VP luft-vann med vannbåren varme	<ul style="list-style-type: none"> – I kombinasjon med vannbåren varme gir dette et godt termisk inneklima. – Energifleksibelt anlegg. – Relativt lave investeringskostnader. – Dekker store deler av oppvarmingsbehovet til bygget. – God termisk komfort. – Mulighet for å koble på solfangeranlegg. – Mulighet for kjøling om sommeren, men vesentlig lavere enn væske-vann VP. 	<ul style="list-style-type: none"> – Noe støy fra vifte utendørs. – Vifte utendørs trenger et lite areal. – Dyrt å koble på eksisterende bygg ved sendere anledning. – Kan få problemer med å levere stor tilstrekkelig effekt ved lave utetemperaturer.
VP væske-vann, med vannbåren varme	<ul style="list-style-type: none"> – I kombinasjon med vannbåren varme gir dette et godt termisk inneklima. – Energifleksibelt anlegg. – Dekker hele oppvarmingsbehovet til bygget. – God termisk komfort. – Gir mulighet utvide energisystemet ved en senere anledning. – Gir lave drift og vedlikeholdskostnader. – Ingen støy. – Ingen problemer med å levere tilstrekkelig effekt ved lave utetemperaturer. – Mulighet for å koble på solfangeranlegg. – Mulighet for kjøling om sommeren. 	<ul style="list-style-type: none"> - Høyest investeringskostnad av de tre alternativene.

Alternativ	Fordeler	Ulemper
<p>Bio-kjel med pellets</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Kan dekke hele oppvarmingsbehovet til bygget, også gjennom de kaldeste dagene i året. - Relativt lav investeringskostnad per kW installert effekt sammenliknet med alternativ 1-2. - Mulighet for å koble på solfangeranlegg. - Gir lave driftskostnader. - God termisk komfort. - Lite støy. - Lav kostnad per kWh. - Høy brukerkomfort. - Kan reguleres trinnløst. - Pellets regnes som en fornybar ressurs som nesten ikke øker utslipp av CO₂. (Utslippsfaktor på ca. 14 g CO₂/kWh (ZEB)) 	<ul style="list-style-type: none"> - Må ha lagringsplass for pelletsen - Krever noe mer vedlikehold og oppfølging enn varmepumper. - Prisen (øre/kWh) varierer veldig avhengig av pelletsprisen. - Fyrrømmet skal utføres som en branncelle EI60. - Mindre energifleksibel (noe treg regulering av systemet). - Ingen mulighet for kjøling som sommeren - For pelletsfyrte kjeleanlegg over 60 kW bør avstanden mellom kjele og vegg og mellom kjeler være minst 1,5 meter slik at det er enkelt å betjene, drive ettersyn og vedlikeholde installasjonen.

4 LCC-VURDERING

4.1 Generelt

Livssyklus kostnader (eller årskostnader) til er summen av kapitalkostnader og alle fremtidige FDV-kostnader og utviklingskostnader fordelt på installasjonens brukstid. Beregningene baser seg på nåverdimetoden som tar hensyn til kostnader for FDVU-kostnadene i dagens penger, økning av kostnaden pga. realrente, samt levetiden på installasjonen.

Nåverdimetoden er en fremtidig prognose som er tilknyttet med en viss usikkerhet. Dersom realrenten er lav, desto større betydning for FDVU-kostnadene i forhold til kapitalkostnadene.

Levetidskostnaden er gitt ved formelen:

$$K = K_0 + \sum_{t=1}^T FDVU_t(1+r)^{-t}$$

Hvor **K₀** er prosjektkostnaden (investeringskostnad)

t er antall år fra ferdigstillestidspunkt

T er brukstiden (levetiden)

r er rentefoten (kalkulasjonsrente)

FDVU_t er det enkelte års forvaltnings, drifts, og vedlikeholds- og utviklingskostnader.

4.2 Kalkulasjonsrente

Livssyklus kostnadene utarbeides iht. NS 3454. Etter NOU 2012: 16 Samfunnsøkonomiske analyser og i rundskriv R-109/14: «Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv.» fra Finansdepartementet skal den risikjusterte reelle kalkulasjonsrenten gitt i tabellen under benyttes som kalkulasjonsrente. I LCC-beregningene brukes kalkulasjonsrente, vanligvis nominell rente justert for inflasjon. En kalkulasjonsrente på **4 %** og **20 års levetid** for de forskjellige tekniske installasjonene er lagt til grunn for analysen.

Tabell 3: Kalkulasjonsrente fra finansdepartementets rundskriv R-109/14

	0-40 år	40-75 år	Etter 75 år
Risikjustert rente, reell (%)	4,0	3,0	2,0

4.3 Kostnadsvurderinger

NVE analyserer fremtidig utvikling i strømprisen slik:

Fremtidige kraftpriser ventes etter hvert reflektere kostnadene ved å frembringe ny kraft. Med økende priser på både kull og naturgass er ventet at kraftprisen i fremtiden vil ligge betydelig over det som til nå har vært det normale på nordiske kraftbørsen. Innføring av CO₂-kvoter vil bidra til ytterligere prisøkninger. [NVE, 2007]. For kostnadsestimater for investeringskostnader, drift og vedlikehold for de ulike energiforsyningene er det brukt kostnadsestimater hentet fra SINTEF Byggforsk sin prosjektrapport 59 -2008: Miljøvennlig varmforsyning til lavenergi- og passivhus i kombinasjon med erfaringstall og Norsk prisbok 2018.

Følgende forutsetninger er gjort i LCC-vurderingen:

- Alle priser er uten mva/moms.

Energikostnad:

- Elektrisitet fra nettet: 83 øre/kWh
- Biobrensel (pellets): 46 øre/kWh

Drifts- og vedlikeholdskostnader:

- Varmepumpe luft-vann: 6 øre/kWh
- Varmepumpe væske-vann: 3 øre/kWh
- Bio-kjel med pellets: 3 øre/kWh
- EI-kjel: 1 øre/kWh

Netto energibehov (øvre ramme):

- Energiramme bhg TEK17: 135 kWh/m²/år
- 80% romoppvarming gir 143 640 kWh/år i varmebehov hvor av 20% er tappevann

Investeringskostnader:

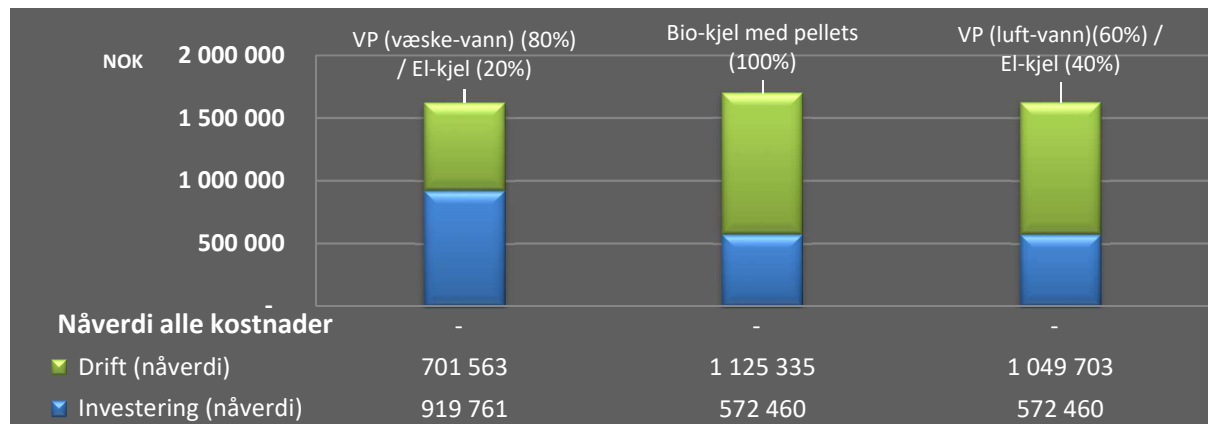
- EI-kjel (systemvirkningsgrad= 98%): 82 460 kr
- Varmepumpe luft-vann ca. 60kW (COP=3.0): 490 000 kr
- Bio-kjel ca. 85 kW: 490 000kr
- Varmepumpe væske-vann (COP=4.0) ca. 60kW m. 1500m energibrønn: 837 301 kr

Andre forutsetninger:

- VP luft-vann (COP=3,0)
- VP væske-vann (COP=4,0)
- Brennverdi for pellets 4,8 kWh/kg, systemvirkningsgrad ca. 85%.
- Realprisjustering = 2,5 %
- Øvre ramme for netto energibehov er benyttet
- Oppvarmingsbehov 80 % av netto energibehov, hvor av 20% av dette er tappevann

4.4 Resultater LCC

De forskjellige alternativene er blitt beregnet ved hjelp av Difi.no sitt LCC-verktøy for offentlige anskaffelser. Resultatene er vist i Figur 1 og Tabell 4. Alle priser er uten MVA og uten kostnader for avhending av energisystemene etter 20 år.



Figur 1: Oversikt over alle alternativene med nåverdi, analyseperiode er 20 år.

Tabell 4: Oversikt over resultatene fra LCC analysen

	VP væske-vann	Bio-kjel med pellets	VP luft-vann
Brukstid	20 år	20 år	20 år
Kalkulasjonsrente	4 %	4 %	4 %
Prisjustering	2.5 %	2.5 %	2.5 %
Sum nåverdi	1 621 344 kr	1 697 795 kr	1 622 163 kr
Årskostnad	81 067 kr	84 889 kr	81 108 kr

LCC-vurderingene viser at alle alternativene vil ha en årskostnad på rundt 80 000 kr. Figur 3 viser at varmepumpen (væske vann) med energibrønner og el-kjel til spisslast vil gi den laveste årskostnaden, til tross for at dette alternativet har den høyeste investeringskostnaden. Figur 3 viser at dette alternativet også har de laveste drift og vedlikeholdskostnadene.

5 ANBEFALT LØSNING

Jf. Tabell 4 og Tabell 4 3 vil alternativ 3: varmpumpe væske-vann med energibrønner (berg- eller jordvarme) og vannbåren varme være den beste løsningen på sikt. Denne løsningen har de høyest investeringskostnader, men vil være det mest lønnsomme energiforsyningen på sikt mht. lave drift og vedlikeholdskostnader og høy energifleksibilitet. En bergvarmpumpe i kombinasjon med vannbåren varme vil kunne gi et godt termisk inneklima, gir et kombinert varme og kjøleanlegg, lave drift- og vedlikeholdskostnader (lavest Årskostnad), ingen utendørs støy, tilstrekkelig effekt året rundt og gir muligheten for å koble på et solfangeranlegg ved senere anledning.

6 EKSTRA ALTERNATIV

6.1 Generelt

Barnehagen har et ønske om å eventuelt tilfredsstille passivhusstandarden NS3701. Bygget har en total takflate på rundt 500 m² hvor av det er tenkt en takterrasse på deler av taket.

6.2 Alternativt

Alternativt kan prosjektet bygges iht. TEK17, men hvor bygget i tillegg har lokal fornybar energiproduksjon fra solceller. Dette ses på som et ekstra alternativ til anbefalte løsning for energiforsyning. Det forutsettes at bygget har et tilgjengelig takareal på 250 m², hvor av ca. 200 m² kan benytte til solceller. Dersom det forutsettes høyeffektive 300W krystallinske silisium solcellemoduler vil det være plass til et solcelleanlegg på ca. 53 kWp installert effekt. Som vist i figur 1 fra programmet PGMVIS vil dette solcelleanlegget mest sannsynlig kunne ha en årlig energiproduksjon på rundt 42 900 kWh/år (ca. 1-2 eneboliger sitt samlede energibehov). Det er da forutsatt totalt 29,6 % tap, plassert rett mot sør og en helningsvinkel på 25 grader. Dette resultatet vil variere avhengig av endelig plassering og utforming av bygget og solcelleanlegget. Hvis aktuelt vil det vurderes mer nøye i forprosjektet.

Fixed system: inclination=25 deg., orientation=0 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	28.20	875	0.70	21.9
Feb	59.60	1670	1.48	41.4
Mar	140.00	4340	3.56	110
Apr	175.00	5260	4.63	139
May	202.00	6270	5.49	170
Jun	209.00	6260	5.78	173
Jul	186.00	5780	5.22	162
Aug	162.00	5030	4.47	138
Sep	129.00	3880	3.45	104
Oct	72.80	2260	1.88	58.1
Nov	30.90	926	0.79	23.8
Dec	12.70	393	0.35	10.9
Year	118.00	3580	3.16	96.1
Total for year		42900		1150

Figur 2: Årlig energiproduksjon fra 53 kWp solcelleanlegg fra PGMVIS

Dersom det forutsettes at bygget skal bygges iht. TEK17 og med varmepumpe væske-vann som energiforsyning vil levert energibehov med denne løsningen estimeres til 35 910 kWh/år. Dette betyr at bygget vil potensielt kunne tilfredsstille netto nullenergibygg kriterier (nZEB) dersom et solcelleanlegg i denne størrelsesordenen installeres. Vi gjør oppmerksom på at særlig energibehovet er teoretisk og beregnet etter fastsatt standard med mye faste inndata, som ikke nødvendigvis representerer virkeligheten like godt.

6.3 Tilbakebetalingstid på solcelleanlegg

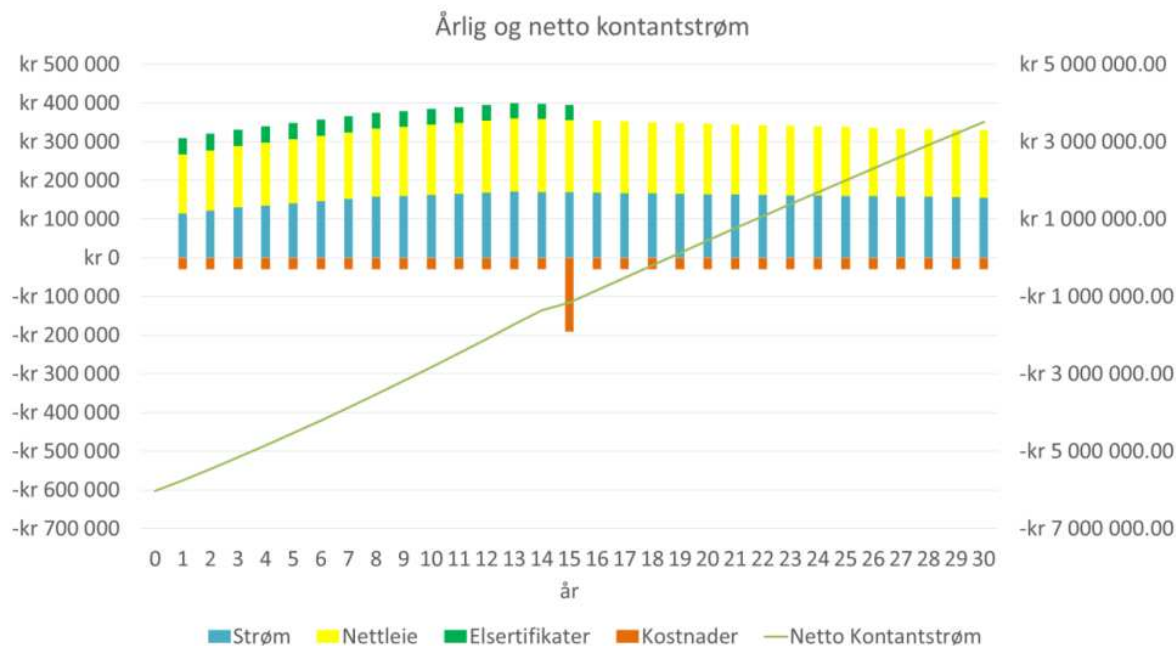
6.3.1 Generelt

Det har vært en kraftig teknologiutvikling de siste årene som har ført til kraftige kostnadsreduksjoner for solcelleinstallasjoner. Det er blitt mer vanlig å selge solcelleanlegg som en helhetlig pakke og ikke komponent vis. En økt interesse og bevissthet rundt samfunnsansvar og miljø har også gjort solenergi mer attraktivt, både for private- og næringsbygg. Lønnsomheten på solcelleinvesteringen varierer veldig, avhengig av størrelse, moduler, antall vekselretter, løpemeter kabler og plassering av anlegget. Som regel er ikke investeringen tilbakebetalt før etter 15-20 år, men noen ganger også på mindre tid. Det er en rekke usikkerheter knyttet til beregninger av lønnsomhet og anlegget må vurderes i hvert enkelt prosjekt.

6.3.2 Kostnadsvurdering skisseprosjekt

En nåverdiberegning gjort av Multiconsult og Asplan Viak fra 2018 "Solcellesystemer og sol i system" viser installasjonskostnader for solcelleanlegg i Norske næringsbygg er vist i Figur 3 og er gjort med følgende forutsetninger:

- 850 kWh/kWp installert effekt i årlig produksjon
- 12 Kr/Wp systemkostnad
- 0,5 % årlig degradering av produksjon
- 0,5 % av systemkostnad i drift og vedlikeholdskostnad
- Bytte vekselretter halvveis i byggets levetid
- Spottpriis satt til 25 øre/kWh for næringskunder inkludert avgifter med prisøkning på 1,8% frem til 2040.
- Nettleie på 35 øre/kWh inkl. avgifter. Forventet økning basert på planlagte investeringer i nettet 2017-2040: 2,8 %, 2020-2025: 2,45 %, 2025-2030: 1,9 %, 2030-2040: 0 %
- 100 % egenforbruk, eller en avtale på salg av overskudd som tilsvarer sluttkundens strømpris
- Elsertifikater i 15 år



Figur 3: Årlige gjennomsnittlige kontantstrømmer og total netto total kontantstrøm over anleggets levetid vist for gjennomsnittlig flatt tak på næringsbygg i Norge. Kilde: Multiconsult

Nåverdiberegningene fra Multiconsult viser at man vil med de gitte forutsetningene kunne få en positiv nåverdi etter 18 år. Dette anses å være et noe konservativt anslag, hvor også en diskonteringsfaktor er satt til inflasjonsnivå på 2,5 %. Beregningene gir en indikasjon på lønnsomheten til solcelleanlegg i Norske næringsbygg. Beregningene er forutsatt med en nettleie på 35 øre/kWh. Besparelser i effektleddet av nettleien vil variere avhengig av avregningen til nettselskapet og byggets forbruksmønster. I tilfeller hvor nettselskapet gir full avregning for effektleddet vil dette kunne gi ytterligere tilleggsbesparelser og dermed kortere tilbakebetalingstid.

Kostnadsstudiet gjort av Multiconsult i 2013 viser at et solcelleanlegg i størrelsesordenen 100 kWp installert effekt vil den totale kostnaden eks. MVA ligge på 18 000 kr per kWp installert. For anlegg under 100kWp estimerer vi at total investeringskostnad vil ligge på rundt 20 000kr per kWp. Solcelleanlegget for Marker barnehage (53 kWp) estimeres til omtrent 1 060 000 kr eks. MVA og vil med et konservativt anslag ha en tilbakebetalingstid på 18 år. Et solcellepanel vil generelt sett kunne ha en levetid på over 25 år.

Sommeren 2018 går inn i historiebøkene som en av de fineste med tanke på solinnstrålingseffekt. Sommeren ble dermed også et kjempe år for de som har installert solcelleanlegg. Nye tall fra Eidsiva viser at solcelleanlegg denne sommeren produserte over 70 % mer enn forventet. Med økende strømpriser og gunstige forhold for solenergi anser vi i UnionConsult solceller som en god investering for miljøet og lommeboken på sikt.