

20.12.2018

## RAPPORT

# LIVSSYKLUSKOSTNADER (LCC)

## SOFIEMYR BARNESKOLE



OPPDRAKSNUMMER: 10206914  
OPPDRAKSGIVER: Oppegård kommune  
  
OPPDRAGSLEDER: Ellen Flatøy  
OPPRETTET AV: Roberta Moschetti  
DATO OPPRETTET: 02.10.2018  
KONTROLLERT AV: Eivind Friis Ruud  
DATO KONTROLLERT: 12.10.2018  
REVISJON NR: 04

Sweco Norge AS



## Sammendrag

<b>Rapport nr.:</b> 04	<b>Oppdrag nr.:</b> 10206914	<b>Dato:</b> 20.12.2018	
<b>Kunde:</b> Oppegård kommune			
<h1>Livsykluskostnader</h1> <h2>Sofiemyr barneskole</h2>			
<p><b>Sammendrag:</b></p> <p>Rapporten skal dokumentere livsykluskostnader (LCC) for fire alternative løsninger i forbindelse med skisseprosjekt av en ny barneskole på Sofiemyr i Oppegård kommune.</p> <p>Det er brukt programvaren ISY Calcus BIM v. 7.4 til LCC-analyse.</p> <p>Alle beregninger er utført i henhold til krav og veiledninger beskrevet i Norsk Standard NS 3454:2013, Livsykluskostnader for byggverk.</p>			
04	20.12.2018	Revidering etter nye opplysning fra prosjektleder	NOMOSC
03	19.11.2018	Revidering etter nye opplysning fra prosjektleder	NOMOSC
02	06.11.2018	Revidering etter nye opplysning fra prosjektleder	NOMOSC
01	22.10.2018	Revidering etter KS og nye opplysning fra ARK	NOMOSC
00	12.10.2018	KS	NOEIRU
00	02.10.2018	Rapport opprettet	NOMOSC
<b>Rev.</b>	<b>Dato.</b>	<b>Revisjonen gjelder.</b>	<b>Sign.</b>



## Innholdsfortegnelse

Innholdsfortegnelse .....	1
1. Innledning.....	2
1.1 Om prosjektet .....	2
1.2 Om livssyklus kostnader (LCC) .....	4
1.3 Formål med livssyklus kostnader i prosjektet.....	4
2. LCC-beregninger.....	4
2.1 Programvare .....	6
2.2 Forutsetninger .....	6
2.3 Inndata.....	6
3. Resultater .....	7
3.1 TEK17 .....	7
3.2 Passivhus .....	9
3.3 Usikkerhet.....	10
4. Konklusjon og videre prosjektering .....	11
5. Referanser.....	12

## 1. Innledning

Oppegård kommune har vedtatt at Fløysbonn skole skal bli ny barneskole på Sofiemyr. Kommunen ønsker å vurdere hvordan det er mest hensiktsmessig å gjennomføre prosjektet ved å utføre en moderert konseptvalgutredning (KVU) som beskriver fire alternative løsninger. Sweco er engasjert av Oppegård kommune for å utføre beregning av livssyklus kostnader (LCC) for de ulike alternativene.

Denne rapporten omfatter resultat fra beregningen av livssyklus kostnader og de premisene som er lagt til grunn i beregningen.

### 1.1 Om prosjektet

Prosjektet omhandler mulighetsstudie for ny barneskole på Sofiemyr, i Oppegård kommune, der Fløysbonn skole ligger i dag. Det forutsettes at forslaget om ny skole skal prosjekteres i henhold til kravene i TEK17.

Mulighetsstudiet har avdekket behov for følgende fire alternativer (se også Alternative 3: Riving Fløysbonn og bygging av ny modulskole).

Figur 1):

- Alternativ 1: Riving Fløysbonn og bygging av ny skole

Bygningsmassen er litt tilbaketrukket og forplass, og hovedinngang er flyttet lenger inn på området. Kollen tas i bruk i uteoppholdsarealer, og det blir noe avstand fra idrettshallen.

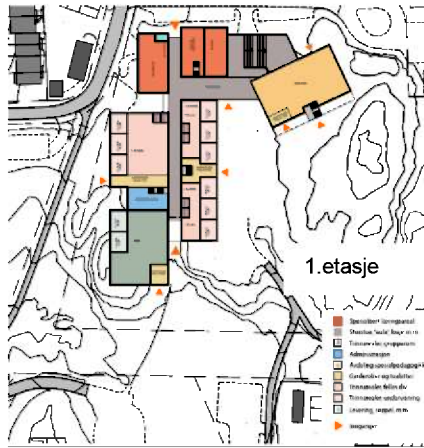
- Alternativ 2: Riving Fløysbonn og bygging av ny skole med plassering delvis på svømmehalltomt

Foreslått plassering av ny skole gir gode og skjermede utearealer og god kontakt mellom ute/ inne. Hovedinngang til skolen vil være fra Holbergsvei, men det er like naturlig å komme inn i skolegården for gående/syklende fra Tømteveien. Det blir noe kontakt med boligområde mot vest, og kollen bevares i sin helhet.

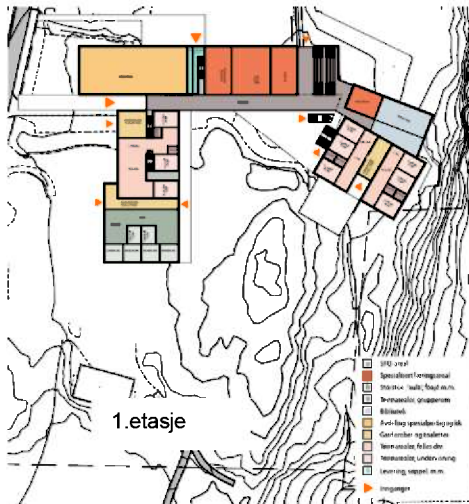
- Alternativ 3: Riving Fløysbonn og bygging av ny modulskole med en del plassbygde løsninger

Alternativ 3 omfatter riving av Fløysbonn og bygging av en ny modulskole med en del plassbygde løsninger. Dette forslaget er noe mindre fleksibelt og mer arealkrevende enn de andre alternativene for en ny skole uten modulkrav (Alt. 2a og 2b), samtidig kan modulløsning

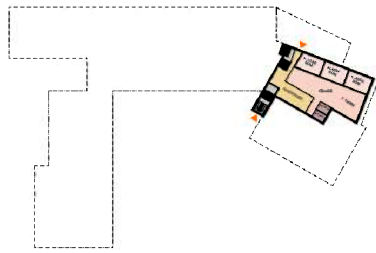
være noe mer effektiv enn gjenbruk av eksisterende bygg (Alt. 1). Alternativ 3 vil ikke bli ikke et rent modulbygg ettersom store fellesrom som f.eks. amfiområdet må bli plassbyggt.










Alternativ 1: Riving Fløysbonn og bygging av en ny skole.



3.etasje



-  Skole, aula/foyer m.m.
-  Tilsynsgruppe om.
-  Andelig spise/pedagogisk
-  Garderob og toaletter
-  Tilsynsalle fylles div.
-  Tilsynsalle i underetasj.
-  Innganger

Alternativ 2: Riving Fløysbonn og bygging av en ny skole med plassering delvis på svømmehalltomt.



Alternativ 3: Riving Fløysbonn og bygging av ny modulscole.

Figur 1: Alternative løsningene for Sofiemyr barneskole.

## 1.2 Om livssyklus kostnader (LCC)

Livssyklus kostnader er alle kostnader som genereres gjennom livsløpet til et byggverk, dvs summen av investeringskostnad og alle kostnader til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling i bruksfasen av et bygg eller anlegg.

Alle offentlige byggeiere og byggherrer er pålagt å vurdere LCC i forbindelse med anskaffelser. Enkelte valg som gjøres under planlegging og prosjektering, kan føre til økte kostnader til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU). Andre valg som eks. tiltak som reduserer



energi- og vedlikeholdsutgiftene vil senke FDV-kostnadene. Ofte vil det være lønnsomt i et livssyklusperspektiv å investere i tiltak som reduserer FDV-kostnadene selv om investeringskostnadene øker noe; livssykluskostnadene (og årskostnadene) vil reduseres. LCC-analyser er derfor viktig for å vurdere konsekvenser av de ulike valgene en kan ta.

### 1.3 Formål med livssykluskostnader i prosjektet

Denne analysen har vurdert livssykluskostnader for fire alternative løsninger med mål om å identifisere det alternativet som gir lavest mulig kostnader for forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling av barneskole.

## 2. LCC-beregninger

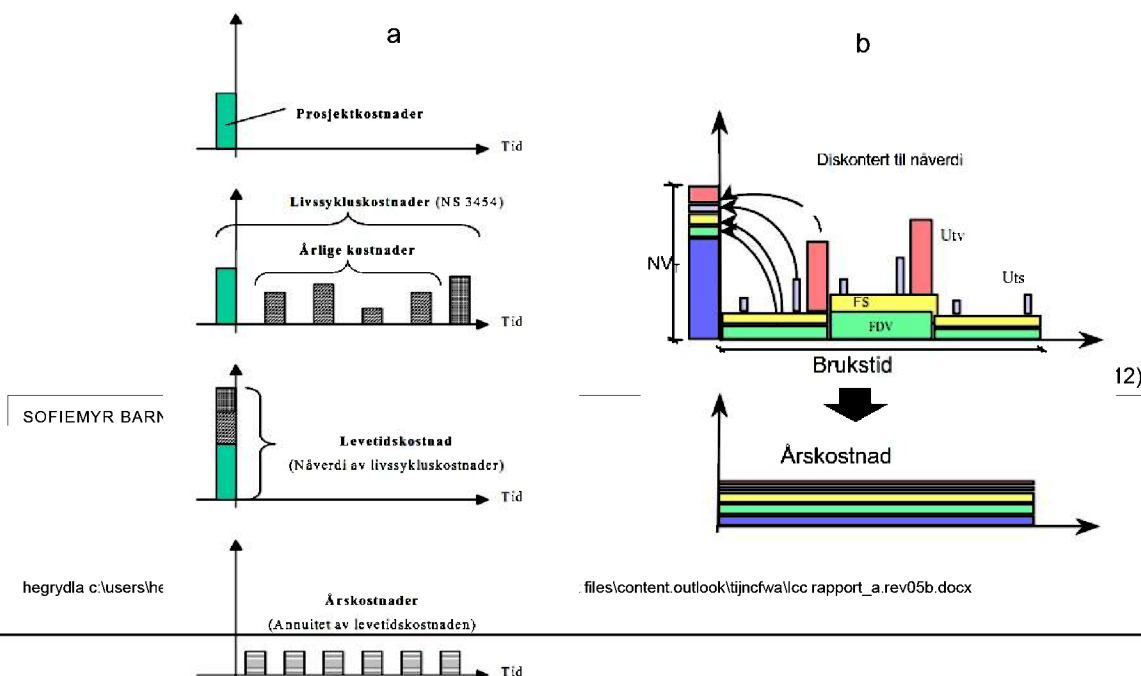
LCC-beregninger bygger på nåverdimetoden, der nåverdi er verdien i dag av et fremtidig beløp. For at kostnader skal kunne sammenlignes på forskjellige tidspunkt, må alle beløp som omregnes til dagens verdi, diskonteres. Nåverdien regnes ut ved å multiplisere det fremtidige beløp med en faktor som kalles diskonteringsfaktoren. Prosjektets totale nåverdi er summen av alle kostnadene i analyseperioden, som vist i likning 1). Likning 2) viser diskonteringsfaktoren. Omregning til årskostnader skjer ved å multiplisere nåverdien med annuitetsfaktoren, som vist i likning 3) og likning 4).

- 1)  $NV_T = \sum_{t=0}^T K_t \times d_t$
- 2)  $d_t = \frac{1}{(1+r)^t} = (1+r)^{-t}$
- 3)  $a = \frac{1}{\sum_{t=0}^T (1+r)^{-t}} = \frac{r(1+r)^T}{(1+r)^T - 1} = \frac{r}{1 - (1+r)^{-T}}$
- 4)  $\text{ÅK} = NV_T \times a$

Der:

- NV<sub>T</sub>: Nåverdi av kostnadene i analyseperioden
- T: Analyseperiode (antall år regnet fra basisåret)
- K<sub>t</sub>: Kostnad i et gitt år t
- d<sub>t</sub>: Diskonteringsfaktor for et gitt år t
- t: Gitt år (antall år fra basisåret til en kostnad K<sub>t</sub> påløper)
- a: Annuitetsfaktor
- r: Kalkulasjonsrente
- ÅK: Årskostnad

Figur 2a nedenfor viser en sammenheng mellom levetidskostnader og årskostnader. Figur 2b viser hvordan den totale nåverdi fordeles på hvert enkelt år gjennom resten av levetiden som en årskostnad.



*Figur 2: a) Sammenheng mellom begreper. b) Levetidskostnad lagt ut som annuitet blir årskostnad.  
Kilde: S. Bjørberg, A. Larsen, H. Øiseth, Livssyklus kostnader for bygninger, 2007.*

LCC-beregninger er utført med ISY Calcus, et kalkulasjonsverktøy utviklet av Norconsult Informasjonssystemer (NoIS). ISY Calcus er et godt designet redskap for å vurdere kostnadskalkyler, klimagasskalkyler og LCC-kalkyler. Programmet er modulbasert og i tillegg til kostnader, kan programmet brukes til analyser av lønnsomhet, usikkerhet, livsløp og klima-/miljøbelastning (CO<sub>2</sub>-ek.), beregninger av byggevaremasser og avfall, samt mengdeuttak fra BIM via import av IFC-filer.

Beregningene som er gjort ved ISY Calcus er basert på NS3454:2013 'Livssyklus kostnader for byggverk' og Norsk Prisbok.

## 2.2 Forutsetninger

I Sofiemyr barneskole prosjektet er vi i skissefasen, og det er gjort få vurderinger rundt materialbruk og bygningsutforming. Derfor er LCC-beregningene gjort på et svært overordnet nivå. Merk at det er sjeldent mulig å beregne detaljerte livssyklus kostnader i tidligfase. For Alternativ 1, Alternativ 2a og Alternativ 2b er det benyttet standardmaler fra ISY Calcus som basis for beregningen, dvs. "mal 6133 Barneskole 3 etasjer" og "mal 9612 Skolebygg utendørs". Standardmalene er basert på nøkkeltall som er registrerte kostnader, forbrukstall o.l. per enhet (f.eks. pr. m<sup>2</sup>) over tid eller samtidig registrerte kostnader/forbrukstall o.l., for like enheter. "Mal 6133 Barneskole 3 etasjer" beskriver en typisk skole prosjektert etter kravene i TEK17, med bæresystem i betong og stål, yttervegger i isolert bindingsverk i tre og betongdekker.

Malene i ISY Calcus har blitt tilpasset til de tre forskjellige alternativene mht. geometriske egenskaper og tiltak som er angitt av ARK og LARK.

Det er ikke medtatt kostnader for prisstigning til byggestart/byggeperioden, finanskostnader, løst inventar, tomtkostnader, finansiering, prisstigning, gjerdet, tilførselsledninger, vann og avløp eller øvrige utomhusarbeider. I beregningene er kalkulasjonsrenten satt til 4 % og analyseperioden til 60 år. Beregningen inkluderer merverdiavgift (25%).

Kostnadsanalyse for Alternativ 3 er basert på en skjønnsmessig vurdering basert på to modulskoler i Bergen og Ski, ettersom det ikke finnes noe standard mal for modulskoler i ISY Calcus som for vanlige plassbygde skoler.

## 2.3 Inndata

I Tabell 1 vises de geometriske verdiene for prosjektet i forhold til de alternativene som er vurdert.

*Tabell 1. Geometriske nøkkeltallene for de fire alternative løsningene.*

	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
<b>BYA: Bebygd areal (m<sup>2</sup>)</b>	6012	5326	5749
<b>BTA: Brutto areal (m<sup>2</sup>)</b>	9849	9849	10201
<b>BTV: Brutto volum (m<sup>3</sup>)</b>	44320	44320	45903
<b>NTA: Netto areal (m<sup>2</sup>)</b>	7035	7035	7035
<b>UMA: Utvendig mark areal (m<sup>2</sup>)</b>	18398	18403	18697

\* Merk at utvendig mark areal inneholder opparbeidet uteareal (lekeplass, parkeringsareal osv.), eksklusive arealene som består av natur (altså områder som ikke opparbeides).

I tillegg til de ulike geometriske nøkkeltallene har de fire alternative noen små forskjeller som er modellert i ISY Calcus:

- Riving av hele gamle skole, inkl. fundamenter i alle alternativer;
- Bruk av en del av byggegrop av svømmehallen i Alternativ 2.

## 3. Resultater

### 3.1 TEK17

**Feil! Ugyldig selvreferanse for bokmerke.** viser resultater av LCC-beregninger som nåverdi av kostnadene i analyseperioden for alternativ 1, Alternativ 2a, Alternativ 2b og Alternativ 3, og inkluderer totale investerings- og prosjektkostnader, og FDVU- kostnader.

Summen av kostnadene til skolen og til utendørs areal vises i **Feil! Ugyldig selvreferanse for bokmerke.**, med fordeling av hovedkostnadskategorier. Merk at resultatene pr m<sup>2</sup> beregnes med hensyn til BTA for skolen og UMA for utendørsarealet.

Resultatene i Tabell 2 gjelder bygging av prosjektet etter TEK17.

Følgende kostnadskategorier fra NS3454:2013 er vist i resultater:

- Innvesterings-/prosjektkostnader: kapitalkostnader til prosjektet

- Forvaltningskostnader: årskostnader til eiendomsledelse, økonomisk styring og administrasjon
- Drift- og vedlikeholdskostnader: årskostnader til aktiviteter som er nødvendige for å opprettholde bygningsdelenes funksjonsdyktighet over levetid
- Utskifting- og utviklingskostnader: kostnader til utskifting av bygningsdeler og utviklingstiltak i løpet av byggs levetid
- Forsyningskostnader: kostnader til energi, vann og avløp og renovasjon
- Renholdskostnader: kostnader til gjennomføring av renholdsaktiviteter

*Tabell 2: Nåverdi av kostnadene i analyseperioden (NTV) for alternativene fordelt i hovedkostnadskategorier for TEK17-oppsjon. Skolen og utendørs arealer.*

	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
<b>Investerings-/prosjektkostnader (kr)</b>	339 386 619	335 216 499	331 524 375
<b>Forvaltningskostnader (kr)</b>	22 313 974	22 314 879	23 111 370
<b>Drift- og vedlikeholdsskostnader (kr)</b>	56 181 464	56 098 433	58 144 947
<b>Utskifting- og utviklingskostnader (kr)</b>	58 846 582	58 549 292	60 794 292
<b>Forsyningskostnader (kr)</b>	38 026 119	38 026 422	39 384 352
<b>Renholdskostnader (kr)</b>	57 810 325	57 810 325	59 874 979
<b>Sum kontoplan (60 år) totalt (kr)</b>	<b>572 565 083</b>	<b>568 015 850</b>	<b>572 834 314</b>
<b>Sum kontoplan (60 år) pr m<sup>2</sup> (kr)</b>	<b>52 270</b>	<b>51 838</b>	<b>53 928</b>

Av Feil! **Ugyldig selvreferanse for bokmerke.** viser resultater av LCC-beregninger som nåverdi av kostnadene i analyseperioden for alternativ 1, Alternativ 2a, Alternativ 2b og Alternativ 3, og inkluderer totale investerings- og prosjektkostnader, og FDVU- kostnader. Summen av kostnadene til skolen og til utendørs areal vises i **Feil! Ugyldig selvreferanse for bokmerke.**, med fordeling av hovedkostnadskategorier. Merk at resultatene pr m<sup>2</sup> beregnes med hensyn til BTA for skolen og UMA for utendørsarealet.

Resultatene i Tabell 2 gjelder bygging av prosjektet etter TEK17.

Følgende kostnadskategorier fra NS3454:2013 er vist i resultater:

- Innvesterings-/prosjektkostnader: kapitalkostnader til prosjektet
- Forvaltningskostnader: årskostnader til eiendomsledelse, økonomisk styring og administrasjon
- Drift- og vedlikeholdskostnader: årskostnader til aktiviteter som er nødvendige for å opprettholde bygningsdelenes funksjonsdyktighet over levetid

- Utskiftning- og utviklingskostnader: kostnader til utskifting av bygningsdeler og utviklingstiltak i løpet av byggs levetid
- Forsyningskostnader: kostnader til energi, vann og avløp og renovasjon
- Renholdskostnader: kostnader til gjennomføring av renholdsaktiviteter

Tabell 2 ser man at investerings-/prosjektkostnader er den viktigste bidragsyter til de totale kostnadene siden de er ca. 60% av totale livsyklus-kostnader i alle alternativer.

Investeringskostnader omfatter nye byggverk som frittstående nybygg, tilbygg eller påbygg. Prosjektkostnader er vurdert i henhold til NS3453 og inkluderer: felleskostnader, det vil si rigging og drift av byggeplass, byggeplassadministrasjon, prosjektering, kontroll og dokumentasjon, og kapitalytelser; bygning (riving, forberedende arbeider, grunn og fundamenter, bæresystemer, yttervegger, innervegger, dekker, yttertak, fast inventar, trapper, balkonger, m.m., andre bygningsmessige deler), VVS-installasjoner (sanitær, varme, brannslukking, luftbehandling); elkraft (basisinstallasjon for elkraft, lavspent forsyning, lys, elvarme); tele og automatisering (basisinstallasjon for tele og automatisering, integrert kommunikasjon, telefoni og personøkning, alarm og signal, lyd og bilde, automatisering), kostnader for andre installasjoner (person -og varetransport, avfall og støvsugning, fastmontert spesialutrustning for virksomhet) utendørs kostnader; generelle kostnader (prosjektering/utredninger i tidlig fase, prosjektering, administrasjon, bikostnader, forsikringer, gebyrer, o.l.), mva for forventet tillegg -og usikkerhetsavsetning (byggherrens sikkerhetsmargin). Se NS3453 og NS3451 for en omfattende oversikt over kostnadskategoriene.

Tabell 3 viser resultater av LCC-beregning som total nåverdien og årskostnaden, samt resultater pr m<sup>2</sup>. Kvadratmetere gjelder BTA for skolen og UMA for utendørsarealet.

*Tabell 3: Totale årskostnader og nåverdi av kostnadene i analyseperioden for Alternativ 1, Alternativ 2 og Alternativ 3 fordelt i barneskole og utendørsarealer for TEK17-opisjon. Skolen og utendørs arealer.*

	Nåverdi (millioner kr)	Nåverdi (kr/m <sup>2</sup> )	Årskostnad (millioner kr)	Årskostnad (kr/m <sup>2</sup> )	Areal (m <sup>2</sup> )
<b>Alternativ 1</b>					
Barneskole	523	53079	23	2346	9849
Utendørsareal	49	2685	2	120	18398
<b>Sum</b>	<b>572</b>	<b>55764</b>	<b>25</b>	<b>2466</b>	<b>28247</b>
<b>Alternativ 2</b>					
Barneskole	518	52616	23	2326	9849
Utendørsareal	50	2706	2	120	18403
<b>Sum</b>	<b>568</b>	<b>55321</b>	<b>25</b>	<b>2445</b>	<b>28252</b>

<b>Alternativ 3</b>					
Barneskole	521	51100	23	2094	10201
Utendørsareal	50	2663	2	118	18697
<b>Sum</b>	<b>622</b>	<b>53763</b>	<b>25</b>	<b>2376</b>	<b>28898</b>

Tabell 3 viser at det er veldig liten forskjell i nåverdi og årskostnad pr m2 mellom de ulike alternativene. Dette skyldes at det benyttes standard mal på bygningstypene.

Alternativ 2 har de laveste totale livssyklus kostnadene mellom de tre alternativene som er analysert. Alternativ 1 er det alternativet med høyeste livssyklus kostnader pr m2, mens alternativ 3 er det alternativet med laveste livssyklus kostnader pr m2.

Bruken av en del av byggegrupp til svømmehallen i Alternativ 2 påvirker ganske lite resultater.

### 3.2 Passivhus

Det er gjort en LCC-beregning for alle alternativer etter passivhuskravene i NS3701 istedenfor etter kravene i TEK17.

For Alternativ 1 og Alternativ 2 er det benyttet standardmaler fra ISY Calcus som basis for beregningen, "mal 6134 Barneskole 3 etasjer-Passivhus" og "mal 9612 Skolebygg utendørs". For Alternativ 3 er det gjort en omtrentlig vurdering basert på gjennomsnittlige tall siden det ikke finnes noe standard mal for modulschooler i ISY Calcus som for vanlige plassbygde skole.

Hovedforskjellen på TEK17-malen og passivhus-malen er at man i passivhus-malen har økte isolasjonsmengder i vegger, gulv og tak, bedre U-verdi for vinduer og redusert kostnad for VVS-installasjoner-oppvarming. I tillegg har man for passivhus-malen redusert energikostnad, noe økt driftskostnad og marginalt økte vedlikeholdskostnader og utskiftingskostnader (som følge dyrere vinduer osv.).

Geometriske nøkkeltall for de tre alternative løsningene er de samme som nøkkeltallene som brukes for TEK17-oppsjon (se Tabell 1). Resultater for nåverdi av kostnadene i analyseperiode vises i Tabell 4.

*Tabell 4: Nåverdi av kostnadene i analyseperioden (NTV) for Alternativ 1, Alternativ 2 og Alternativ 3 fordelt i hovedkostnadskategorier for passivhus-oppsjon. Skolen og utendørs arealer.*

	<b>Alternativ 1</b>	<b>Alternativ 2</b>	<b>Alternativ 3</b>
<b>Investerings-/prosjektkostnader (kr)</b>	344 778 768	340 258 601	336 651 275
<b>Forvaltningskostnader (kr)</b>	22 313 974	22 314 879	23 021 868
<b>Drift- og vedlikeholdskostnader (kr)</b>	57 167 800	57 084 769	58 590 555
<b>Utskifting- og utviklingskostnader (kr)</b>	59 690 504	59 385 082	61 535 131
<b>Forsyningskostnader (kr)</b>	23 852 061	23 852 364	24 685 633

<b>Renholdskostnader (kr)</b>	57 810 325	57 810 325	59 875 969
<b>Sum kontoplan (60 år) totalt (kr)</b>	565 613 432	560 706 020	564 869 966
<b>Sum kontoplan (60 år) pr m<sup>2</sup> (kr)</b>	48 025	47 578	53 163

Dersom prosjektet bygges etter kravene i passivhusstandarden, blir totale livssyklus-kostnader ca. 1% lavere enn de som ble beregnet for prosjektet oppbygd etter TEK17. Investeringskostnader, drift- og vedlikeholdskostnader og utskifting- og utviklingskostnader for passivhus-alternativene er omtrent 1,5% høyere enn de for TEK17-alternativene, men disse kostnadene kompenseres av forsyningskostnader som er ca. 40% lavere for passivhus-alternativene.

### 3.3 Usikkerhet

I en beregning på et slikt overordnet nivå er det mange usikkerheter da det vil være en del valg ved vurderingene for et skoleanlegg som ikke er tatt ennå, og de beregnede kostnadene vil derfor svært grove.

Noen av usikkerhetene i en tidligfase kan være tydelige og påvirkningsbare, mens andre er vanskeligere å avdekke og håndtere. Det anbefales å gjøre en grundig usikkerhetsanalyse i oppstart av forprosjektfasen.

Følgende er mulige usikkerhetsfaktorer i LCC-beregninger som skal først og fremst påvirke investerings-/prosjekt-kostnadene:

- Videre prosjekttilnærming – grad av bevissthet / tidligfasefokus
- Marked / konkurranse – konkurranse og prisnivå på Sofiemyr vil potensielt ha stor påvirkning på prosjektets totalsum, spesielt på investeringskostnadene
- Vegnett, parkering, trafikk
- Omfang av sprenging og grunnforhold
- Utomhus
- Materialvalg – bygget er planlagt som et normalt moderne bygg. Materialvalg og detaljer eksempelvis relatert til overflate utomhus er ikke per tid detaljplanlagt. Det er dog en forutsetning at materialvalg blir tilstrekkelig optimalisert i et LCC-perspektiv
- Bærekonstruksjon
- Energi- / varmeanlegg
- Finansiering – må kvalitetssikre input / omfang
- Rivearbeid – kompleksitet omfang spesialavfall
- Manglende og/eller tilkommende teknisk utstyr. Enkelte tekniske mangler vil kunne forekomme, og senere kartlagte ønsker til teknologi vil kunne dukke opp

- Ikke uttømmende

Til slutt må det bemerkes at beregningene ble utført med kalkulasjonsrenten satt til 4 % og analyseperiode til 60 år, men endringer i disse to verdiene kan påvirke resultatene til en viss grad.

#### **4. Konklusjon og videre prosjektering**

LCC-beregningene er utført på et svært overordnet nivå ettersom prosjektet fremdeles er i konseptfase. Det er derfor ikke mulig å beregne detaljerte livssyklus kostnader.

Av alle utførte analyser ser man at Alternativ 2 er det alternativet med de laveste totale livssyklus kostnadene av de fire alternativene som ble analysert.

Angående modulbygg er det en del faktorer som påvirker totale livssyklus kostnader, men dette er ikke vurdert med i beregningen. Det er ofte høyere stålvekter i et modulbygg enn i tradisjonelle bygg. Byggetiden blir kortere og det må vurderes forskjellige former for finansiering og prisstigning. Timepriser og påslag bør vurderes nærmere, særlig dersom modulene produseres utenfor Norge. I tillegg må valutausikkerhet vurderes ved kontrahering utenfor Norge.

**Følgende mulige vurderinger bør utføres i senere faser av prosjektet;**

##### LCC Forprosjekt:

Velge ut løsninger for alternativanalyser, for eksempel: kledning på fasade (trekledning, plater, glass) og energi (brønnboring, varmepumpe, fjernvarme).

Det som gir lavest årskostnad skal legges til grunn for valg i byggefase.

##### LCC Byggefase:

Bruke de valg som kom best ut fra forprosjekt, følge opp entreprenør at valg blir fulgt og levert vare brukt på bygget.

##### LCC Som bygget:

Følge opp at de valg som er tatt i LCC-analysen faktisk blir utført og brukt på bygget og produsere «som bygget»- LCC med oppdaterte tall for videre drift og vedlikehold.

#### **5. Referanser**

- Prosjektdokumenter.
- Standard Norge, NS 3451:2009, Bygningsdelstabell.



- Standard Norge, NS 3453:2016, Spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt.
- Standard Norge, NS 3454:2013, Livssyklus kostnader for byggverk – Prinsipper og klassifikasjon.
- Standard Norge, NS 3456:2010, Dokumentasjon for forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU) for byggverk.
- Norconsult Informasjonssystemer AS og Bygganalyse AS, Norsk Prisbok 2018.
- <https://www.anskaffelser.no/bygg-anlegg-og-eiendom-bae/livssyklus-kostnader/hva-er-lcc>
- S. Bjørberg, A. Larsen, H. Øiseth, Livssyklus kostnader for bygninger, 2007. <https://dibk.no/globalassets/eksisterende-bygg/publikasjoner/livssyklus-kostnader-for-bygninger.pdf>
- SINTEF Byggeforskserien. BKS 624.010. Livssyklus kostnader for byggverk. Beregningseksempler, 2002.
- Standard Norge, NS 3701:2012, Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Yrkesbygninger.