

Bendik Wangen

Livssyklus kostnader for bade- og svømmeanlegg

Hva gjør det problematisk å gjennomføre ordinære LCC-analyser for bade- og svømmeanlegg?

Masteroppgave i Eiendomsutvikling og -forvaltning

Veileder: Svein Bjørberg

Medveileder: Bjørn Aas

Juni 2022

Bendik Wangen

Livssyklus kostnader for bade- og svømmeanlegg

Hva gjør det problematisk å gjennomføre ordinære LCC-analyser for bade- og svømmeanlegg?

Masteroppgave i Eiendomsutvikling og -forvaltning
Veileder: Svein Bjørberg
Medveileder: Bjørn Aas
Juni 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for arkitektur og design
Institutt for arkitektur og planlegging



Kunnskap for en bedre verden

Forord

Oppgaven er skrevet i forbindelse med masteroppgave våren 2022 for studieretningen eiendomsforvaltning og utvikling. Studiet er underlagt fakultet for arkitektur og design på Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU. Oppgaven er gjennomført i samarbeid med SIAT, hvor de har bidratt med diskusjon, tilgang til data og innspill gjennom prosessen.

Jeg vil takke Svein Bjørberg for gode innspill og veiledning gjennom prosessen. Bjørn Aas fra SIAT har også bidratt med verdifulle innspill, og tilgang til aktuelle respondenter.

Takk til bade- og svømmeanleggene som tok seg tid til å bidra med data i prosessen.

Trondheim, 14 juni 2022



Bendik Wangen

Sammendrag

Det ble mellom 2006 og 2019 bygget 129 stupe- og svømmeanlegg i Norge. Bygging av bade- og svømmeanlegg er preget av høy kompleksitet, tverrfaglighet, uerfarne byggherrer, og utskiftende aktører. Driftsfasen er ofte preget av høye kostnader og bygningskader. SIAT har av den grunn et ønske om å tilegne seg mer kunnskap rundt kostnadsstrukturen til anleggstypen. Formålet med denne oppgaven er derfor å tilføre kunnskap om driftsfasen til bade- og svømmeanlegg. Ved å kartlegge særegenheter i livssyklus kostnaden, blir det mulig å undersøke hvilke faktorer som gjør det problematisk å gjennomføre troverdige LCC-analyser av anleggstypen. Fordi det er få tidligere gjennomførte studier på dette området, vil resultatene bidra til verdifull informasjon for bransjen.

Problemstillingen er «**Hva gjør det problematisk å gjennomføre troverdige LCC-analyser for bade- og svømmeanlegg?**», og er delt inn i 3 underliggende forskningsspørsmål. Forskningsspørsmålene har til hensikt å kalkulere livssyklus kostnadene til et utvalg av bad, samt sammenlikne resultatene internt og eksternt. Resultatene av spørsmålene brukes som grunnlag til å besvare problemstillingen til oppgaven.

Problemstillingen blir besvart med en kombinasjon av kvalitative og kvantitative metoder.

Dybdeintervjuer av to badeanlegg, dokumentstudier og litteraturstudie blir anvendt for å samle inn tilstrekkelig informasjon. Få enheter i studien gjør at funnene i mindre grad kan generaliseres til eksterne enheter. I tillegg vil ulik regnskapspraksis hos badene gjøre det problematisk å fange opp verdier som er sammenliknbare. Andre momenter som kan svekke relabiliteten og validiteten til oppgaven er at det finnes lite relevant litteratur, samt risiko for intervju effekter under dybdeintervjuene.

FS 1: Hva er estimert årskostnad for de undersøkte anleggene?

Analysene gir en årskostnad på 1 795 kr og 2 452 kr per m² BTA for bad 1 og bad 2. Badene er bygget i 2001 og 2004. Til sammenlikning har en norsk flerbrukshall en årskostnad på 1 611 kr. De største kostnadspostene for de undersøkte badeanleggene er kapitalkostnad, drift og vedlikehold, og forsyningskostnader.

FS 2: Hvilke spesielle faktorer påvirker livssyklus kostnadene til bade- og svømmeanlegg?

Undersøkelsen viser at eiendomsledelse og vedlikeholdsplanlegging, material/design/utførelse i byggeprosessen og antall besøkende i større grad påvirker livssyklus kostnadene til bade- og svømmeanlegg. Tilnærming til vedlikehold og valg av løsninger i byggeprosessen har stor innvirkning på

drift- og vedlikeholdskostnadene. Antall besøkende driver kostnaden for vann og avløp, men påvirker i mindre grad energikostnaden.

FS 3: Hva skiller livssyklus kostnader for bade- og svømmeanlegg og andre anleggstyper?

Hovedforskjellen i livssyklus kostnadene til bade- og svømmeanlegg og generelle idrettsanlegg er de høye kostnadene knyttet til drift- og vedlikehold og forsyningskostnadene. Det aggressive indre miljøet fører til et større behov for drift- og vedlikehold, i tillegg til at risikoen for bygningskader er stor. Forskjellen i forsyningskostnader kommer av anleggets energiintensive driftsanlegg og det store forbruket av vann. Analysene gir ikke uttrykk for at renholdskostnaden er høyere hos bade- og svømmeanlegg enn referansebygget.

Hva gjør det problematisk å gjennomføre troverdige LCC-analyser for bade- og svømmeanlegg?

- Det er vanskelig å kartlegge erfaringstallene til eksisterende anlegg.
- Det er begrenset med kunnskap om sammenhenger mellom praksis og livssyklus kostnader.
- Risikoen for svekket tilstandsgrad på bygningskomponenter er høyere enn i andre anleggstyper.
- Faktorer som eiendomsledelse og vedlikeholdsplanlegging, material/design/utførelse i byggeprosessen har en større påvirkning på drift- og vedlikeholdskostnadene og forsyningskostnaden enn andre bygningstyper.

Abstract

Between 2006 and 2019, 129 diving and swimming facilities were built. The construction of bathing and swimming facilities in Norway is characterized by a high level of complexity, interdisciplinary work tasks, and inexperienced and changing actors. High costs and building damage often characterize the operational phase SIAT, therefore, has a desire to acquire more knowledge about the cost structure in such facilities. The purpose of this assignment is therefore to gain knowledge about the operational phase of bathing and swimming facilities. By mapping peculiarities in the life cycle cost, it becomes possible to investigate which factors make it problematic to carry out credible LCC analyzes of the building category. There are very limited studies that have been done on the subject before. The results will therefore be a valuable addition to the existing knowledge.

The main research question is "What makes it problematic to carry out credible LCC analyzes on bathing and swimming facilities? » and is divided into three underlying research questions. The research questions are intended to calculate the life cycle costs of the selected baths and compare the results internally and externally. The results of the questions are used as a basis for answering the main research question of the assignment.

The research questions are answered with a mix of qualitative and quantitative methods. In-depth interviews of 2 bathing facilities, documents, and a literature study are used to collect sufficient data. The findings can be generalized to a lesser extent to external units because of the few units in the study. In addition, different accounting practices in the facilities will make it problematic to capture comparable data. Other factors that weaken the reliability and validity of the thesis are the lack of relevant literature and interview effects during the in-depth interviews.

RQ 1: What are the estimated annual costs for the investigated facilities?

The analyzes give an annual cost of NOK 1 795 and NOK 2 452 per m² GBA for facility 1 and facility 2. The facilities were built in 2001 and 2004. In comparison, a Norwegian multi-purpose sports hall has an annual cost of NOK 1 611. The largest cost items for a swimming facility are the cost of capital, operation and maintenance, and supply costs.

RQ 2: What particular factors affect the life cycle costs of bathing and swimming facilities?

The survey shows that property management and maintenance planning, material/design/execution in the construction process, and the number of visitors affect the life cycle costs of bathing and swimming

facilities. The approach to maintenance and the choice of solutions in the construction process has a major impact on operating and maintenance costs. The number of visitors drives the cost of water and sewage but affects the energy cost to a lesser extent.

RQ 3: What is the difference between life cycle costs for bathing and swimming facilities and other types of facilities?

The main differences in the life cycle costs of bathing and swimming facilities and general sports facilities are the high costs associated with operation and maintenance and the supply costs. The aggressive internal environment leads to a greater need for operation and maintenance and a greater risk of building damage. The difference in supply costs comes from the facilities' energy-intensive operating system and the large consumption of water. The analyzes do not indicate that the cleaning cost is higher at bathing and swimming facilities than in the reference building.

What makes it problematic to carry out credible LCC analyses for bathing and swimming facilities?

- It's difficult to map the historic life cycle costs for existing facilities.
- Lacking knowledge of the connections between practice and life cycle costs in the building category.
- Higher risk of the impaired degree of condition on building components than other facilities.
- Factors such as property management and maintenance planning and material/design/execution in the construction process have a greater impact on operation and maintenance costs and supply costs than other building types.

Innhold

Forord.....	i
Sammendrag.....	ii
Figur-liste	viii
1 Introduksjon.....	1
1.1 Bakgrunn	2
1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål	3
1.2.1 Problemstilling	3
1.2.3 Forskningsspørsmål.....	3
1.2.4 Omfang og avgrensinger	4
1.3 Oppgavens struktur.....	5
2 Teoretisk rammeverk	6
2.1 Bade og svømmeanlegg	6
2.1.1 Generelt om bade- og svømmeanlegg.....	6
2.1.2 Særtrekk ved bade- og svømmeanlegg.....	7
2.1.3 Vanlige bygningsskader for bade- og svømmeanlegg.....	9
2.1.4 Driftsmodeller	10
2.1.4 Kostnader knyttet til bade- og svømmeanlegg.....	10
2.2 Eiendomsledelse og vedlikeholdsplanlegging.....	11
2.2.1 Fasilitetsstyring og eiendomsledelse	11
2.2.2 FDVU – Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling	12
2.2.3 Vedlikeholdsplanlegging	13
2.3 Livssyklus kostnader for bygninger	17
2.3.1 Kapitalkostnad	18
2.3.2 FDVU-kostnader	19
2.3.3 Kalkulasjonsmetodikk for LCC-analyser	22
2.3.3 Anvendelse av livssyklusanalyser.....	25
3 Metode.....	26
3.1 Undersøkellesdesign	26
3.2 Kvalitativ eller kvantitativ metode	26
3.2 Metodeverktøy	28
3.2.1 Intervjuer	28
3.2.2 Dokumentanalyse	30

3.2.3 Litteraturstudie	30
3.5 Relabilitet og validitet	32
3.6 Feilkilder	33
4 Resultat	34
4.1 Forutsetninger og begrensinger for analysene	34
4.1 LCC-analyse, Bad 1	34
4.1.1 Informasjon om anlegget	35
4.1.2 Særtrekk for analysen	35
4.1.3 Kapitalkostnader	36
4.1.4 FDVU-kostnader	36
4.1.5 Totale livssyklus kostnader for Bad 1	37
4.2 LCC-analyse, Bad 2	38
4.2.1 Informasjon om anlegget	38
4.2.2 Særtrekk for bad 2	39
4.2.3 Kapitalkostnader	39
4.2.4 FDVU-kostnader	40
4.2.5 Totale livssyklus kostnader for Bad 2	40
4.3 Sammenlikning av badene	41
4.3.1 Nøkkeltall	41
4.4 Særtrekk for bade- og svømmeanlegg	43
4.4.1 Livssyklus kostnader – sammenliknet med et referansebygg	43
4.4.2 Bygningsskader	45
4.4.3 Vedlikeholdsstrategi	47
4.4.4 Drifts- og åpningstider – Påvirkning på LCC	48
5 Diskusjon	49
5.1 LCC-analyse, Bad 1 og Bad 2	49
5.2 Sammenlikning av badene	50
5.2.1 Kapitalkostnader	50
5.2.2 Drift, vedlikehold og utviklingskostnader	50
5.2.3 Differanse i forsyningskostnader	51
5.2.4 Differansen i renholdskostnader	52
5.2.5 Bygningsskader	53
5.3 Særtrekk for bade- og svømmeanlegg	54

5.4 Hva gjør det problematisk å gjennomføre troverdige LCC-analyser for bade- og svømmeanlegg?..	55
5.4.1 Gjennomføring av analysene	56
5.4.2 Momenter fra FS1 og FS2.....	56
7 Konklusjon.....	58
Referanseliste	60

Figur-liste

Figur 1: Investeringsbeløp, basert på nye spillemiddelsøknader i 2019 (Kulturdepartementet; Norges idrettsforbund;, 2020)	6
Figur 2: Verdibevarende vedlikehold (Valen, et al., 2011)	13
Figur 3: Ulike vedlikeholdsstrategier sin påvirkning på standard/funksjonalitet. Nyere og upublisert versjon av Multiconsult; SINTEF byggforsk; NTNU;, (2010).....	14
Figur 4: Ulike vedlikeholdsbehov over byggets levetid (Bjørberg, 2008) Appendiks 1 s. 33.	14
Figur 5: Vedlikeholdskostnader ved ulik tilstandsgrader (Valen, et al., 2011)	16
Figur 6: Levetidsmodellen (Bjørberg, 2021).....	17
Figur 7: Modell for livssyklus kostnader (Standard Norge, 2013).....	23
Figur 8: Neddiskonterte livssyklus kostnader (Standard Norge, 2013)	23
Figur 9: Fordeling av årskostnad over byggets levetid (Standard Norge, 2013).....	24
Figur 10: Tilnærming til litteraturstudie, egenprodusert basert på Johannesen, et al., (2016)	31
Figur 11: Fordeling av årskostnad i kr per m ² BTA for bad 1, 2 og 3.....	42
Figur 12: Årskostnader i kr per m ² bassengflate for bad 1, 2 og 3.....	43
Figur 13: LCC-verdier i kr for referansebygget, bad 1 og bad 2.	44
Figur 14: LCC-verdier i kr for referansebygget og gjennomsnittet av bad 1 og bad 2.	45

Tabell-liste

Tabell 1: Krav til vanntemperatur (Norges svømmeforbund, 2018) (Norges svømmeforbund, 2009).....	7
Tabell 2: Livssyklus kostnader i byggverk (Standard Norge, 2013)	18
Tabell 3: Spesifikasjon av kostnader i et byggeprosjekt (Standard Norge, 2016)	19
Tabell 4: Oversikt over FDVU-kostnader (Standard Norge, 2013)	20
Tabell 5: Faktorer som påvirker energikostnadene til bygg (Bjørberg, et al., 2007)	21
Tabell 6: Ulike faktorer som påvirker renholdskostnaden til bygg (Bjørberg, et al., 2007).....	22
Tabell 7: Kvalitativ og kvantitativ metode (Jacobsen, 2015)	27
Tabell 8: Bygningsinformasjon, bad 1	35
Tabell 9: Informasjon om drift, bad 1	35
Tabell 10: FDVU-kostnader, bad 1	37
Tabell 11: Nøkkeltall for livssyklus kostnadene, bad 1 (kostnader er i kr)	37
Tabell 12: Ytterligere nøkkeltall i kr, bad 1	38
Tabell 13: Bygningsinformasjon, bad 2	38
Tabell 14: Informasjon om drift, bad 2	39
Tabell 15: FDVU-kostnader, bad 2	40
Tabell 16: Nøkkeltall for livssyklus kostnadene, bad 2	40
Tabell 17: Ytterligere nøkkeltall, bad 2 (Kostnader er i kr)	41
Tabell 18: Sammenliknbare nøkkeltall i kr, Bad 1 og Bad 2	42
Tabell 19: Oppsummerende resultater, bygningsskader	46

Formel-liste

Formel 1: Formel for diskonteringsfaktor (Standard Norge, 2013)	23
Formel 2: Nåverdi av fremtidige kontantstrømmer (Standard Norge, 2013).....	24
Formel 3: Formel for annuitetsfaktor (Standard Norge, 2013)	24
Formel 4: Formel for årskostnad (Standard Norge, 2013).....	24

1 Introduksjon

Bade- og svømmeanlegg er spesielt utsatt for kostnadsoverskridelser knyttet til investerings- og driftskostnader. Anleggstypen kan beskrives som et prosessanlegg med en høy grad av teknologi som rensesystemer, ventilasjonssystemer og pumper. Kombinasjonen av vann i omløp, høy fuktighet, høye temperaturer og kjemikalier bidrar til at det skapes et aggressivt indre miljø. Det er likevel lite forskning som forklarer hvordan særegenhetene påvirker livssyklus kostnadene til bade- og svømmeanlegg. Er det tilstrekkelig å behandle anleggstypen som et ordinært bygg? Hvilke faktorer bidrar til at det er vanskeligere å estimere livssyklus kostnader for bade- og svømmeanlegg? Dette er sentrale momenter som vil bli forsøkt besvart i masteroppgaven.

Masteroppgaven er et resultat av et samarbeid mellom en student på Eiendomsutvikling og -forvaltning på Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) og Senter for idrettsanlegg og teknologi (SIAT). SIAT er et kompetansesenter på institutt for bygg- og miljøteknikk (IBM), ved Fakultet for ingeniørvitenskap (IV) på NTNU, og har tette bånd med blant annet Norges idrettsforbund, Kulturdepartementet og Olympiatoppen (Senter for idrettsanlegg og teknologi, u.å). Studenten tok initiativ til et samarbeid på grunn av sin interesse for fagfeltet. Sammen med SIAT ble det diskutert ulike temaer for oppgaven, der resultatet ble en kostnadsstudie rundt svømme- og badeanlegg.

Formålet med studien er å tilføre kunnskap om driftsfasen til bade- og svømmeanlegg. SIAT har et ønske om å tilegne seg mer kunnskap rundt kostnadsstrukturen til denne typen anlegg. En av årsakene til at SIAT ønsker mer kunnskap innen temaet er fordi anleggene er preget av usikre kostnadsestimater og problemer knyttet til driften. (Senter for idrettsanlegg og teknologi, 2021). I tillegg til denne oppgaven samarbeider SIAT også med OPV Consulting med å lage en kostnadsmodell knyttet til investering av bade- og svømmeanlegg. I motsetning til dette samarbeidet fokuserer denne masteroppgaven på livssyklus kostnadene til anlegget, og ikke bare investeringskostnaden. Resultatet fra begge prosjektene vil bidra til verdifull informasjon for bransjen.

Opgavens problemstilling er «**Hva gjør det problematisk å gjennomføre troverdige LCC-analyser for bade- og svømmeanlegg?** Den vil bli forsøkt besvart med en kombinasjon av kvalitative og kvantitative metodeverktøy.

1.1 Bakgrunn

Det ble mellom 2006 og 2019 bygget 129 stupe- og svømmeanlegg i Norge (Öhman, 2020). Disse fordeler seg på kategoriene badeland, konkurransebasseng (ute og inne), stupebasseng (ute og inne) og opplæringsbasseng (ute og inne). Totalt skal det være 1 119 slike anlegg i Norge. Badelandene.no er en interesseorganisasjon for de største badelandene i Norge (Badelandene, u.å). De har 35 bad som medlemmer, noe som er en indikasjon på hvor mange slike anlegg som finnes i landet.

Det som kjennetegner bygging av bade- og svømmeanlegg er høy grad av kompleksitet, tverrfaglighet, uerfarne byggherrer, nye aktører på planlegging- og utførende side og manglende kontroll i kritiske byggefaser (Sintef byggforsk, 2010). Anleggene er kostbare og ofte preget av kostnadsoverskridelser og forsinkelser (Senter for idrettsanlegg og teknologi, 2021). Det gjør det problematisk for byggherre og kommuner å vedta nye anlegg. En analyse av livssyklus kostnadene til bade- og svømmeanlegg kan bidra til et bedre informasjonsgrunnlag og mer forutsigbare beslutningsprosesser.

Daglig leder av Lustrabadet advarer om høye drift- og vedlikeholdskostnader ved å drifte et badeland (Bergens tidende, 2015). De har måttet redusere sin stillingsbrøk for å finansiere vedlikeholdskostnadene til badet. Dette er til tross for at anlegget bare er 3 år gammelt.

Anleggskategorien er også spesielt utsatt for bygningskader under driftsfasen (Norges svømmeforbund, 2018). Dette oppstår mye på grunn av høye temperaturer og fuktighet, og kan motvirkes ved valg av riktige tekniske løsninger og materialvalg i planleggingsfasen. Anleggstypen er også kjent for å ha et spesielt høyt energiforbruk (Kampel, 2016) (Zuccari, et al., 2017). Det kan derfor antas at det er mye driftskostnader å spare på å gjøre gode valg og investeringer i planleggingsprosessen.

Både norsk lov og europeiske (EU) reguleringer viser til at livssyklus kostnadsanalyser og miljømessige implikasjoner skal bli vurdert når det tas beslutninger om offentlige anskaffelser og investeringer (Meistad, et al., 2013). Det er likevel veldig begrenset med forskning som retter seg mot analyse av livssyklus kostnader for idrettsanlegg, og spesielt for bade- og svømmeanlegg. Studien vil derfor være et ønsket og nødvendig tilskudd til forskningsfeltet.

1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

1.2.1 Problemstilling

Formålet med oppgaven er å avdekke særegenheter knyttet til livssyklus kostnadene for bade- og svømmeanlegg. Resultatet har som hensikt å styrke bransjens kunnskap, og bidra til mer hensiktsmessig planlegging og forvaltning av anleggstypen i fremtiden.

Det er med bakgrunn i oppgavens tema og formål utarbeidet en hensiktsmessig problemstilling. Utformingen av problemstillingen er gjort ved bruk av heuristiske teknikker, som handler om eksperimentering og utprøving før endelig formulering er fastsatt (Johannesen et al., 2016). Denne teknikken er foretrukket fremfor streng struktur fordi datainnsamlingen har vært preget av stor usikkerhet. Usikkerheten kommer ved knappheten på aktuelle anlegg og usikkerhet rundt frafall i undersøkelsen. Risikoen for frafall er stor på grunn av den høye ressursbruken det kreves å rapportere nødvendig data. Den endelige problemstillingen ble derfor utarbeidet etter en lengre bearbeidelses- og utprøvingsprosess.

Problemstillingen er fastsatt gjennom analyse av relevant litteratur, standarder, tilgjengelig data og samtaler med fagpersoner på fakultetet og SIAT. Den kan defineres som eksplorerende, da den har som hensikt å utdype noe vi vet lite om (Jacobsen, 2015). Grunnen til at problemstillingen har ordet «problematiske» i seg er fordi relevant litteratur og fagpersoner jeg har vært i kontakt med har mistanke om at den nåværende tilnærmingen til LCC-analyser for bade- og svømmeanlegg er mangelfull. På grunn av anleggstypens særegenhet er det grunn til å tro at man også må ha en særegen tilnærming til analysemetodene.

Problemstilling: Hva gjør det problematisk å gjennomføre troverdige LCC-analyser for bade- og svømmeanlegg?

1.2.3 Forskningsspørsmål

For å besvare problemstillingen er det utarbeidet et sett med forskningsspørsmål. Gangen i undersøkelsen går ut på å først kartlegge livssyklus kostnadene til et utvalg av anlegg, og deretter sammenlikne resultatene for å finne ut hvilke faktorer som driver de ulike kostnadspostene. Til slutt vil kostnadene sammenliknes med et referansebygg for å undersøke særegenheter for anleggstypen.

Livssyklus kostnader for bade- og svømmeanlegg

Summen av resultatene gir grunnlag for å forklare hva som gjør det problematisk å gjennomføre troverdige LCC-analyser for bade- og svømmeanlegg.

Hva er estimert årskostnad for de undersøkte anleggene?

En LCC-analyse med bakgrunn i kvantitativ primærdata vil bli gjennomført for å kartlegge livssyklus kostnadene til de undersøkte anleggene. Kalkulasjonsmetodikken som vil bli anvendt er hentet fra NS 3454: 2013 livssyklus kostnader for byggverk.

Hvilke spesielle faktorer påvirker livssyklus kostnadene til bade- og svømmeanlegg?

For å besvare forskningsspørsmålet vil de undersøkte anleggene sammenliknes. Bygningsinformasjon, drift, forvaltning og mer vil bli brukt for å diskutere kostnadsdriverne til anleggene. Materialet vil suppleres med kvalitativ data fra intervjuene.

Hva skiller livssyklus kostnader for bade- og svømmeanlegg og andre anleggstyper?

Her vil resultatene fra LCC-analysene sammenliknes med et referansebygg fra en annen anleggs kategori. Analysen vil avdekke forskjeller for de ulike anleggstypene, noe som kan bidra med å gi svar på problemstillingen. Kvalitativ data fra intervju og relevant litteratur vil bistå med å besvare forskningsspørsmålet

1.2.4 Omfang og avgrensinger

Anleggene i undersøkelsen er større norske bade- og svømmeanlegg, også kalt badeland, som er bygd etter år 2000. Det er i liten grad tatt høyde for kvalitetsforskjeller til ulike anlegg i analysen.

Investeringskostnaden gir en indikasjon, men ikke et godt nok bevis. Det hadde krevd mye ressurser å samle inn detaljert informasjonen om kvaliteten til anleggene.

Analysene vil utelukkende sette søkelys på kostnadsaspektet til bade- og svømmeanlegg. Inntektene til badene er derfor ikke inkludert. Det er i tillegg mange andre faktorer som bidrar til om et anlegg er vellykket eller ikke.

1.3 Oppgavens struktur

Oppgaven vil videre legge et teoretisk rammeverk for analysen. Dette inkluderer tre hovedtemaer, som alle direkte eller indirekte linket opp mot problemstillingen. Kapittel 2.1 og 2.3 er direkte linket, mens 2.2 inneholder sentral teori for å diskutere forskningsspørsmål 2 og 3. Etter teorikapittelet vil oppgavens tilnærming til metode beskrives. Deretter vil resultatkapittelet fremlegge resultatene av livssyklus kostnadsanalysene, sammenlikningen internt og eksternt, og øvrige momenter fra undersøkelsen. I diskusjonsdelen vil resultatene diskuteres med grunnlag i teorien. Til slutt vil konklusjon oppsummere de viktigste funnene.

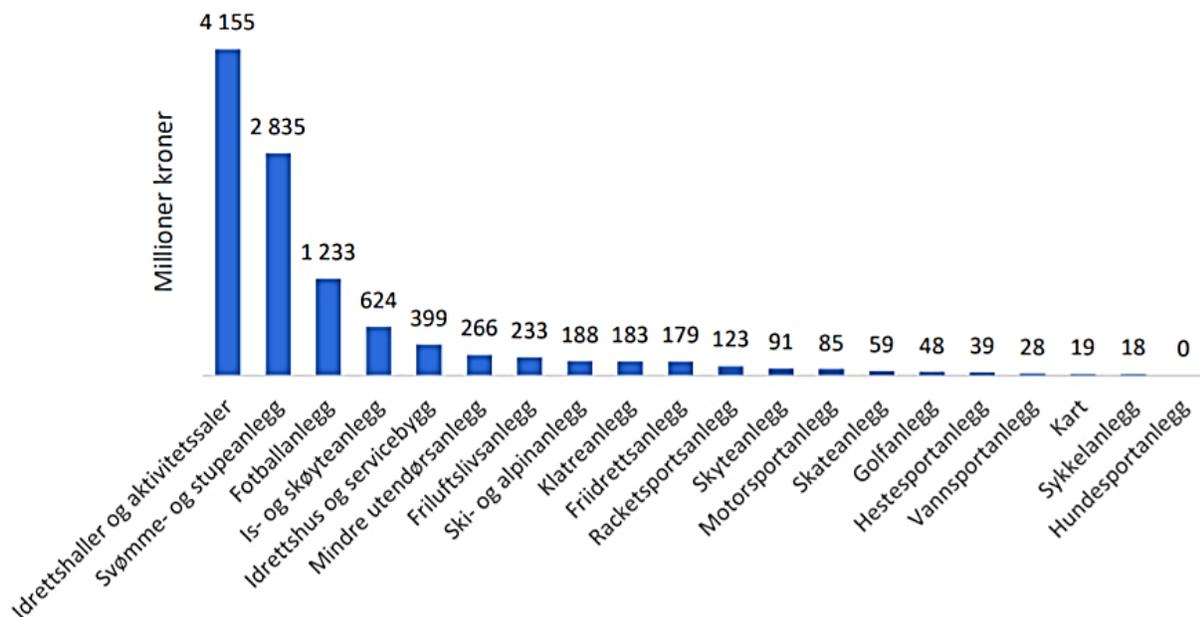
2 Teoretisk rammeverk

Det teoretiske rammeverket for oppgaven er delt inn i hovedmomentene bade- og svømmeanlegg, eiendomsforvaltning og livssyklus kostnader. Delkapitlene har som hensikt å gå dypere inn i teori knyttet til problemstillingen. Litteraturstudier vil bli brukt for å avdekke eksisterende forskning innenfor temaene.

2.1 Bade og svømmeanlegg

2.1.1 Generelt om bade- og svømmeanlegg

Det eksisterer rundt 1119 stupe- og svømmeanlegg i Norge (Öhman, 2020). En gjennomgang av spillemiddelsøknader for 2019 viser at det totale investeringsbeløpet relatert til søknader for anleggstypen er 2 835 millioner kroner i 2019 (Kulturdepartementet; Norges idrettsforbund;, 2020). Dette fordeler seg på 35 anlegg, noe som gir en søknadsprosent på 2,4% og en investeringsprosent på 26,2%. Selv om det ikke er sikkert at alle prosjektene gjennomføres viser det til viktigheten av å forvalte de store verdiene på en fornuftig måte.



Figur 1: Investeringsbeløp, basert på nye spillemiddelsøknader i 2019 (Kulturdepartementet; Norges idrettsforbund;, 2020)

Svømmeforbundet (2018) har blant annet følgende generell informasjon om svømmeanlegg i sin manual «Spesifikasjon for svømmeanlegg». Svømmeidretten benytter to bassengstørrelser, 50 og 25 meter til trening og konkurranser (Kulturdepartementet, 2021) (Norges svømmeforbund, 2018). Til grunnopplæring er kortere lengder å foretrekke. Alle bassenger skal tilfredsstillere reglene til det internasjonale svømmeforbundet (FINA). Svømmeanlegg krever videre en infrastruktur bestående av forskjellige støtte- og servicefunksjoner som garderober, dusj, toaletter, vaktrom, sekretariat, teknisk rom osv.

De fleste bade- og svømmeanleggene i Norge ble bygd på 1960- og 1970-tallet (NITO, 2022). Det er videre et stort behov for rehabilitering eller utskiftning av anlegg.

2.1.2 Særtrekk ved bade- og svømmeanlegg

2.1.2.1 Konstruksjonen

Selve bassenget er det mest karakteristiske elementet i en svømmehall (Bøhlerengen, et al., 2004). Bassenget må bygges for å tåle betydelige statiske laster, og den vanligste konstruksjonsformen er vanntett plasstøpt, slakkarmert betong. Det er kritisk at konstruksjonen er vanntett for å forhindre at vannet korroderer armeringsstålet i betongkonstruksjonen. Vanntettheten opprettholdes enten ved å ha en betongresept, eller ved å ha en membran på innsiden av bassenget. De siste 10 årene har det i økende grad vært bygget basseng i rustfritt stål (Nesje, 2020). Dette mener Enwa (2022) blant annet skal gi god hygiene, lave vedlikeholdskostnader og lang levetid.

2.1.2.2 Inneklima

Temperaturen i svømmehallen anbefales å ligge to grader over bassengtemperaturen, for å forhindre økt fordampning (Byggforsk, 2003). Kaldere luft enn vann bidrar til at luften blir tyngre enn luften som ligger rett over vannspeilet, som igjen gjør at den fuktige luften sirkulerer rundt i rommet (Dansk Svømmebadteknisk Forening, 1992).

Tabell 1: Krav til vanntemperatur (Norges svømmeforbund, 2018) (Norges svømmeforbund, 2009)

Kategori, basseng	Krav til vanntemperatur
Opplæringsbasseng	28 – 34 grader
Svømmebasseng	26-29 grader
Badelandbasseng	28-34 grader
Boblebad	37-40 grader
Konkurranserbasseng	26-27 grader
Internasjonale mesterskap	25-27 grader
Vannpolo	25-27 grader
Stupebasseng	>26 grader

Ut ifra tabellen vil de fleste svømmehaller ha en vanntemperatur mellom 28-29 grader. Dette gir en lufttemperatur på rundt 30 grader, noe som er med på å bidra til et høyt energiforbruk.

Det forekommer en høy relativ fuktighet i svømmehaller som et resultat av avdampning fra svømmebassenger (Bøhlerengen, et al., 2004). Det anslås at den relative fuktigheten ligger på 50-60% gjennom året. Vanlige boliger ligger til sammenlikning mellom 20-40% gjennom vinteren.

2.1.2.3 Bygningskroppen

Det stilles spesielle krav til bygningskroppen på grunn av det harde inneklimate til bade- og svømmeanlegg (Bøhlerengen, et al., 2004). I svømmehaller vil vanndampen kondensere allerede ved overflatetemperaturer på over 20 grader. Dette gjør at det med stor sannsynlighet kan samle seg kondens på vinduer og kuldebroer i anlegget. For å unngå dette stilles det høye krav til isoleringsevnen til bygningskomponentene.

Det vil i tillegg være en risiko for diffusjon av vanndamp utover i konstruksjonen, som en følge av høyt damptrykk (Bøhlerengen, et al., 2004). Vanndampen vil videre kondensere ved avkjøling. For å unngå dette er det nødvendig med dampsperre på den varme siden av konstruksjonen. Fuktransport kan også skje ved konveksjon, som en følge av forskjeller i lufttrykk. Ved skader på dampsperran, kombinert med forskjellig lufttrykk vil fuktig luft kunne vandre inn i konstruksjonen. Taket er spesielt utsatt på grunn av luftens oppdriftseffekt.

2.1.2.4 Ventilasjon

Ventilasjonsanlegget i et bade- og svømmeanlegg skal bidra til å holde luftfuktigheten på et akseptabelt nivå, slik at den ikke fører til skadelig fukt og råte (Bøhlerengen, et al., 2004). Anlegget motvirker kondens i utsatte områder ved å sørge for god luftsirkulasjon rundt de kritiske overflatene, spesielt vindusflater og kuldebroer. Dette gjør at den fuktige luften ikke rekker å avkjøles, som igjen motvirker kondens.

Undertrykksventilasjon anvendes som et sikkerhetstiltak mot kondens i konstruksjonsdelene (Bøhlerengen, et al., 2004). Dette gjøres ved å sørge for at det er lavere lufttrykk i svømmehallen enn utenfor, som forhindrer fuktvandring inn i bygningskroppen.

2.1.2.4 Badeland/folkebad

Undersøkelsen retter seg mot badeland/folkebad. Badeland defineres av Norges svømmeforbund som et badeanlegg med lekeapparater basert på vann, rutsjebaner og bølgebasseng (Norges svømmeforbund, 2018). Badelandene som blir analysert i denne undersøkelsen er bygd tidlig på 2000-tallet og er preget av store volum, mye glass og materialbegeistring som preget dette tiåret. Erfaringer fra SIAT er at begeistring førte til at anleggene ble utsatt for store følgeskader og vedlikeholdskostnader. Forståelsen av vann- og energihusholdning var svak på den tiden, og er fortsatt svak i noen miljøer. Dette er til tross for at SIAT har gjennomført en rekke Ph.d., master-, og bacheloroppgaver innenfor temaet.

2.1.3 Vanlige bygningsskader for bade- og svømmeanlegg

Kombinasjonen av varme, fuktighet og vann i omløp gjør at svømmehaller er spesielt utsatt for bygningsskader (Norges svømmeforbund, 2018). Byggforsk (2008) viser til at 76% av alle bygningsskader kommer som en følge av fukt. Dette problemet eskaleres i en svømmehall der den høye temperaturen og bassengvannet bidrar til et fuktig miljø. Videre vil 2 av de vanligste bygningsskadene for svømmehaller belyses.

Armeringskorrosjon er en av de vanligste skadene på bassengkonstruksjoner av betong (Bøhlerengen, et al., 2004). Ved korrosjon vil armeringsstålet i betongen ruste, som kan føre til økt spenning i konstruksjonen, og videre skader på konstruksjonen. Skadeomfanget kan være alt fra avskalling av armeringsoverdekningen til sammenbrudd av konstruksjonen. I svømmehaller er de vanligste årsakene til armeringskorrosjon høy bruk av klorider og karbonisering av betongen.

Et annet problem som ofte relaterer seg til anleggstypen er vannlekkasjer gjennom flislagt gulv (Norsk byggkeramikkforening, 2020). Fliser er hyppig brukt som gulvbelegg i bade- og svømmeanlegg (Bøhlerengen, et al., 2004). Belegget har fordeler med at det er lett å rengjøre, ser bra ut og har lang levetid, men fliselimet, fuger og membran har betydelig kortere levetid. (Nesje, 2005) skiller mellom fuger av epoksy og sement der fuger med epoksy er 5 ganger mer kostbart og dobbelt så dyrt å legge. Til gjengjeld er epoksy mer slitesterkt og har en større motstandsevne mot syrer og alkalier enn sementbaserte fuger. Det bør derfor gjøres grundige vurderinger om hvor i anlegget man bør bruke epoksybaserte fuger. Vedlikeholdskostnadene for re-fuging av basseng, renner, dusj og andre steder som er utsatt for surt vann vil sannsynligvis være minst ved å benytte seg av epoksybaserte fuger.

2.1.4 Driftsmodeller

Eksisterende badeland i Norge er organisert som kommunale foretak, aksjeselskap, eller stiftelser (Asplan Viak, 2013). Flere er også en del av en kommunal eiendomsportefølje, uten spesiell organisering. I kommunale foretak har kommunen ansvaret for driften, og anlegget har muligheten til å få momskompensasjon, som gjør at man kan få igjen moms på både investeringer og driftskostnader.

Kjetil Lein, visepresident i NITO og kommuneingeniør problematiserer kommuners fokus på drift, vedlikehold og utvikling av badeanlegg (NITO, 2022). Dette blir ofte nedprioritert hos kommuner, noe som fører til svært svekket tilstandsgrad. Dette fører videre til at det kreves omfattende rehabiliteringer i stedet for mindre reparasjoner. Det er lettere å få politikere til å vedta et nytt bygg enn å avsette nok penger til vedlikehold av anlegget.

Spillemiddelordningen handler om at deler av overskuddet (64%) til Norsk Tipping går til idrettslige formål (Lovdata, 1992). For å være spillemiddelberettiget er det en del forhold som må være oppfylt (Kulturdepartementet, 2021). I tilfeller der det er private deltakere på eiersiden, er det et krav at disse aktørene ikke tjener penger på driften av anlegget. Dette begrenser interessen for deltakelse, og private investorer må ha andre ambisjoner enn økonomisk gevinst når de investerer i idrettsanlegg som får spillemidler.

Drift og vedlikehold i svømmehaller blir ofte undervurdert (Kampel, 2016). Mindre kommuner har ofte problemer med å anskaffe kompetent driftspersonell. Kampel (2016) belyser viktigheten av å skaffe seg nødvendig kompetanse i anlegget, slik at alle de ansatte kan bidra til grunnleggende drift og vedlikehold. I tillegg må man ha tilgang til spesialkompetanse på ulike systemer og produkter, noe som kan være problematisk.

2.1.4 Kostnader knyttet til bade- og svømmeanlegg

Et moderne eksempel på usikkerhet rundt kostnadsestimater for investeringskostnader var da Bærum idrettspark skulle utvides i 2019 (Senter for idrettsanlegg og teknologi, 2021). En kostnadsramme på 278 millioner for svømmeanlegget ble vedtatt av kommunen, men tilbudene fra entreprenøren skulle vise seg å ligge på hele 461 millioner. Kostnadsøkningen på 65% viser viktigheten av å opparbeide kunnskap rundt kostnadsutviklingen til bade- og svømmeanlegg.

For FDVU-kostnader er det lite litteratur som belyser nivået hos bade- og svømmeanlegg, bortsett fra avisartikler som understreker høye kostnader. Kommunale anlegg har krav om melde fra

driftsøkonomien til Statistisk sentralbyrå gjennom KOSTRA (Regjeringen, 2020). Databasene gir likevel ikke grunnlag til å skille ut offentlige tall for bade- og svømmeanlegg. Hvis det hadde vært mulig å skille ut kostnadene for bade- og svømmeanlegg, ville det likevel vært problematisk å skille mellom kostnader knyttet til kjernevirksomheten og de bygningsspesifikke kostnadene.

Kampel (2016) har publisert en fagartikkel basert på en avhandling om energieffektive svømmeanlegg. Funnene baserte seg på 36 norske svømmeanlegg og viste en stor spredning i energibruken til anleggene. Anleggene med høyest energibruk per besøkende hadde 8 ganger så stort forbruk som de mest effektive. Forklaringen baserer seg på at det finnes mange ulike løsninger og teknologi, i tillegg til mangel på kompetanse knyttet til planlegging, bygging og drift av svømmeanlegg. Øen (2010) fant ut i sin masteroppgave at energiforbruket for svømmehaller er tre ganger så høyt som andre bygg i kategorien «idrettshaller». Dette gjelder hvis man bygger i henhold til rammekravene i TEK.

I en studie basert på data fra den olympiske komiteen i Italia og det italienske svømmeforbundet viste til spesifikke tiltak som kunne redusere energibruken med opptil 50% til en tilbakebetalingstid på mindre enn 2 år (Zuccari, et al., 2017).

2.2 Eiendomsledelse og vedlikeholdsplanlegging

Delkapittelet vil gi en kort innføring i fasilitetsstyring og eiendomsledelse, før det går dypere inn i vedlikeholdsplanlegging og hvordan dette kan påvirke livssyklus kostnadene til bygninger.

2.2.1 Fasilitetsstyring og eiendomsledelse

Fasilitetsstyring (facility management) defineres i NS-EN ISO 41011:2018 som «*ledelsesfunksjon i en virksomhet som understøtter mennesker, sted og prosess med det formål å forbedre menneskers livskvalitet og produktiviteten til kjernevirksomheten innenfor et bebygd område*» (Standard Norge, 2018, p. 9). Valen, et al. (2011) gir uttrykk for at fasilitetsstyring har sin rot i bygningsdrift og vedlikehold, og i nyere tid har utviklet seg til å omfatte alle tjenestene som støtter brukerne av et bygg.

Eiendomsledelse relaterer seg til eierperspektivet til bygget, mens eiendomsforvaltning i større grad setter søkelys på brukeren (Valen, et al., 2011). Eiendomsledelse er ofte en forutsetning for god eiendomsforvaltning, og innebærer å se på eiendommen som en investering som skal gi samfunnsøkonomisk og bedriftsmessig avkastning i løpet av levetiden (Eikeland, 2009).

2.2.2 FDVU – Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling

Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU) er en naturlig del av eiendomsforvaltningen, og er ofte omtalt som fagområdet FM (Haugen, et al., 2020). Her bidrar FDVU med støtte til kjerneaktivitetene gjennom å tilby tjenester og servicer. Videre vil begrepene vedlikehold og utvikling belyses. Dette er postene innenfor FDVU som er av størst interesse for oppgaven.

2.2.2.1 Vedlikehold

NS 3454:2013 definerer vedlikehold som «*kombinasjon av alle tekniske, administrative og styringsrelaterte tiltak gjennom livssyklusen til en bygningsdel, som har til hensikt å bevare den i eller tilbakeføre den til en tilstand der den kan oppfylle nødvendige funksjonskrav*». (Standard Norge, 2013, p. 4)

Vedlikehold innebærer å gjennomføre nødvendige aktiviteter for å opprettholde et fastsatt kvalitetsnivå for bygninger og tekniske installasjoner (Haugen, et al., 2020). Dette skal grunnlag til at bygget fungerer innenfor tiltenkt bruksområde i byggets levetid. Vi kan skille mellom løpende vedlikehold og forebyggende aktiviteter. Løpende vedlikehold omhandler ikke-planlagte aktiviteter, mens forebyggende vedlikehold har en preventiv virkning for å forhindre fremtidige reparasjoner og bygningsskader. Løpende vedlikehold kan også kalles tilfeldig vedlikehold, og kan ofte inngå i driften uten å være spesifisert som vedlikehold.

Bjørberg (2008) gir tre valgmuligheter for å oppnå best mulig vedlikeholds nivå basert på eiendomsstrategien til kommuner. De tre alternativene er:

1. Minimum vedlikehold
2. Vedlikehold som opprettholder verdien til bygget
3. Vedlikehold som avveier fremtidige behov, teknologisk utvikling og fremtidige kostnader.

Manglende vedlikehold over tid kan skape alvorlige følgeskader i bygget (Valen, et al., 2011). Følgeskader er bygningsskader som forplanter seg innover i konstruksjonen som et resultat av manglende vedlikehold. Disse skadene kan føre til alvorlige økonomiske og sikkerhetsmessige konsekvenser.

2.2.2.2 Utvikling

Utvikling handler mer om aktiviteter som gjennomføres for å oppgradere bygningens verdi over tid, og kan komme av endrede krav fra myndigheter, brukere eller markedet (Haugen, et al., 2020). Under utvikling kommer mindre rehabiliteringer av bygget.

Valen, et al. (2011) gir uttrykk for at utvikling og vedlikeholdstiltak må sees i sammenheng, og at utskiftninger ofte gjøres som en del av vedlikeholdet.

2.2.3 Vedlikeholdsplanlegging

Vedlikeholdsplanlegging er en prosess som sikrer bygningens verdi over tid, og består av å utvikle en vedlikeholdsstrategi, utvikle kortsiktige og langsiktige vedlikeholdsplaner, og gjennomføre vedlikeholdet (Valen, et al., 2011).

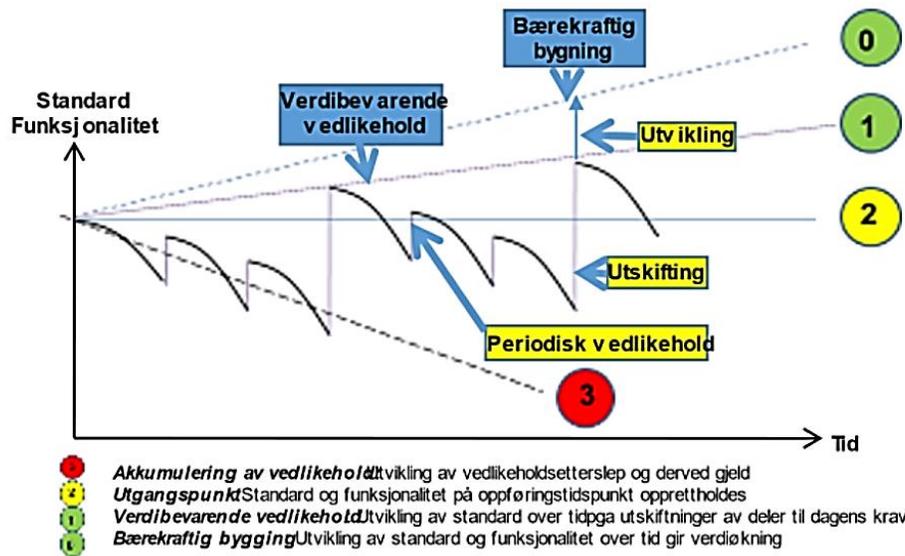
Vedlikeholdsstrategien beskriver hvordan eiendomsenhetsens overordnede strategi og målsetninger for eiendommen skal nås (Valen, et al., 2011). Grundig vedlikeholdsplanlegging er viktig for å synliggjøre verdstatus for bygningen og et eventuelt etterslep i vedlikeholdet (Haugen, et al., 2020). Dette kan igjen bidra til å synliggjøre verdien av systematisk preventivt vedlikehold.

Vedlikeholdsstrategien baserer seg normalt på verdibevarende vedlikehold, slik at eieren ønsker å opprettholde verdien til bygget gjennom dets levetid (Valen & Olsson, 2009). Verdibevarende vedlikehold innebærer også noen utviklingskostnader for å oppgradere bygget til «dagens standard» gjennom levetiden. Ambisjonstilstand fastsettes av eiendomsledelsen, og er normalt forskjellig for ulike bygningstyper. Figur 2 viser gangen i verdibevarende vedlikehold.



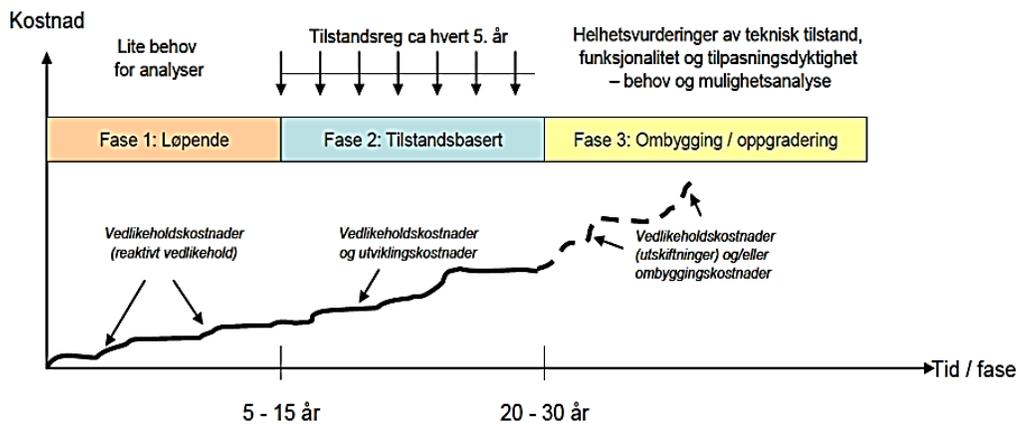
Figur 2: Verdibevarende vedlikehold (Valen, et al., 2011)

Multiconsult, SINTEF byggforsk og NTNU (2010) illustrerer funksjonaliteten til bygget gjennom levetiden ved bruk av ulike tilnærminger til vedlikehold. Virkemidlene for å øke verdien blir illustrert som periodisk vedlikehold, utskifting og utvikling. Verst ut kommer tilnærminger som utelukkende baserer seg på periodisk vedlikehold. Denne strategien akkumulerer vedlikeholdsetterslepet og skaper gjeld for eiendommen. De 2 godkjente strategiene som er markert i grønt er verdibevarende vedlikehold og bærekraftig utvikling. Disse tilnærmingene har i større grad fokus på å utvikle byggene slik at de møter dagens og fremtidens behov.



Figur 3: Ulike vedlikeholdsstrategier sin påvirkning på standard/funksjonalitet. Nyere og upublisert versjon av Multiconsult; SINTEF byggforsk; NTNU; (2010)

Vedlikeholdsbehovet vil endre seg over byggets levetid, og dette kan deles opp i 3 hovedfaser (Multiconsult og Pricewaterhousecoopers (2008), gjengitt i (Valen, et al. (2011)). Figur 4 gir uttrykk for at relativt nye bygg har mindre vedlikeholdskostnader enn bygg i senere faser. Først i fase 2 blir det aktuelt med utviklingskostnader, og behovet for tilstandsvurderinger øker. I fase 3 er det et større behov for ombygging eller oppgraderinger.



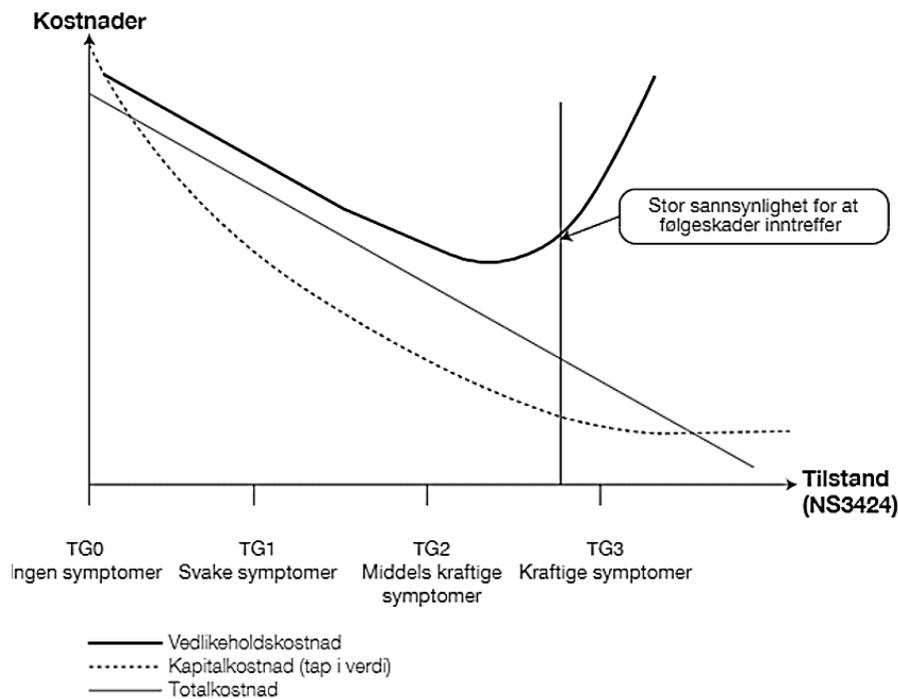
Figur 4: Ulike vedlikeholdsbehov over byggets levetid (Bjørberg, 2008) Appendiks 1 s. 33.

Haugen, et al. (2020) viser til 2 ulike vedlikeholdsstrategier, der den første er akuttmodellen. Her gjennomføres vedlikehold etter at det er meldt inn behov eller klager fra brukeren. Det er derfor ikke gjort en helhetlig tilstandsvurdering av bygget, vedlikeholdsbudsjettet brukes uten at det er planlagt og aktiviteter gjennomføres uten at det totale vedlikehold- og utviklingsbehovet er kartlagt.

Den andre strategien handler mer om å gjennomføre vedlikehold basert på en helhetlig vurdering av økonomi og behov (Haugen, et al., 2020). Modellen involverer det strategiske, taktiske og operative nivået av eiendomsforvaltning.

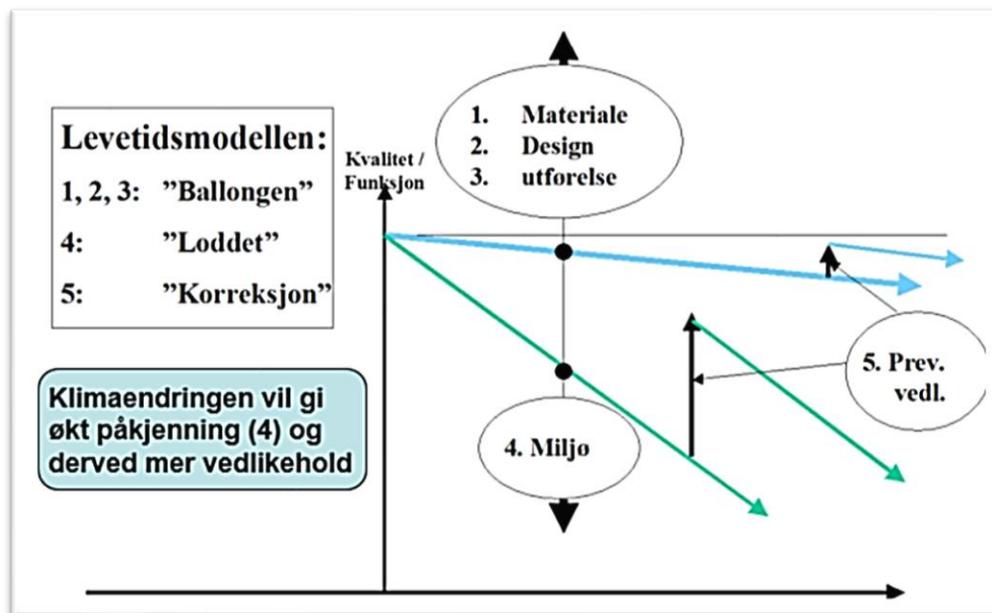
Det er sentralt å bestemme hvor mye slitasje man kan tillate til vedtatt strategi (Valen, et al., 2011). Ambisjonsnivå og akseptnivå for tilstand vil variere fra bygg til bygg. Eksempler på akseptkriterier er lover og forskrifter, funksjonskrav, estetikk og innemiljø.

Figur 5 viser sammenhengen mellom vedlikeholdskostnader og byggets verdi, sett i sammenheng med ulike tilstandsgrader (TG) (Valen, et al., 2011). Vi ser at desto høyere tilstandsgraden er desto lavere har vedlikeholdskostnadene vært, noe som også korrelerer med et verditap. Denne sammenhengen gjelder helt til det skjer et knekkpunkt i grafen rundt (TG=1,8-2,5). Her vil det lave nivået av vedlikeholdskostnader føre til følgeskader som gir store negative økonomiske konsekvenser. Dette kan trekkes opp mot strategien «akuttmodellen». Her gjøres det lite preventivt vedlikehold, som fører til at tilstandsgradene på bygningskomponentene er høye før de vedlikeholdes. Da er risikoen for følgeskader og forhøyede kostnader store.



Figur 5: Vedlikeholdskostnader ved ulike tilstandsgrader (Valen, et al., 2011)

Bjørberg (2021) illustrerer faktorer som påvirker kvalitet/funksjon for bygninger gjennom levetiden. I byggeprosessen er det sentralt å ta hensiktsmessige valg innenfor material og design, og deretter ha en utførelse som samsvarer med planen. Disse faktorene er omtalt som «ballongen». Jo mer luft som fylles fra start, desto bedre holder ballongen seg flyvende gjennom levetiden. Videre vil kvaliteten bli negativt påvirket av miljøet rundt. Virkemiddelet anlegget har for å øke kvaliteten i driftsfasen er preventivt vedlikehold, også omtalt som «korreksjon».



Figur 6: Levetidsmodellen (Bjørberg, 2021)

2.3 Livssyklus kostnader for bygninger

Livssyklus kostnader (LCC) er alle kostnadene som påløper fra ideen av å bygge et nytt bygg, gjennom alle fasene i byggeprosessen, driften av bygget og til slutt rivning/gjenbruk av bygningsmassen (Haugen, et al., 2020).

I NS 3454: (2013) defineres livssyklus kostnader som kapitalkostnad pluss årlige drift, forvaltning, utvikling og vedlikeholdskostnader gjennom byggets levetid (Standard Norge, 2013). Modellen er delt opp i følgende underposter:

Tabell 2: Livssyklus kostnader i byggverk (Standard Norge, 2013)

Kostnadskategori	Beskrivelse
1. Kapitalkostnad	Prosjektkostnad, rivning og restverdi ved salg
2. Forvaltningskostnad	Skatter, avgifter, forsikringer og administrasjon
3. Driftskostnad	Drift, renhold, energi, sikkerhet
4. Vedlikeholdskostnad	Prosjekter for å opprettholde funksjon
5. Utviklingskostnad	Ombygginger og endringer av bygget som følge av indre eller ytre faktorer
6. Ledig	Tap som kommer av at aktiviteter og tekniske anlegg svikter
7. Service-kostnader	Kantine, resepsjon, IT og andre tilleggsfunksjoner
8. Potensial i eiendom	Ombygging, påbygging eller tilbygg.
9. Ledig	

Det vil være hensiktsmessig å beregne en årskostnad for bygget for å kunne belyse konsekvenser av investeringen (Hansen, 2019). Man kalkulerer årskostnaden ved først å beregne nåverdien til livssyklus kostnadene. Deretter fordeler man denne levetidskostnaden ut som en fast annuitet gjennom hele levetiden til bygget. Beregning av livstids- og årskostnaden gir beslutningstakeren et nyttig verktøy for å optimalisere finansieringsnivå, materialer, tekniske løsninger, kvalitet og FDVU-plan.

2.3.1 Kapitalkostnad

Kapitalkostnaden består av investeringen som kreves for å anskaffe eiendommen og restkostnaden ved endt levetid (Standard Norge, 2013). Dette inkluderer anskaffelseskostnad, tomtekostnad, nybygg, hovedombygginger og restkostnader.

Anskaffelseskostnaden omfatter alle kostnadspostene som inngår i å realisere et byggeprosjekt, og er underkategorisert i NS 3453: 2016 (Standard Norge, 2016). Spesifikasjon av kostnader i et byggeprosjekt er gitt ved følgende tabell:

Tabell 3: Spesifikasjon av kostnader i et byggeprosjekt (Standard Norge, 2016)

Kategori	Innhold
0. Marginer og reserver	
1. Felleskostnader	Rigging, drift osv.
2. Bygning	Grunn, fundament, bæresystemer, vegger, tak osv.
3. VVS	Sanitær, varme, brann, kulde osv.
4. Elkraft	Generelle anlegg, høyspent, lys, varme osv.
5. Tele og automatisering	Data, tele, lyd, bilde, automatisering osv.
6. Andre installasjoner	Heiser, rulletrapp, avfall, sjakter osv.
Huskostnad	Sum 1-6
7. Utendørs tekniske installasjoner	Terreng, utendørs tekniske installasjoner osv.
Entreprenøskostnad	Sum 1-7
8. Generelle kostnader	Programmering, prosjektering, administrasjon osv.
Byggekostnad	Sum 1-8
9. Spesielle kostnader	Inventar, utstyr, tomt, finansiering, salg, mva. osv.
Prosjektkostnad	Sum 1-9

I tillegg kommer tomtkostnad, hovedombygginger og restverdi under kapitalkostnad (Standard Norge, 2013). Restverdien er gitt ved den verdien eiendommen har ved slutten av analyseperioden, og markeres med negativt fortegn i kostnadsanalysen. I situasjoner der analyseperioden er like lang som levetiden til bygget er restverdien gitt ved 0.

2.3.2 FDVU-kostnader

FDVU-kostnader er en samlebetegnelse på alle kostnader som omfatter det å forvalte, drifte, vedlikeholde og utvikle en eiendom (Hansen, 2019). Tabell 4 viser hoved-kostnadspostene i driftsfasen til et bygg (Standard Norge, 2013).

Tabell 4: Oversikt over FDVU-kostnader (Standard Norge, 2013)

2	3	4	5	6
Forvaltningskostnader	Drifts- og vedlikeholdskostnader	Utskiftings- og utviklingskostnader	Forsyningskostnader	Renholdskostnader
21 Skatter og avgifter	31 Drift	41 Utskifting	51 Energi	61 Regelmessig renhold
22 Forsikringer	32 Vedlikehold	42 Utvikling	52 Vann og avløp	62 Periodisk renhold
23 Eiendomsledelse og administrasjon	33 Reparasjon av skader	43	53 Renovasjon	63 Ekstraordinært renhold
24	34	44	54	64 Rengjøringsrelaterte oppgaver
25	35	45	55	65
26	36	46	56	66
27	37	47	57	67
28	38	48	58	68
29	39	49	59	69

Delkapittelet går videre inn på hvilke faktorer som påvirker kostnadspostene i FDVU-oversikten. Disse faktorene kan senere være sentralt å knytte opp mot resultater i LCC-analysene.

2.3.2.1 Forvaltningskostnad

Under forvaltningskostnader ligger eiendomsledelse, økonomisk styring og administrasjon (Standard Norge, 2013). Dette omfatter skatter og avgifter, ulike forsikringer og diverse kostnadsposter tilknyttet eiendomsledelse og administrasjon. Skatter og avgifter varierer sterkt fra kommune til kommune, og inneholder blant annet eiendomsskatt og feieavgift (Bjørberg, et al., 2007). Avgifter for renovasjon og vann og kloakk er riktignok kategorisert som forsyningskostnader. Byggets verdi, lokalisering, risikoklasse og type forsikringselementer påvirker årskostnaden til forsikringen.

2.3.2.2 Drift- og vedlikeholdskostnad

Drift- og vedlikeholdskostnader omhandler kostnader som er med på å opprettholde bygningskomponentenes funksjonalitet over en forventet levetid (Standard Norge, 2013). Hovedelementene i kostnadskategorien er drift, vedlikehold og reparasjon av skader. Driftskostnadene dekker daglig drift, ettersyn av tekniske installasjoner og løpende vedlikehold (Bjørberg, et al., 2007). Kostnadsnivået vil kunne variere stort ved ulike materialkvaliteter, omfang av teknisk utstyr osv. Vedlikehold som inngår i drift- og vedlikeholdskostnader er forebyggende og planlagte tiltak for å sikre funksjonen til bygningskomponentene (Standard Norge, 2013). Dette omhandler mindre inngrep som

utskiftning av enkelte fliser, eller enkelte deler av tak- og bordkledning (Bjørberg, et al., 2007).

Reparasjon av skader består i større grad av reparasjoner som skjer sjeldnere enn hvert år, og skyldes uforutsette ytre påvirkninger. Eksempler er skader som skyldes hærverk, vær og vind, snøbelastning og vannskader.

2.3.2.3 Utskiftnings- og utviklingskostnader

Utskiftnings- og utviklingskostnader omfatter utskiftning av bygningsdeler for å opprettholde byggets verdi, eller gjennomføring av utviklingstiltak som imøtekommer nye krav og behov fra interne og eksterne interessenter (Standard Norge, 2013). Utskiftingskostnadene kan for eksempel omhandle utskifting av fasadekledning, vinduer, gulvbelegg, pumper og ventilasjonsanlegg. Utviklingskostnader handler mer om oppgradering av eksisterende installasjoner, tillegge nye funksjoner og legge til rette for nye behov. Et eksempel på hver delkategori er etterisolering, legge til heis i bygget og flytting av skillevegger.

2.3.2.4 Forsyningskostnader

Forsyningskostnader omfatter kostnader til energi, vann og avløp og renovasjon (Standard Norge, 2013). Kostnadsnivået til energiposten er avhengig av Planløsning/arkitektur/materialer, tekniske installasjoner, temperatur og brukerintensitet (Bjørberg, et al., 2007). Tabell 5 viser til påvirkningsfaktorer for energibruk i bygninger.

Tabell 5: Faktorer som påvirker energikostnadene til bygg (Bjørberg, et al., 2007)

Planløsning/arkitektur/materialer	Beliggenhet Form og størrelse Fasadeutforming, vinduer, isolasjon
Tekniske installasjoner	Belysning Ventilasjonssystem Varmeanlegg Varme- og energikilder Kjøleanlegg Heis
Temperatur	
Brukerintensitet	

Vann og avløp avregnes som oftest etter forbruk, og renovasjonskostnaden avhenger av byggkategorien og renovasjonstjenesten (Bjørberg, et al., 2007). Enhetskostnaden for vann og avløp varierer også mye mellom kommuner (Sticos, 2021).

2.3.2.5 Renholdskostnader

Renholdskostnader beskrives som kostnader som knyttes til gjennomføring av renholdsaktiviteter (Standard Norge, 2013). Renhold kan deles inn i regelmessig renhold, periodisk renhold, ekstraordinært renhold og andre renholdsrelaterte oppgaver. Kostnadsposten beskrives som den største i ordinære bygninger, med en prosentandel på 25-30% av de totale FDVU-kostnadene (Bjørberg, et al., 2007). Den varierer med hyppighet, enhetstid, timepris og areal. Renholdsvennlighet er et stikkord som kan brukes for å forklare hvordan et bygg kan redusere kostnaden. Tabell 6 gir informasjon om ulike faktorer som påvirker renholdskostnaden.

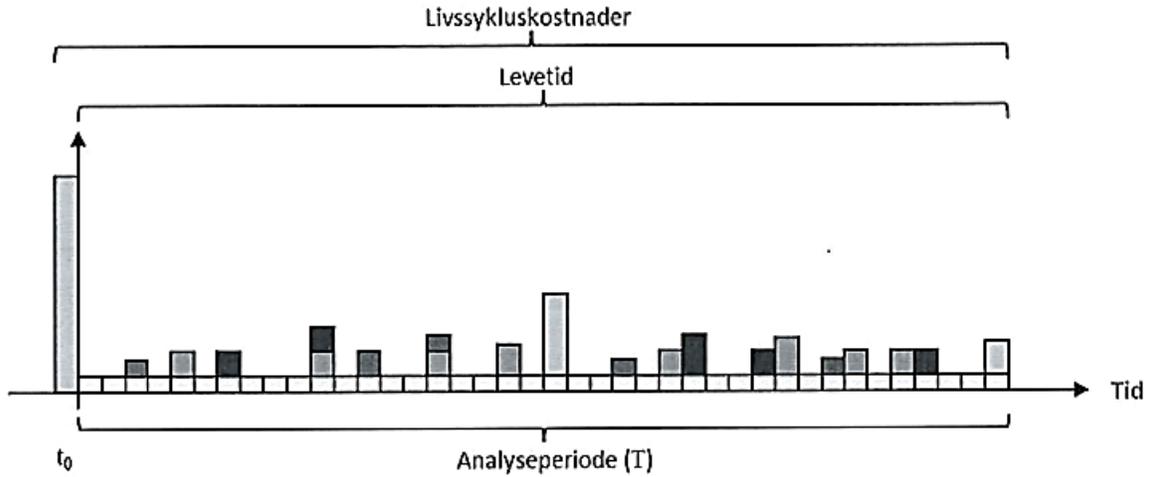
Tabell 6: Ulike faktorer som påvirker renholdskostnaden til bygg (Bjørberg, et al., 2007)

Planløsning	Arealkategorier Inngangsparti Rominndeling Kommunikasjonsveier Korridorbredder
Detaljløsninger	Fasader Søylar, trapper, glasspartier og listverk Vinduer Dørbredder og terskler Plassering av dørstoppere Møbler og innredningsdetaljer Rørføring i våtrom Sanitærutstyr Radiatorer/panelovner
Overflatematerialer	

2.3.3 Kalkulasjonsmetodikk for LCC-analyser

Videre gjengis kalkulasjonsmetodikken fra NS 3454:2013 (Standard Norge, 2013).

Livssyklus kostnadene til et bygg beregnes for en gitt analyseperiode (T). Basisåret (t_0) er tidspunktet de årlige kostnadene blir diskontert til. Modellen ser følgende ut:



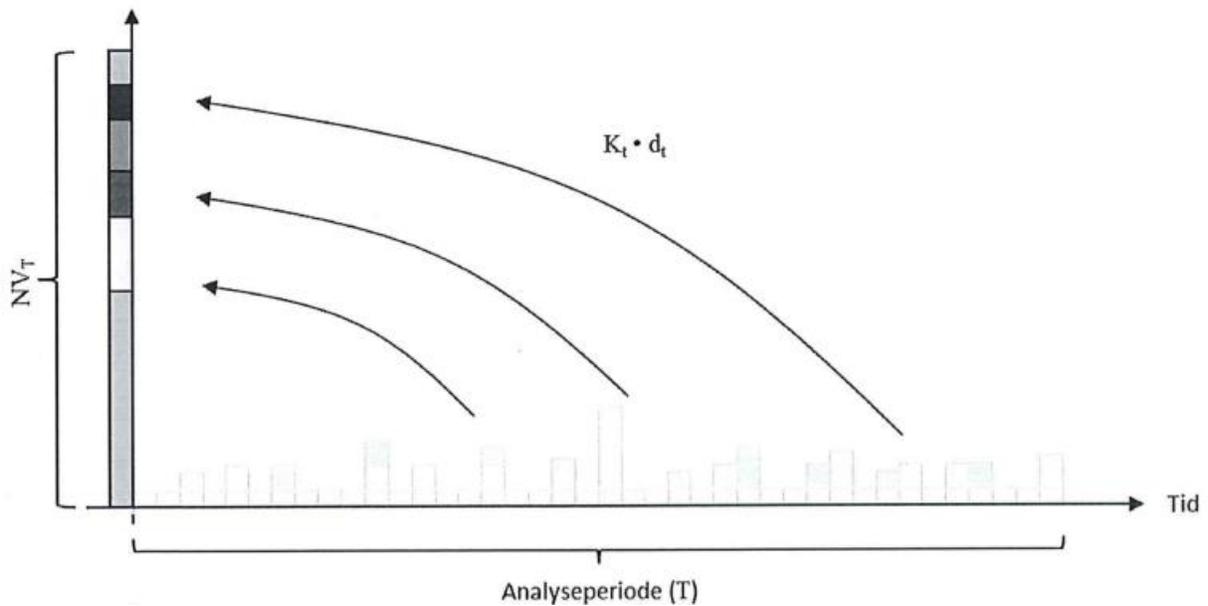
Figur 7: Modell for livssyklus kostnader (Standard Norge, 2013)

Nåverdi (NV) beregnes ved å diskontere fremtidige kostnader (K_t) ved hjelp av en diskonteringsfaktor (d_t). Diskonteringsfaktoren er gitt ved følgende formel:

Formel 1: Formel for diskonteringsfaktor (Standard Norge, 2013)

$$d_t = \frac{1}{(1+r)^t} = (1+r)^{-t}$$

Nåverdiene summeres opp til en felles nåverdi for analyseperioden (NVT).



Figur 8: Neddiskonterte livssyklus kostnader (Standard Norge, 2013)

Figuren er gitt ved formelen:

Formel 2: Nåverdi av fremtidige kontantstrømmer (Standard Norge, 2013)

$$NV_t = \sum_{t=0}^T K_t * d_t$$

Årskostnaden er gitt ved å fordele NVT ut over hele analyseperioden som en annuitet. Kostnader som allerede ikke er korrigert for prisvekst må korrigeres i henhold til gjeldende prisvekst. I beregningene har kostnader positivt fortegn, mens restverdi og besparelser har negativt. Annuitetsfaktoren (a) er gitt med formelen:

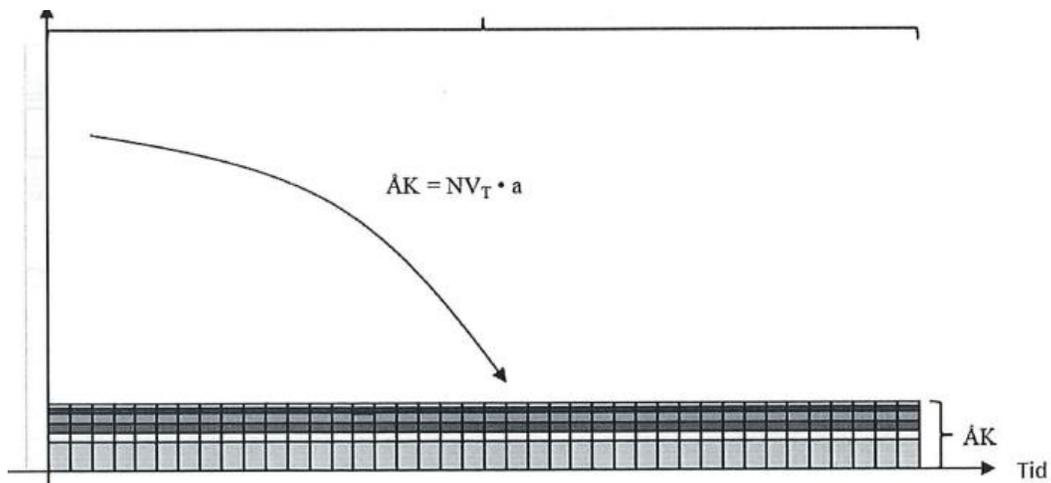
Formel 3: Formel for annuitetsfaktor (Standard Norge, 2013)

$$a = \frac{r}{1 + (1 + r)^{-T}}$$

Man finner deretter årskostnaden (ÅK) ved å multiplisere nåverdien med annuitetsfaktoren. Figur 9 illustrerer fordelingen av årskostnad over byggets levetid.

Formel 4: Formel for årskostnad (Standard Norge, 2013)

$$\text{ÅK} = NV_T * a$$



Figur 9: Fordeling av årskostnad over byggets levetid (Standard Norge, 2013)

2.3.3 Anvendelse av livssyklusanalyser

Dette delkapittelet vil forsøke å samle relevant litteratur knyttet til bruk av LCC og LCA i bygg- og anleggsnæringen. Hva er status? Resultatet vil kunne gi en pekepinn på hvilke huller som finnes i forskningsfeltet i tillegg til å gi nytt kunnskap knyttet til videre empiri i oppgaven.

Meistad, et al. (2013) undersøkte status for anvendelse av metoder for livssyklus kostnads-beregninger i den offentlige byggeindustrien i Norge. Resultatene baserte seg på kvalitative undersøkelser av politiske ledere og ledere i FM-organisasjoner. Styring av bygningsportoføljer og eiendomsforvaltning har en høy prioritet i det offentlige. Likevel finner studien ut at LCC er fraværende i langsiktig planlegging av eksisterende bygninger, og begrenset brukt i nye og utviklede prosjekter. Fordelene av å bruke langsiktige kostnadsmodeller er blant annet å belyse arealeffektivitet, energieffektivitet og behovet for personell i det gitte prosjektet. Dette er momenter som er kritisk å rapportere til beslutningstakere, slik at de kan iverksette bærekraftige løsninger.

En tysk studie gjennomførte en systematisk litteraturstudie for å adressere hvordan «Life Cycle Sustainability Assessment» (LCSA) er brukt i studier relatert til byggesektoren (Backes & Traverso, 2021). Her er LCC en av tre hovedelementer, på lik linje som måleverktøy for sosial og miljømessig bærekraft. Kvantitativ-kvalitativ innholdsanalyse ble brukt på 171 fagfelleurderte studier fra 2010-2021, for å besvare problemstillingen. Det understrekes at det mangler en konsistent tilnærming til analysene, ved at den eksplisitte LCC-metoden sjeldent blir fulgt punktlig. Navn og relevante kostnadselementer varierer stort mellom studiene. 42% av studiene brukte netto nåverdi som en indikator, 10% brukte prosjektkostnaden, mens resten brukte andre definisjoner. Avskrivninger var i mindre grad inkludert i studiene, og det manglet referanser til de sosiale og miljømessige pilarene.

Rasmussen, et al. (2020) undersøkte ulike drivere, barrierer og utviklingsbehov for LCA i den nordiske bygg- og anleggssektoren. Svarene baserte seg på 223 profesjonelle individer fra bygg- og anleggssektoren. Paperet konkluderte med at manglende insentiver og mangel på data og informasjon var hovedbarrierene for å implementere LCA.

3 Metode

Metode omhandler ulike strategier for å frembringe gyldig og troverdig kunnskap om virkeligheten (Jacobsen, 2015). Sentralt i strategien vil utvikling av problemstilling, undersøkelsesdesign, metodevalg, innsamling og analyse av data stå sentralt. Ved å anvende hensiktsmessige metoder kan vi frembringe informasjon om virkeligheten som er interessant og troverdig. Dette delkapittelet vil inneholde en kombinasjon av teori og anvendt metode.

3.1 Undersøkelsesdesign

Undersøkelsesdesign omfatter planen for hvordan forskningen legges opp for å besvare problemstillingen, og har store konsekvenser for undersøkelsens eksterne og interne gyldighet (Jacobsen, 2015). Intern gyldighet beskrives som hvilken grad funnene gir en virkelighetsnær beskrivelse, mens ekstern gyldighet handler om hvorvidt funnene kan generaliseres.

For å besvare problemstillingen er det tatt utgangspunkt i en flercasestudie, også kalt sammenliknbare caser. En casestudie defineres som å dykke dypere inn i en enkelt situasjon begrenset av tid og rom (Jacobsen, 2015). Casestudier egner seg godt til å besvare eksplorerende problemstillinger, noe som er hensiktsmessig i denne studien. En flercasestudie har i tillegg egenskapen av å trekke konklusjoner på tvers av casene (Yin, 2007). Dette kan gi grunnlag for å generalisere fenomener innad i casene (Jacobsen, 2015). Utvalget av caser kan både basere seg på å identifisere mest like eller mest ulike caser.

Undersøkelsen vi har et intensivt opplegg. Dette betyr at den vil gå i dybden på fenomenet for å undersøke hvordan virkeligheten fungerer (Jacobsen, 2015). Dette er et hensiktsmessig design fordi problemstillingen har behov for dybde og nyanser. Ut ifra hvor ressurskrevende intensive opplegg er, vil det ofte være fordelaktig å fokusere på få enheter. Opplegget er derfor preget av mange variabler og få enheter. Enhetene i undersøkelsen er store bade- og svømmeanlegg som er bygd etter 2000 i Norge. Hensikten er å kartlegge anleggenes livssyklus kostnader basert på faktiske kostnader. Særegenheter i kostnadsstrukturen vil også bli undersøkt. Dybdeintervjuer med de analyserte badene vil bli anvendt for å innhente kostnadsinformasjon og kvalitativ informasjon.

3.2 Kvalitativ eller kvantitativ metode

Kvalitativ og kvantitativ metode er to ulike vitenskapelige tilnærminger for empiri (Jacobsen, 2015). Hovedforskjellen handler om at kvalitativ metode tar utgangspunkt i muntlig og skriftlig informasjon, og

søker forståelse av et fenomen. Kvantitativ handler mer om innsamling av data i form av tall, og fokuset ligger mer i å belyse sammenhenger. Dette krever god forhåndskunnskap til tema som undersøkes, og en klar problemstilling. Utvalgte fordeler og ulemper for de ulike tilnærmingene er oppgitt i tabellen under.

Tabell 7: Kvalitativ og kvantitativ metode (Jacobsen, 2015)

	Kvalitativ	Kvantitativ
Fordeler	Åpenhet, nærhet og relevans Nyanserikdom Fleksibilitet som følge av lav prestrukturering	Oversiktlig Høy presisjon Generalisering Lett å overholde en kritisk avstand
Ulemper	Ressurskrevende Generaliseringsproblem Komplexitet Nærhet kan hemme kritisk refleksjon Undersøkelseeffekt Overflod av informasjon	Virkelighetsfjernt Avstand kan gi lav forståelse Rigiditet som en følge av høy prestrukturering Undersøkelseeffekt som følge av strukturen til spørsmålene

En kombinasjon av tilnærmingene kan berike undersøkelsen og nøytralisere ulempene ved den enkelte tilnærming (Jacobsen, 2015). Et eksempel på metodetriangulering er å starte med en kvalitativ tilnærming for å utvikle ny kunnskap, som igjen kan legge grunnlag for utforming av et kvantitativt forskningsopplegg. Dette kan også gjøres motsatt ved å bruke en kvalitativ tilnærming for å bygge forståelse rundt resultatene fra en kvantitativ studie.

I denne undersøkelsen er lagt til grunn et intensivt design for å besvare en mer eksperimentell problemstilling. I et slikt tilfelle vil det hovedsakelig være fordelaktig å samle inn kvalitativ data, på grunn av dets fordeler i form av fleksibilitet, nyanserikdom og relevans. Det vil også være fordelaktig å komplimentere dataen med kvantitativ data. Dette er fordi det er kvantitativt kostnadsdata som gir best grunnlag for å analysere livssyklus-kostnadene til badene. Derfor kan det konkluderes med at undersøkelsen vil anvende en miks av kvalitative og kvantitative metoder. Kvalitativ data vil gi grunnlag til å fange opp respondentenes kunnskap og refleksjon, mens den kvantitative dataen vil gi grunnlag for kostnadsanalysen. Neste delkapittel vil gå nærmere inn på metodeverktøy som vil bli anvendt.

3.2 Metodeverktøy

3.2.1 Intervjuer

Intervjuer er en intensiv metode som går på å fange opp kvalitativ eller kvantitativ data gjennom å ha en dialog med respondenten (Jacobsen, 2015). Dialogen kan blant annet skje ansikt til ansikt, over telefon, chat eller e-post. Intervjuer er en passende metode for undersøkelsesopplegget fordi det er relativt få enheter som undersøkes, og det kan gi detaljert informasjon om hver case.

3.2.1.1 Utvalg av enheter

Det ble valgt ut fire mulige bad i prosessen, og det var realistisk å få sammenliknbare data fra tre av disse. Badene ble hovedsakelig valgt ut på bakgrunn av tilgjengelighet. SIAT hadde hatt tidligere forskningsprosjekt med badene, noe som gjorde det lettere å få innpass til en ny undersøkelse. Det var også et fokusområde at badene skulle ha ulike organisasjonsstruktur. Et av badene var privat eid, et var kommunalt, og et var styrt som et kommunalt foretak (KF) med en FDVU-avtale med kommunen, og siste var et aksjeselskap (AS) der 80% var eid av kommunen. Formålet med dette mangfoldet var å undersøke ulike særtrekk på tvers av ulike styringsformer.

En kontaktperson ble kontaktet på e-post med informasjon om meg og prosjektet, hensikten med undersøkelsen og praktisk informasjon om intervjuet. Kontaktpersonene var enten daglig leder, direktør eller økonomiansvarlig for badene. Etter at forespørselen var godtatt fikk de en mer detaljert beskrivelse av hvilken informasjon som var etterspurt. Det ble også signalisert at det kunne vært hensiktsmessig å inkludere teknisk leder og controller/økonomiansvarlig i intervjuet. Dette er for sikre at den nødvendige kompetansen var til stede.

3.2.1.2 Struktur av intervju

Det ble gjennomført intervjuer med de valgte badene for å samle inn nødvendig data til analysen av livssyklus kostnader. I tillegg ble respondentene spurt om deres erfaringer og tanker rundt de aktuelle hypotesene bak forskningsspørsmålene. Intervjuguiden ble inndelt i temaene anleggsinformasjon, drift, kapitalkostnad og FDVU-kostnad. De fleste spørsmålene ble kategorisert som lukkede spørsmål, som for eksempel spørsmål om energikilder, anleggsstørrelse, teknisk anlegg, spesifikke kostnader osv. Lukkede spørsmål defineres som spørsmål med et predefinert svar (Jacobsen, 2015). Unntaket var da det ble stilt åpne spørsmål om ulike særtrekk knyttet til bade- og svømmeanlegg. Her ble intervjuobjektene oppfordret til diskusjon. Detaljert intervjuguide finnes i vedlegg 1.

Intervjuguiden etterspurte kvantitative data fra 2014-2021 i henhold til strukturen i NS 3454:2013 livssyklus kostnader for byggverk. Respondentene fikk anledning til å fylle inn denne dataen i forkant eller etterkant av intervjuet. Grunnen til dette var det krevde et dypdykk i historiske data, noe vi ikke hadde tid til under intervjuet. Prosessen med å fylle ut dette skjemaet var preget av kommunikasjon frem og tilbake. Spesielt estimering av lønnskostnader til renhold og eiendomsledelse var problematisk fordi kostnadene ikke var skilt ut i regnskapet. I slike tilfeller fikk respondenten beskjed om å estimere en fordelingsnøkkel etter beste evne.

Intervjuene ble gjennomført over Teams på grunn av geografiske barrierer, og varte fra 35 – 60 minutter. Et samtykkeskjema ble sendt ut til alle intervjuobjektene i forkant av intervjuet. Skjemaet inkluderte beskrivelse av prosjektet, etterspurt data, dokumentasjon og metadata, lagring og behandling av materiell og personvern. Dette ble signert i forkant av intervjuet. Det ble gjort videoopptak av alle intervjuene ved hjelp av video-funksjonen i Teams. Jeg noterte i tillegg i stikkordsform under intervjuene for å ha et bedre grunnlag til å stille oppfølgingsspørsmål underveis.

3.2.1.3 Analyse av datasett

Etter at mottatt informasjon er dokumentert er det i kvalitative undersøkelser sentralt å utforske materialet (Jacobsen, 2015). Dette gjør at vi kan finne sammenhenger i informasjonen som gir grunnlag til å avdekke mønstre, spesielle avvik eller underliggende årsaker til en hendelse.

Det ble foretatt en innholdsanalyse av den kvalitative dataen fra intervjuet. Denne analysen baserer seg på dele opp dataen i ulike underkategorier (Jacobsen, 2015), som senere blir brukt for å finne sammenhenger i informasjonen på tvers av casene. I første omgang ble underkategoriene oppdelt etter strukturen i intervjuguiden. Det ble senere opprettet andre-syklus kodinger som inneholdte informasjon om vedlikehold, eiendomsledelse, bygningskader og andre sammenliknbare refleksjoner som kom frem gjennom de åpne spørsmålene. Sammenhengene i informasjonen ble forsøkt funnet ved å se på sammenhengen mellom den kvalitative informasjonen og LCC-analysen. For eksempel «Er vedlikeholdsstrategien til bad 2 grunnen til at de har en høyere drift- og vedlikeholdskostnad enn bad 1?». Her kommer informasjon om vedlikeholdsstrategien fra de kvalitative spørsmålene, mens årskostnaden var kalkulert ut ifra den kvantitative dataen.

Den kvantitative kostnadsdataen ble analysert i henhold til kalkulasjonsmetodikken i NS 3454: 2013 livssyklus kostnader for byggverk. Kostnadene ble summert opp i hovedpostene forvaltningskostnader, drift- og vedlikeholdskostnader, utviklingskostnader, forsyningskostnader og renholdskostnader. Dette

ble igjen summert opp i årlige kostnader. De årlige kostnadene ble justert etter inflasjon og oppgitt i 2021-verdi. Gjennomsnittet av alle kostnadene ble deretter brukt som grunnlag for å estimere årlige kostnader som ligger utenfor datagrunnlaget.

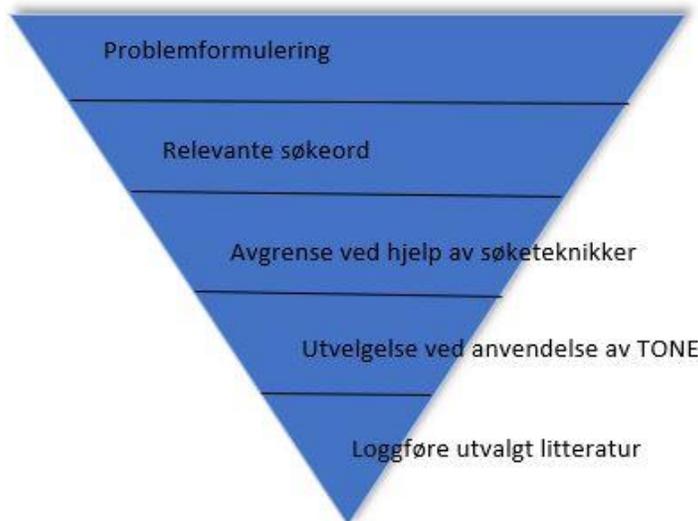
3.2.2 Dokumentanalyse

Dokumentanalyser gir innsikt og informasjon knyttet til forhold man ønsker å studere (Johannesen et al., 2016). Dette materialet kan være av stor betydning fordi det kan inneholde relevant fakta og ytringer. Slike undersøkelser er relevante når det er problematisk å innhente primærdata, eller når vi ønsker å finne ut hva mennesker har sagt og gjort. For å sikre troverdighet til materialet er det naturlig å stille kritiske spørsmål til hvem som har gjort undersøkelsene og hvordan de er gjennomført.

Dokumentanalyse ble brukt som et supplement til informasjonen som er hentet inn ved intervju. Intervjuobjektene ble informert om intervjuguiden på forhånd, og sendte derfor en rekke relevante dokumenter. Dette omfattet besøksstatistikk, detaljert informasjon om bassengene, driftskalkyler, oversikt over FDVU-kostnader, energiforbruk, driftsrutiner mm. Det ble også sendt noen dokumenter i etterkant av intervjuene der det var nødvendig. Badelandene.no er en bransje-organisasjon som jobber med å tilføre kunnskap på tvers av bade- og svømmeanlegg i Norge (Badelandene, u.å). Etter et møte med koordinatoren for denne organisasjonen fikk jeg tilsendt en grov kostnadsstatistikk for deres 35 anlegg. Dette materialet ble analysert og brukt som en kvalitetssikring for intervjuene. Det skal likevel nevnes at kostnadsoversikten ikke skilte mellom bygningsspesifikke kostnader og kostnader som gikk på kjernevirksomheten. Det gjorde det problematisk å gjennomføre livssyklus kostnadsanalyser med grunnlag i materialet.

3.2.3 Litteraturstudie

Litteraturstudie beskrives som en systematisk innhenting og analyse av studier innenfor et forskningsområde (Snyder, 2019). Dette gjøres for å avdekke hvilken kunnskap som finnes og hva slags metoder som er anvendt i tidligere studier (Johannesen et al., 2016). I tilknytning til denne oppgaven vil litteraturstudie bli brukt til å definere begrep og terminologi, avdekke hull i dagens litteratur og gi et bedre grunnlag til å besvare problemstillingen. Figur 10 illustrerer metodikken ved å planlegge, gjennomføre og loggføre resultater fra et litteratursøk, og er basert på Johannesen et al. (2016).



Figur 10: Tilnærming til litteraturstudie, egenprodusert basert på Johannesen, et al., (2016)

Hensikten med litteraturstudiet i oppgaven er å definere ulike konsepter som er knyttet til problemstillingen, og undersøke relevant forskning som er gjort innenfor feltet. Det er hovedsakelig to teoretiske problemstillinger som er undersøkt ved hjelp av litteraturstudie. Særtrekk ved bade- og svømmeanlegg og status for anvendelse av livssyklusvurderinger av byggeprosjekter.

Databasene Google scholar, Scopus og Gode idrettsanlegg er tatt i bruk for å finne relevant litteratur. Det er i tillegg hentet offentlige dokumenter fra regjeringen.no, Direktorat for forvaltning økonomistyring, kommunale innsynsløsninger og Norsk standard.

De viktigste søkeordene som ble brukt i litteratursøket er listet opp under. Ulike sammensettinger og oversettelser ble brukt for å finne egnet referanser.

- Idrettsanlegg
- Særtrekk
- Bade- og svømmeanlegg
- Svømmeanlegg
- Livssyklus kostnader/ LCC
- Investeringskostnad
- Driftskostnader
- Suksessfaktorer

- Driftsfase

Avgrensninger i litteratursøket er gjort ved hjelp av:

- Nøkkelord, der anførsel er benyttet for søke på flere ord
- Søkemotorens egne filtre for å skille ut litteratur med ønskede årstall, språk, fagfellevurdert.
- Booleske operatorer som kan avgrense søket, som AND/OG, OR/ELLER og NOT/IKKE.

Kildene som er funnet er vurdert etter TONE-kriteriene, anbefalt av NTNU (NTNU, u.å). TONE er en forkortelse av troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet. Ved å ta bruk dette rammeverket vurderes forfatterens anerkjennelse, kunnskap, stilling og utdanning. I tillegg dekkes kildenes evne til å se helhetsbildet, om kildene er oppdatert og om deres relevans for oppgaven.

3.5 Relabilitet og validitet

For at empirien i størst grad skal representere virkeligheten er den avhengig av å tilfredsstillende visse krav for gyldighet og troverdighet (Jacobsen, 2015). Validitet handler om hvor gyldig og relevant metoden er, og kan deles i intern og ekstern gyldighet. Intern gyldighet omhandler graden av dekning vi har i de konklusjonene som trekkes. Ekstern gyldighet sier mer om overførbarheten til andre lignende situasjoner, ofte omtalt som generalisering. Relabiliteten til en undersøkelse gir uttrykk for troverdigheten til prosessen, og påvirkes mye av valg og gjennomføring av metode.

3.5.1 Intern gyldighet

Først og fremst baserer LCC-analysene seg på historisk data over en gitt periode (6-7 år). Av den grunn kan det være kostnadsnivåer i dataen som ikke er representative for fremtidig estimering. Covid-19 pandemien kan ha påvirket tallene for 2020 og 2021. I denne perioden hadde badene et begrenset antall åpningsdager i forhold til et normalår, noe som spesielt kan ha påvirket forsyningskostnadene til anlegget positivt. På en annen side kan det tenkes at badene har utnyttet driftsstansen med å foreta vedlikehold på anlegget. Dette kan ha økt nivåene for drift og vedlikehold, og utvikling.

Angående litteraturstudien er det også begrenset med litteratur som henvender seg direkte til bade- og svømmeanlegg. Derfor vil mye av teorien basere seg på generell anleggsteori og til dels rette seg mot idrettsanlegg. Dette kan redusere validiteten til litteratursøket. Dette gjelder spesielt litteraturen som baserer seg på fasilitetsstyring og livssyklus kostnader.

3.5.2 Ekstern gyldighet

Forskningsdesignet baserer seg på få enheter og mange variabler. Dette gjør det er problematisk å generalisere resultatene til eksterne enheter. Enhetene i studien kan være ekstremverdier som ikke representerer gjennomsnittet.

3.5.3 Pålitelighet

Videre har undersøkelsene vist at oppsettet i NS-3454: 2013 er et ukjent oppsett for samtlige bad. Dette har gjort det vanskelig å overføre deres regnskapstall til kontoene i standarden. Derfor er det grunn til å tro at denne overføringen har gitt forskjeller på tvers av de ulike badene. Spesielt skille mellom drift og vedlikehold, og utskiftning og utvikling har vært utfordrende.

Ulike faktorer kan også ha påvirket svarene på intervjuene. Det at flere ansatte har deltatt sammen i intervjuene kan ha påvirket svarene deres. Spesielt avdekking av bygningsskader kan være et sårt tema som kommuniseres forsiktig. Meg som intervjuer kan også ha påvirket svarene til respondentene. På grunn av studiens ukjente tema var det behov for å utdype flere av spørsmålene.

3.6 Feilkilder

Det kan være ulike feilkilder som har påvirket resultatet i oppgaven, og dette må tas i betraktning. Inkludert i dette er avgrensningene av problemstillingen som kan ha redusert nøyaktigheten til oppgaven. I litteraturstudien kan det også hende at relevante kilder er oversett, ikke avdekket eller feiltolket. Enkelte forfattere har preget mye av teorien i oppgaven, noe som svekker objektiviteten.

4 Resultat

Resultatkapittelet vil bestå av LCC-analysene til de undersøkte badene, sammenlikning av anleggene og presentasjon rundt funnene som berører særtrekk for bade- og svømmeanlegg.

4.1 Forutsetninger og begrensninger for analysene

Analysene forutsetter en inflasjon på 2% og en kalkulasjonsrente på 4% gjennom hele analyseperioden. Alle enhetene vil beregnes med en levetid på 60 år for å få et best mulig sammenlikningsgrunnlag. Dette samsvarer med DFØ (2020) sine råd for forutsetninger i LCC-analyser.

Som nevnt i metodekapittelet var det fire bad som var aktuelle for videre analyse. Ut ifra dette utvalget var det to som hadde evnen til å gjennomføre intervjuer. Alle var villig til å bidra i undersøkelsen, men kompleksiteten gjorde det vanskelig for to av badene å levere ønsket data.

Bad 3 sine begrensninger:

- Veldig fragmentert struktur som gjorde det problematisk å samle sammen all data.
- Lav svarprosent på de ulike personene som hadde ønsket informasjonen.
- Ulike kostnadssystemer for ulike år, som gjorde det ressurskrevende for kontaktpersonen å hente ut informasjon lengre enn 2 år tilbake.

Bad 4 sine begrensninger:

- Kontaktpersonen mangler sentral informasjon om bygningsinformasjon og FDVU-kostnader.
- Store ombygginger de 10 siste årene som påvirker FDVU-kostnadene.

På grunn av vanskelighetene ved å få sammenliknbart datagrunnlag fra bad 3 og 4 har jeg valgt å gå videre med to bad. Dette var lite ønskelig, men nødvendig for å fullføre oppgaven innenfor tiden.

4.1 LCC-analyse, Bad 1

Metoden som ligger til grunn for analysen av bad 1 er et felles dybdeintervju med direktør, controller og teknisk leder av badet. I tillegg har controller fylt ut et skjema for FDVU-kostnader.

4.1.1 Informasjon om anlegget

Tabell 8 og 9 gir en oversikt over utvalgt bygningsinformasjon og driftsinformasjon for bad 1.

Informasjonen er ment som en introduksjon til badet, og vil gi grunnlag til videre drøfting.

Tabell 8: Bygningsinformasjon, bad 1

Byggeår	2001
Antatt levetid	50-60 år
Totalt m ² BTA for anlegget	16 000 m ²
Totalt bassengareal	2 300 m ²
Bassengareal/Totalt areal	14,4%
Primærmateriale i konstruksjonen	Mye bruk av betong og glass.
Type tak	Buet tak av betongelement med isolasjon.
Material i innvendig takbelegg	Betongdekke med støydempende plater.
Material i utvendig fasade	Mest glass, litt treverk og litt betong.
Gulvbelegg	Fliser og mest epoksybaserte fuger. Noe sementbaserte fuger i områder det er gjort reparasjoner. Fuktsperre under flisene.
Deck-level	Brukes i alle basseng, unntatt idrettsbassenget der vannet bare renner over på kortsiden.
Varmegjenvinning	Energi i gråvannet fra bassenget blir gjenvunnet. Dette forvarmer vannet som brukes til bassenget og tappevannet.
Rensesystem	Totalt 5 systemer, to som går på idrettsbassenget, et som går på velværeadelingen, et knyttet til ungdom og barneavdelingen, og et siste på opplæringsbassenget. De første 4 bruker sandfilter, mens opplæringsbassenget bruker glassfilter.
Ventilasjonsystem	4 Menerga-anlegg som reguleres etter temperatur og fuktighet.
Energikilder	Fjernvarme og elektrisitet

Tabell 9: Informasjon om drift, bad 1

Åpningstider inkludert utleie	Stort sett 06:00 – 24:00 i hverdage. Redusert åpningstid i helgene, ferier og helligdager
Drift av teknisk anlegg	Driftes hele døgnet.
Driftsstans i løpet av året	Ingen planlagte driftsstanser i løpet av året.
Varmeregulering i bassengene	Ulik temperatur i de ulike bassengene

4.1.2 Særtrekk for analysen

Forvaltningskostnader i analysen består av lønnsomkostnader knyttet til eiendomsledelse og noen markedsføringskostnader.

Foretaket utøver et annet system for vedlikehold- og utviklingskostnader enn det som er definert gjennom NS 3454: 2013. Drift og vedlikeholdsposten i analysen blir av den grunn en samlingspost med planlagte vedlikeholdsprosjekter, faste serviceavtaler og akutt vedlikehold. Fordelingsnøkkelen til postene er gitt ved 71%, 8% og 21%.

Utviklingskostnadene består av større utskiftingsprosjekter som var lett å skille fra vedlikehold i regnskapet. Kostnadsposten består også av verdier fra noen prosjekter som var aktivert i balansen.

Badet hadde en betydelig rehabilitering av det tekniske anlegget i 2017 og 2018. Hensikten var blant annet å bli mer energieffektive.

Renhold består av regelmessig og ekstraordinært renhold. Regelmessig renhold gjøres hovedsakelig av egne ansatte og er kalkulert med et årlig time-estimat.

4.1.3 Kapitalkostnader

Direktør av anlegget informerte om at anlegget kostet 270 000 000 i sin helhet i 2001. Dette beløpet vil i tillegg til nyinvesteringen på 80 000 000 i 2017 behandles som en kapitalkostnad i analysen. Tomten til anlegget eies av kommunen, og disponeres av foretaket gjennom en festeavtale. Festeavgiften er i 2022 på 530 000 kr i året. Det forutsettes at festeavgiften justeres årlig i henhold til inflasjonen

4.1.4 FDVU-kostnader

Tabell 10 gir en oversikt over årlige FDVU-kostnader fordelt på de aktuelle kostnadspostene. Årlig kostnad er vist i en summeringspost for hvert år, og varierer mellom 12 377 481 til 19 162 964 kr. Disse verdiene er oppgitt i 2021-verdi på bakgrunn av gjeldene forutsetninger for inflasjon. Gjennomsnittlig årskostnad er basert på de justerte årskostnadene og er på 13 940 688 kr. Dette beløpet er grunnlaget for estimering av fremtidige pengestrømmer.

Livssyklus kostnader for bade- og svømmeanlegg

Tabell 10: FDVU-kostnader, bad 1

Konto	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Forvaltningskostnad	1,730,433	1,757,312	1,637,938	1,870,780	1,643,301	1,440,157
Drift og vedlikehold	2,966,481	3,778,207	2,808,400	3,327,170	3,368,163	3,771,840
Utviklingskostnad	6,735,000	4,612,000	205,000	587,000	1,193,000	2,906,000
Forsyningskostnader	6,124,055	6,305,380	6,248,357	6,934,403	4,285,236	5,633,233
Renholdskostnader	1,137,499	1,168,106	1,212,083	1,367,421	1,378,769	1,392,823
Totalt	19,162,964	18,100,083	12,600,633	14,585,606	12,377,481	15,663,453

Totalt i 2021-verdi	21,157,461	19,592,112	13,371,893	15,174,864	12,625,031	15,663,453
----------------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Gjennomsnitt	13,940,688
---------------------	-------------------

4.1.5 Totale livssyklus kostnader for Bad 1

Analysen baserer seg på at anlegget har en levetid på 60 år med en restverdi på 0 kr. Nåverdi i 2021-verdi er 1 420 430 690 kr. Årskostnaden er på 28 653 358 kr, og baserer seg på at nåverdien fordeles utover anleggets levetid som en årlig annuitet.

Tabell 11: Nøkkeltall for livssyklus kostnadene, bad 1 (kostnader er i kr)

Levetid	60 år
Nåverdi (2021)	1,420,430,690
Årskostnad	28,653,358
Årskostnad per BTA	1,795
Årskostnad m2 bassengareal	12,486
Årskostnad besøkende	78

Tabell 12 fordeler anleggets årskostnad på de ulike kostnadspostene. Forsyningskostnader som inkluderer energi, vann og avløp og renovasjon står for rundt 18.8% av årskostnaden til anlegget. Drift- og vedlikeholdskostnader og utviklingskostnader står for 10.6% og 8.6%.

Tabell 12: Ytterligere nøkkeltall i kr, bad 1

Konto	Årskostnad	Årskostnad per BTA	%
Kapitalkostnad	15,143,071	946	52.8%
Forvaltningskostnad	1,528,528	96	5.3%
Drift og vedlikehold	3,035,890	190	10.6%
Utviklingskostnad	2,462,344	154	8.6%
Forsyningskostnader	5,387,901	337	18.8%
Renholdskostnader	1,161,069	73	4.1%
Totalt	28,653,358	1,791	100%

4.2 LCC-analyse, Bad 2

Metoden som ligger til grunn for analysen av bad 2 er et felles dybdeintervju med økonomisjef, serviceleder og teknisk leder av badet. I tillegg er det blitt overlevert en rekke dokumenter i form av FDVU-dokumentasjon, regnskapstall, driftskalkyler, bygningsinformasjon og driftsrutiner.

4.2.1 Informasjon om anlegget

Hensikten med delkapittelet er å grovt kartlegge spesifikasjonen til anlegget. Informasjonen vil gi en innføring av det gitte anlegget, og gi grunnlag til sammenlikning og drøfting av resultatene.

Tabell 13: Bygningsinformasjon, bad 2

Byggeår	2004
Antatt levetid	50-60 år
Totalt m ² BTA for anlegget	5 857 m ²
Totalt bassengareal	921 m ²
Bassengareal/Totalt areal	15.7%
Primærmaterial i konstruksjonen	Betong
Type tak	Flatt tak
Material i innvendig takbelegg	Stålplater, med lydhimling oppå.
Material i utvendig fasade	Utvendig bordkledning, og mye vinduer mot sør.
Gulvbelegg	Fliser i bassengområdet, og en blanding av sement-basert og epoksy-baserte fuger. Fliser med sementfuger er plassert over flytende gulv, noe som har skapt problemer.
Deck-level	Alle basseng bruker kantrenner med rist unntatt bølgebassenget som har en faststøpt rist i veggen.
Varmegjenvinning	Varmegjenvinning av dusjvann, og gråvann i tilfeller systemet har ledig kapasitet.
Rensesystem	Sandfilter, UV-aggregat og bruk av klor som desinfeksjonsmiddel.
Ventilasjonssystem	4 avfuktingsaggregat fra Menerga. 2 som har bassengvarmkondensater og har førsteprioritet på terapi og

	mosjonsbadet. Begge er utstyrt med varmpumpe og etterkjølingsbatteri.
Energikilder	Oppvarming av anlegget ved hjelp av fjernvarme, og annen strøm for lys og teknisk anlegg.

Tabell 14: Informasjon om drift, bad 2

Åpningstider inkludert utleie	08:30 – 21:00 4 dager i uka, 10:00 – 21:00 1 dag i uka og 10:00 – 18:00 i helgene. I ferien er badet åpent fra 8 – 10 timer daglig.
Drift av teknisk anlegg	Anlegget driftes hele døgnet, hele året.
Driftsstans i løpet av året	Ingen planlagt driftsstans i løpet av året.
Varmeregulering i bassengene	Ulik temperatur i de ulike bassengene

4.2.2 Særtrekk for bad 2

Badet har en spesiell driftsstruktur. Det er eid av kommunen, mens et underliggende foretak har driftsansvaret. Samarbeidet er definert gjennom en FDVU-avtale. Vedlikeholdskostnadene som er finansiert av kommunen er skilt ut i analysen.

Kostnader som gjelder strategisk eiendomsledelse, økonomisk styring og administrasjon var problematisk å skille ut fra de ordinære personalkostnadene. Disse postene er derfor utelatt i analysen. I tillegg gjøres det investeringer i det eksisterende anlegget i 2022, noe som trolig vil redusere driftskostnadene i fremtiden. Gjennom økt energikontroll, bedre systemer for varmegjenvinning og økt isolering vil energikostnaden trolig reduseres. Ut ifra usikkerheten rundt denne effekten er det sett bort i fra nyinvesteringen i analysen. Nyinvesteringen tilknyttet det eksisterende badet hadde vært på 22 000 000 kr i 2022.

Renholdskostnadene består hovedsakelig av personalkostnader. Beløpet er et estimat med bakgrunn i totale personalkostnader og tidsbruk knyttet til renhold.

4.2.3 Kapitalkostnader

Økonomisjefen til anlegget informerte om at anlegget kostet 155 000 000 kr i sin helhet i 2004. Dette beløpet vil behandles som en kapitalkostnad i analysen. Tomten til anlegget eies av et kommunalt aksjeselskap, men disponeres av foretaket. Det forekommer ingen tomteutgifter for anlegget.

4.2.4 FDVU-kostnader

Tabell 15 gir en oversikt over årlige FDVU-kostnader fordelt på de aktuelle kostnadspostene.

Årskostnaden er vist i en årlig summeringspost, og varierer mellom 6 374 859 og 9 921 555 kr.

Gjennomsnittlig årskostnad basert på de justerte årlige kostnadene er på 8 887 660 kr. Dette beløpet er grunnlaget for estimering av fremtidige pengestrømmer.

Tabell 15: FDVU-kostnader, bad 2

Konto	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Forvaltningskostnad	(16,174)	7,153	44,931	17,116	17,771	58,942	13,596
Drift og vedlikehold	2,686,931	3,760,176	3,230,883	2,779,022	2,656,103	3,122,356	2,778,820
Drift og vedlikehold, kommunen	37,886	641,082	863,156	612,719	621,494	474,307	171,734
Utviklingskostnad	-	-	2,898	-	151,781	2,663,405	20,245
Forsyningskostnader	2,679,939	3,157,115	3,621,478	4,311,529	3,753,011	2,466,507	3,408,202
Renholdskostnader	986,277	1,038,307	1,165,551	1,187,032	1,157,764	1,136,038	1,209,454
Totalt	6,374,859	8,603,833	8,928,897	8,907,418	8,357,924	9,921,555	7,602,051

Totalt i 2021-verdi	7,179,127	9,499,327	9,664,925	9,452,623	8,695,584	10,119,986	7,602,051
----------------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	-------------------	------------------

Gjennomsnitt	8,887,660
---------------------	------------------

4.2.5 Totale livssyklus kostnader for Bad 2

LCC-analysen av bad 2 baserer seg på at anlegget har en levetid på 60 år med en restverdi på 0. Nåverdi i 2001-verdi er 761 410 112 kr. Årskostnaden er på 13 894 191 kr, og baserer seg på at nåverdien fordeles utover anleggets levetid som en årlig annuitet.

Tabell 16: Nøkkeltall for livssyklus kostnadene, bad 2

Levetid	60 år
Nåverdi (2021)	761,410,112
Årskostnad	14,363,805
Årskostnad per BTA	2,452
Årskostnad per m2 bassengareal	15,596
Årskostnad per besøkende	115

Videre er total årskostnad og årskostnad per m² BTA fordelt på ulike kostnadskategorier.

Kapitalkostnaden, forsyningskostnad og drift og vedlikehold står for de største postene med 42%, 23.1% og 20.8% av årskostnaden til anlegget.

Tabell 17: Ytterligere nøkkeltall, bad 2 (Kostnader er i kr)

Konto	Årskostnad	Årskostnad per kvm	%
Kapitalkostnad	6,029,500	1,029	42.0%
Forvaltningskostnad	20,352	3	0.1%
Drift og vedlikehold	2,983,813	509	20.8%
Drift og vedlikehold, kommunen	485,943	83	3.4%
Utviklingskostnad	403,014	69	2.8%
Forsyningskostnader	3,322,244	567	23.1%
Renholdskostnader	1,118,939	191	7.8%
Totalt	14,363,805	2,452	100%

4.3 Sammenlikning av badene

De analyserte anleggene har ulikheter i form av størrelse, lokasjon, eiendomsledelse og mye mer. Det er likevel interessant å sammenlikne nøkkeltallene til de ulike badene får å fange opp likheter og forskjeller. Delkapittelet vil presentere resultatene fra denne sammenlikningen.

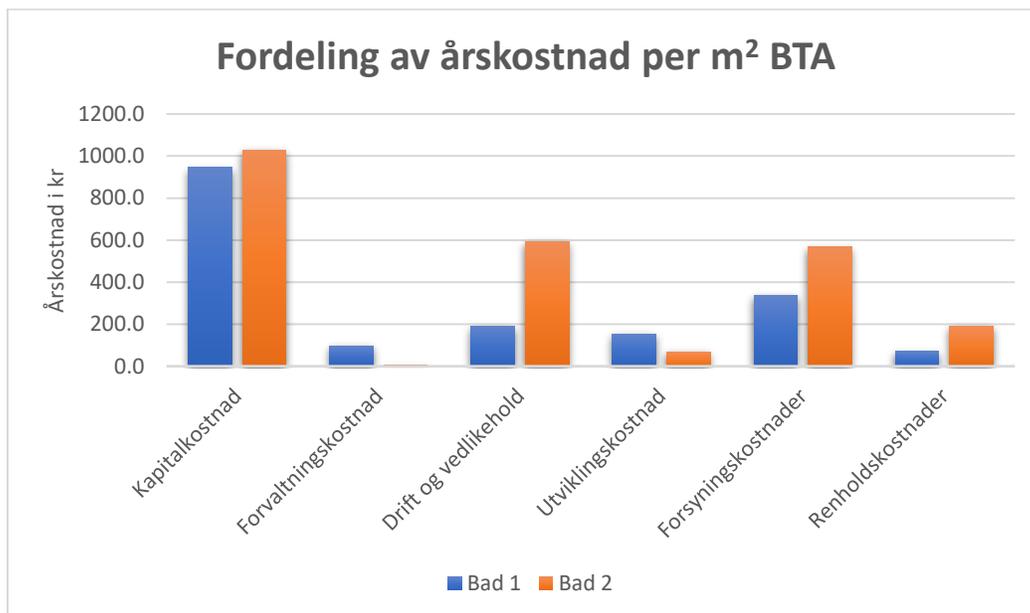
4.3.1 Nøkkeltall

Tabell 18 viser utvalgte nøkkeltall for levetiden til bad 1 og bad 2. Sammenlikningsgrunnlaget ligger i nåverdi, total årskostnad, årskostnad per m² BTA, årskostnad per m² bassengflate og årskostnad per besøkende. Det mest påfallende med tallene er at bad 1 er 173 % større enn bad 2, mens nåverdien bare er 63.6 % høyere. Dette gir grunnlag for bad 1 sin årskostnad per m² BTA på 1 665 kr, sammenliknet med bad 2 sin på 2 806 kr. Forskjellene i årskostnad basert på BTA, bassengareal og per besøkende er på 68.5%, 54.1% og 97%. Antall besøkende er gjennomsnittet av historiske besøkstall, ekskludert 2020. 2020 er ikke inkludert fordi covid-19 gjorde at verdien er unormalt lav for bad 1.

Tabell 18: Sammenliknbare nøkkeltall i kr, Bad 1 og Bad 2

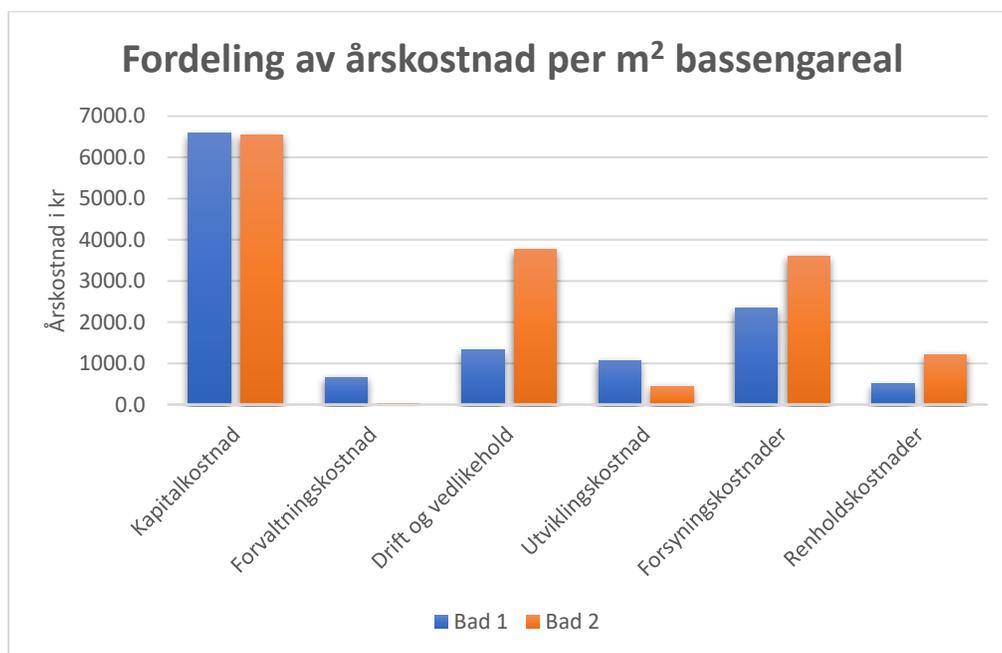
Kategori	Bad 1	Bad 2
BTA (m2)	16000	5857
Bassengareal (m2)	2300	921
Besøkende	369,478	124,977
Nåverdi 2021	1,420,430,690	761,410,112
Årskostnad, 60 år	28,653,358	14,363,805
Årskostnad per BTA	1,795	2,452
Årskostnad per m2 basseng	12,486	15,596
Årskostnad per besøkende	78	115

Figur 11 illustrerer forskjellene i årskostnad per m² BTA fordelt på kapitalkostnad, forvaltningskostnad, drift og vedlikehold, utviklingskostnad, forsyningskostnad og renholdskostnad. Resultatene påviser spesielt store avvik i FDVU-kostnadene. Bad 2 har ca. 212% høyere kostnader per m² BTA for drift og vedlikehold, og 163% høyere for renhold. Forsyningskostnadene ligger på rundt 68% høyere enn bad 1, mens Bad 1 har høyere utviklingskostnad enn bad 2, med rundt 124%.



Figur 11: Fordeling av årskostnad i kr per m² BTA for bad 1, 2 og 3

Diagrammet under viser forskjellen i årskostnad per m² bassengflate fordelt på de 6 mest sentrale postene i livssyklus kostnadsanalysen. Bassenget er en sentral komponent i et badeanlegg, og inkluderes derfor som et referanseobjekt i sammenlikningen. Med en bassengandel på 14.4% og 15.7% for bad 1 og 2, gir analysen et relativt likt resultat som figur 11.



Figur 12: Årskostnader i kr per m² bassengflate for bad 1, 2 og 3.

4.4 Særtrekk for bade- og svømmeanlegg

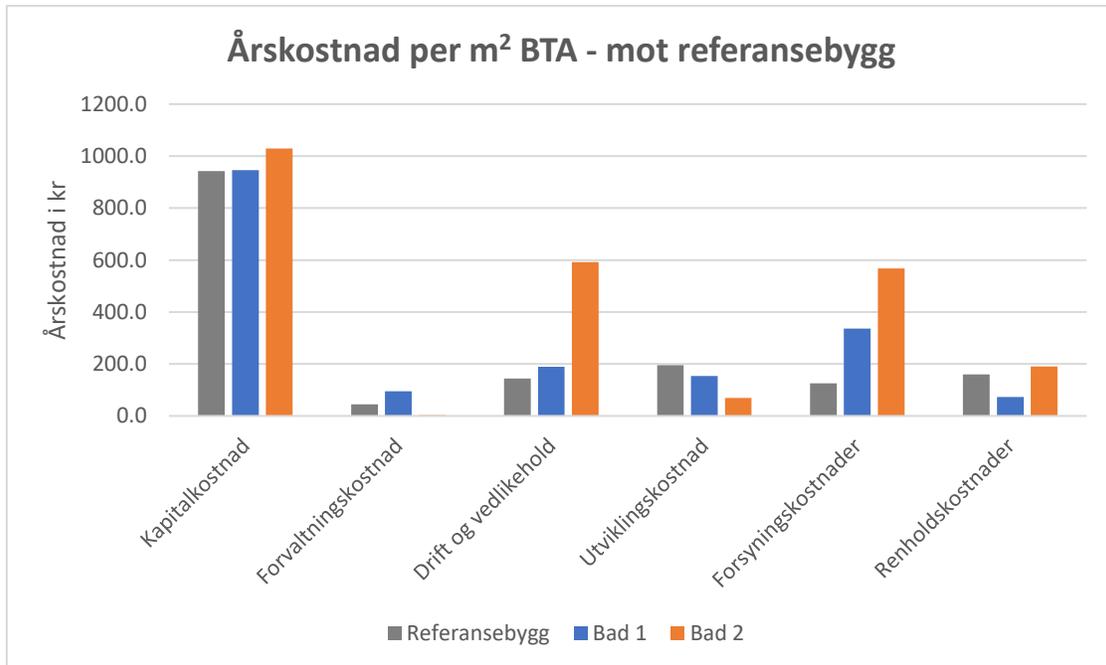
Delkapittelet handler om å belyse særegenheten ved bade- og svømmeanlegg. Funnene baserer seg på en sammenlikning av LCC-analysene og et referansebygg, og resultatet av de kvalitative spørsmålene fra intervjuene.

4.4.1 Livssyklus kostnader – sammenliknet med et referansebygg

Referansetallene som er benyttet i analysen er hentet fra Norsk Prisbok (Norsk Prisbok, 2022). Her er det hentet ut LCC-data for flerbrukshaller. Prismodellen er bygd på prislinje-nivå, og basert på erfaringsprisene kalkuleres totalprisene for ulike bygningskategorier. Konstruksjonsløsninger, materialbruk og mengder som er vanlige for en spesifikk kategori blir lagt inn som en forutsetning. Norsk Prisbok er basert på NS 3454 (2013) som gjør det enkelt å strukturere dataen. Kroneverdien til dataen er justert ned for å gjelde fra 2002 i stedet for 2022. Dette er for å kunne sammenlikne dataen med

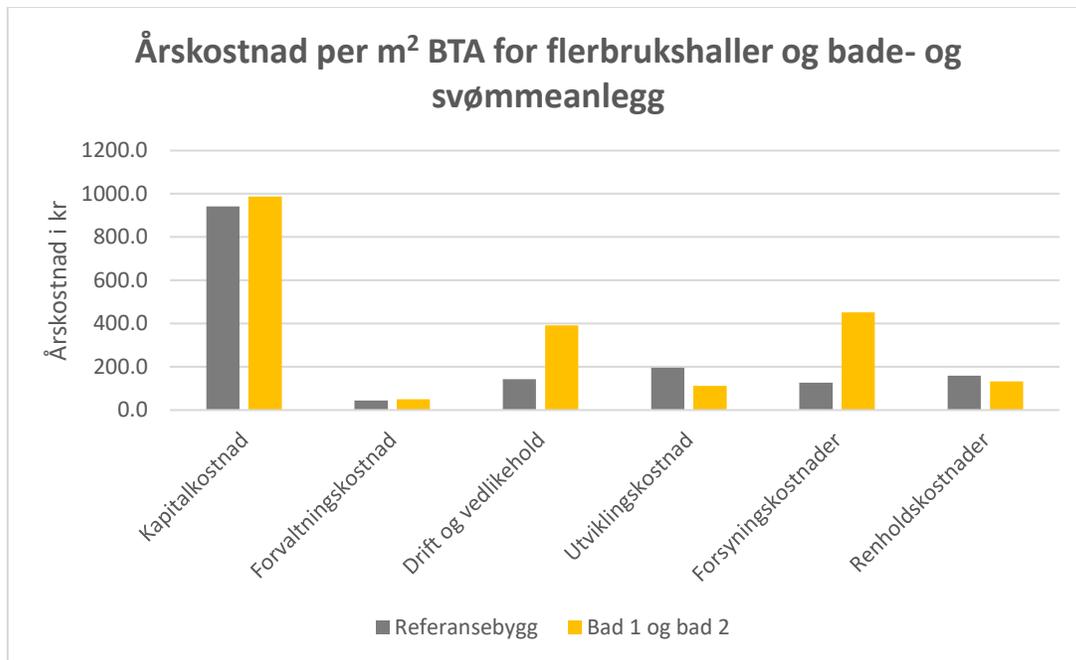
badeanleggene i analysen. I henhold til kalkulasjonsmetodikken i NS 3454 (2013) er beløpene nedjustert med faktoren $(1+r)^{20}$ (Standard Norge, 2013). Med en kalkulasjonsrente på henholdsvis 2%, 3% og 4% blir faktoren 1.49, 1.81 og 2.19. Årskostnadene for referansebygget divideres med faktoren for å være sammenliknbar med verdiene fra LCC-anslysene. Det benyttes en kalkulasjonsrente på 2%.

Figur 13 illustrerer forskjellene i årskostnadene for referansebygget, bad 1 og bad 2. Den største forskjellen mellom badene og referansebygget finnes ved drift og vedlikehold, og forsyningskostnadene.



Figur 13: LCC-verdier i kr for referansebygget, bad 1 og bad 2.

Figur 14 setter gjennomsnittet av årskostnadene til bad 1 og bad 2 opp mot referansebygget. Dette gjøres for å få et enklere sammenlikningsgrunnlag. Resultatene viser at differansen er klart størst for drift og vedlikehold, og forsyningskostnader. Her har bade- og svømmeanlegg en kostnad som er 172% og 258% høyere enn referansebygget.



Figur 14: LCC-verdier i kr for referansebygget og gjennomsnittet av bad 1 og bad 2.

4.4.2 Bygningsskader

Som forklart i teorikapittelet er bygningsskader en sentral faktor ved forvaltning av bade- og svømmeanlegg. Dette er fordi bygningsskader er en stor kostnadsdriver for vedlikeholds og utskiftingskostnadene til anlegget. Representantene fra badene legger vekt på at forskjellige anleggstyper har ulike utfordringer knyttet til bygningsskader, men bade- og svømmeanlegg er spesielt utsatt på grunn av sitt harde innvendige miljø. Spesielle utfordringer som ble tydeliggjort under intervjuene var fuktvandring fra bassengrom og lekkasjer som fører til korrosjon og råte. Videre vil det gis en innføring i badenes historiske bygningsskader.

Representantene fra bad 1 har opptil 2 års erfaring fra driften av badet, noe som begrenser deres innsikt til bygget historiske bygningsskader. Teknisk leder meddeler at anlegget har slitt med lekkasjer fra basseng til kjeller, som kan ha svekket armeringsjernet i betongen på sikt (korrosjon). Den utvendige trefasaden har vært utsatt for råte, og har måttet byttes. Dette stammer fra byggeåret, og det er påvist mangler i klimaskille mellom tørr og våt sone. I tillegg må anlegget bytte ut 10-12 glass i året på grunn av punkteringer.

Bad 2 har hatt et bredt spekter med bygningsskader opp gjennom levetiden. Teknisk leder for badet informerer om at de har fliser som sprekker opp, som stammer fra at det er lagt fliser med betongfuger

oppå et flytende gulv. Det har vært problemer med fuktvandring fra selve bassengrommet, og lekkasjer i bassengkjelleren. Noen lekkasjer går rett fra bassengene og skyldes ifølge teknisk leder at flisene er lagt rett på betong, uten membran. I tillegg har innfestingene til lydhimlingene i taket begynt å ruste for 10 år siden. Dette har ført til at bygningsmateriell har falt ned. Rust i diverse stålelementer er et vedvarende problem for badet.

Videre ble det i intervjuene drøftet hva som gjør bade- og svømmeanlegg spesielt utsatt for bygningsskader, og hva som skal til for å motvirke dette. Begge badene legger vekt på at det harde innvendige og utvendige miljøet er en stor pådriver for bygningsskader. Spesielt det indre miljøet øker risikoen for fukt og vannskader. Når det kommer til tiltak som kan forebygge bygningsskader har bad 1 og bad 2 forskjellige tilnærminger. Bad 1 fokuserer mer på viktigheten av å ha et høyt nok vedlikeholds nivå fra dag 1, mens bad 2 legger mer vekt på å gjøre riktige valg i byggeprosessen. Spesielt gode materialvalg fra start og være kjent med særegenhetene til anleggstypen er momenter som kommer frem. Teknisk leder for bad 2 mener at lekkasjene fra bassengene og rusten i stålkomponenter kunne vært unngått ved å gjøre andre valg fra start.

Tabell 19 oppsummerer de historiske bygningsskadene til bad 1 og bad 2, og skiller mellom bygningsskaden, hva representantene tror er årsaken og hvilke tiltak de mener reduserer risikoen. Lik farget tekst på tvers av bygningsskadene omfatter samme bygningsskade.

Tabell 19: Oppsummerende resultater, bygningsskader

	Historiske bygningsskader	Mulige årsaker	Tiltak badet mener kan redusere risikoen
Bad 1	Råte i utvendig fasade Lekkasjer fra basseng til kjeller 10-12 punkterte glass i året	Vagt skille mellom tørr og våtsoner for fasaden til nybygget.	Nok midler til vedlikehold fra dag 1.
Bad 2	Oppsprukne fliser Lekkasjer fra basseng til kjeller Rust i diverse stålkomponenter Fuktvandring fra bassengrom	Lagt fliser med sementfuger rett på flytende gulv Ingen membran under gulvdekket Bruk av syrefast stål	Fokus på materialvalg fra start og kjenne til anleggstypens særegenheter.

4.4.3 Vedlikeholdsstrategi

Intervjuobjektene fra begge badene gir uttrykk for viktigheten av å ha en definert vedlikeholdsplan når man drifter et bygg, noe som støttes i relevant litteratur (Valen, et al., 2011). Det blir avdekket ulike tilnærminger til vedlikehold hos de forskjellige badene. Delkapittelet vil gi en innføring i de forskjellige tilnærmingene.

Leder, bad 1: «det må settes av nok midler til vedlikehold fra dag 1»

Bad 1 opererer med en strukturert vedlikeholdsplan med et 10-års perspektiv. Ut ifra deres system fordeles vedlikeholdet på ordinært vedlikehold, akutt vedlikehold og eksterne serviceavtaler. Ordinært vedlikehold og eksterne serviceavtaler foregår uavhengig av at det har skjedd en bygningsskade eller funksjonsfeil i anlegget. Akutt vedlikehold gjennomføres der det akutt trengs, og er en uforutsett post. Ut ifra badets erfaringstall er fordelingen mellom ordinært vedlikehold, akutt vedlikehold og serviceavtaler 71%, 21% og 8%. Badet legger vekt på at vedlikeholdsplanen deres har bidratt til at de har sluppet unna store bygningsskader, som har gjort at de ikke har trengt å gjennomføre store ombygginger. Tilnærmingen gjør at de har en grei oversikt over hvilke problemer som kan oppstå. De legger også vekt på at de får overraskelser i form av skader på elementer som ikke er et risikomoment i planen. Dette er forventet og lagt til rette for i budsjettet.

Teknisk leder bad 2: «Lettere å få finansiering fra kommunen hvis det først har skjedd en skade sammenliknet med når det er en teoretisk fare.»

Bad 2 håndterer som oftest vedlikehold når problemene i anlegget oppstår, og har ikke en langsiktig vedlikeholdsplan. De ansatte virker likevel å vite om fordelene av å ha en mer langsiktig tilnærming til vedlikehold. Det begrunner mangelen med at styringsformen til anlegget problematiserer preventivt vedlikehold. Finansieringsansvaret for langsiktig vedlikehold ligger hos kommunen gjennom en FDVU-avtale. Intervjuobjektene fra bad 2 gir uttrykk for at det har vært problematisk å skille mellom hva slags vedlikehold som er tilknyttet drift og hva som går under avtalen. Dette har gjort det problematisk å finansiere vedlikehold før skaden har skjedd. Intervjuobjektene sier videre at de har forsøkt å argumentere for en langsiktig vedlikeholdsplan uten å lykkes. Det er likevel håp om at de skal få revidert FDVU-avtalen med kommunen snart, slik at det blir lettere å foreta preventivt vedlikehold.

4.4.4 Drifts- og åpningstider – Påvirkning på LCC

Drift- åpningstiden til anleggene og dets påvirkning på livssyklus kostnadene var noe som ble drøftet med intervjuobjektene. Det ble skilt mellom åpningstid og driftstid der åpningstid refererte til hvor lenge anlegget hadde besøk og driftstid refererte til hvor lenge de tekniske anleggene ble driftet daglig. Effekten av en periodisk driftsstans med fokus på vedlikehold ble også drøftet.

Teknisk leder i bad 1 gir uttrykk for at det er begrenset å spare ved å korte ned driftstiden i løpet av uken. Det begrunnes med at anleggene er treige. Badet er avhengig av å drifte anlegget for å unngå bygningskader.

Teknisk leder bad 1: «Fra et teknisk perspektiv så tror jeg ikke reduserte åpningstider hadde påvirket de tekniske anleggene i noe særlig grad. Hvis jeg for eksempel hadde hatt 1 dag i uken uten folk ville ikke luft og vannsystemene ha blitt påvirket noe særlig fordi det er så treige systemer.»

Bad 1 argumenter i tillegg for at det ikke er nødvendig med driftsstanser i løpet av året i starten av levetiden til anlegget. Per dags dato er anlegget 21 år gammelt og har ikke hatt planlagte driftsstanser med fokus på vedlikehold. Dette blir muligens aktuelt senere. De mener videre at det kan gi vedlikeholdsmessige fordeler. Hovedfokuset deres er likevel å holde åpent så mye som mulig.

Representantene fra er enige om at badet skal holde åpent så mye som mulig gjennom året, og derfor unngå driftsstanser. Teknisk leder mener at badet klarer å gjøre vedlikehold rundt publikum ved å blant annet rullere mellom hvilke bassenger og garderober som er tilgjengelig. De har lite tro på at åpningstidene til anlegget påvirker slitasjen unødig, og dermed forhøyer livssyklus kostnadene til anlegget. Unntaket er litt forhøyet bruk av kjemikalier i bassenget som kan tære på bygget.

5 Diskusjon

5.1 LCC-analyse, Bad 1 og Bad 2

FS 1: Hva er estimert årskostnad for de undersøkte anleggene?

Bad 1 og Bad 2 har en kalkulert årskostnad på 1 795 og 2 452 kr per m² BTA. Det er sentralt å få frem at dette gjelder fra perioden anlegget er bygget og 60 år fremover. Hvis man har til hensikt å bruke materialet som referansetall må verdiene oppjusteres til dagens kroneverdi i henhold til metodikken i NS 3454: 2013.

Bad 1 har 52.8% av sine årskostnader knyttet til kapitalkostnadsposten, mens bad 2 har 42%. Dette kan være en indikasjon på at det er lagt mer kvalitet i bad 1, men det er mange andre faktorer som kan påvirke investeringsbeløpet. Dyre løsninger vil ikke nødvendigvis resultere i kvalitet, noe som står ekstra sterkt når det er snakk om bade- og svømmeanlegg. Teknisk leder i bad 2 og Bøhlerengen, et al. (2004) legger vekt på viktigheten av å gjøre riktige byggetekniske valg i prosjekteringen av bade- og svømmeanlegg. Riktige valg er ikke nødvendigvis de mest kostbare. Det er viktig å velge materialer og design ut ifra hvert bads særegne situasjon.

For bad 2 skilles det mellom drift og vedlikehold finansiert av bad 2 og kommunen. Her ser vi at badet står for 20.8% av finansieringen, mens kommunen bare står for 3.4%. Likevel er det kommunen som skal stå for de større og mer langsiktige vedlikeholdskostnadene. Dette støtter problemene med eiendomsledelsen til bad 2, og vil bli diskutert videre i 5.2.2.

Forsyningskostnader står for 19.8% og 23.1% av årskostnaden til bad 1 og bad 2, mens renhold står for 4.1 % og 7.8%. Bjørberg, et al. (2007) nevnte at renhold vanligvis står for 25-30 % av FDVU-kostnadene. I analysene for anleggene er den vesentlig mindre, noe som tyder på at fordelingen av FDVU-kostnader er spesiell for anleggstypen. Noe av grunnen kan være det høye nivået av vedlikeholds og forsyningskostnader som gjør at renholdskostnadene utgjør en mindre andel av helheten. Renhold i svømme- og badeanlegg kan tenkes å være krevende på grunn av høye krav til hygiene og høy gjennomstrømming av besøkende. Undersøkelsene finner likevel ikke bevis på at kostnadsposten er høyere enn hos andre bygningstyper.

5.2 Sammenlikning av badene

FS 2: Hvilke spesielle faktorer påvirker livssyklus kostnadene til bade- og svømmeanlegg?

Delkapittelet går ut på å diskutere bakenforliggende faktorer som kan ha forårsaket forskjellene i livssyklus kostnadene til badene. Dette vil gi grunnlag for å forstå hvilke faktorer som påvirker kostnadene, som igjen er nøkkelen til å besvare forskningsspørsmål 2: Hvilke spesielle faktorer påvirker livssyklus kostnadene til bade- og svømmeanlegg?

Grunnleggende faktorer som kan påvirke sammenlikningen av badene er ulik kvalitet, alder, lokasjon, størrelse, bygningskomponenter, tekniske løsninger, kommunale fordeler og mye mer. Til tross for forskjellige forutsetninger vil en sammenlikning være hensiktsmessig for å kunne forstå hvordan ulike faktorer påvirker livssyklus kostnadene.

5.2.1 Kapitalkostnader

Bad 2 har rundt 4.9% høyere kapitalkostnad per m² BTA enn bad 1, mens Bad 1 har en høyere andel av sine årskostnader knyttet til posten. Det er mange underliggende faktorer som påvirker kapitalkostnaden, og undersøkelsen har ikke nok informasjon til å kartlegge disse. Riktignok vil festeavgiften til bad 1 sammenliknet med bad 2 sin gratis leie påvirke differansen. For sammenlikningen er det en styrke at de to badene har en relativt lik kapitalkostnad. Dette kan være et bevis på at anleggene er av lignende kvalitet, noe som vil føre til en bedre sammenlikning av FDVU-kostnadene til badene.

5.2.2 Drift, vedlikehold og utviklingskostnader

Det ble i resultatdelen avdekket en sterk kontrast i vedlikeholdsstrategien hos bad 1 og bad 2. Bad 2 opererer med 10-årsplaner og skiller mellom ordinært vedlikehold, akutt vedlikehold og eksterne serviceavtaler. Planlagte vedlikeholdsprosjekter står for 71% av drift- og vedlikeholdskostnadene til badet. Bad 2 har ikke en langsiktig vedlikeholdsplan, og gjør vedlikehold der det trengs. De ulike tilnærmingene kan relateres til Haugen (2020) sine to omtalte vedlikeholdsstrategier, akuttmodellen og vedlikehold basert på en helhetlig vurdering. Bad 2 sin begrensede tilnærming til preventivt vedlikehold gjør at det kan argumenteres for at de bruker akuttmodellen. Bad 2 sin bruk av akuttmodellen gjør at anlegget gjennomfører vedlikehold uten tilstrekkelig tilstandsanalyser og med begrenset hensyn til økonomi og behov. Dette vil bidra til at badet har dårligere kostandskontroll og et svekket beslutningsgrunnlag, som igjen kan øke driftskostnadene over tid.

Bad 2 sin praktisering av akuttmodellen kan bidra til at eiendomsledelsen foretar feil prioriteringer når det skal tas beslutninger om vedlikehold. Bygningskomponentene har videre stor risiko for å svekket tilstandsgrad. Overstiger tilstandsgraden TG 1.8-2.5 er det en forhøyet fare for følgeskader (Valen, et al., 2011). Det kan tenkes at følgeskader er med på å forklare hvorfor vedlikeholdskostnadene er 212% høyere per m² BTA hos bad 2 sammenliknet med bad 1.

Bad 1 har en 92.5% høyere utviklingskostnad enn bad 2, noe som isolert sett kan være en indikasjon på at strategien til bad 1 heller mer mot verdibevarende vedlikehold enn bad 2. Det skal riktignok sies at bad 2 gjennomfører en utvikling/utskifting av teknisk utstyr i badet i 2022 som ikke er inkludert i datagrunnlaget. Bad 1 gjorde en lignende utvikling av sitt tekniske anlegg i 2017. Fordelingen av utviklingskostnad utover de analyserte årene er også forskjellige. Bad 1 har en jevnere fordeling, mens bad 2 har tilnærmet null utviklingskostnader i 5 av 7 analyserte år. Dette er igjen en indikasjon på at bad 1 driver mer fortløpende verdibevarende vedlikehold sammenliknet med bad 2.

Begge de analyserte badene er i fase 2 av Bjørberg (2008) sin modell for vedlikeholdsbehov gjennom levetiden. Det betyr at de trolig har behov for tilstandsbasert vedlikehold og utvikling. Det kan tenkes at Bad 1 er bedre rustet til fremtiden på grunn av sin systematiske tilnærming til vedlikehold. Dette kan trekkes opp mot Multiconsult, et al. (2010) sin modell for ulike tilnærminger til vedlikehold. Hvis bad 2 heller mot tilnærming 2-3 vil vedlikeholdsetterslepet øke, noe som reduserer funksjonaliteten til anlegget. Redusert funksjonalitet vil kunne føre til at badet må stenge. Det skal legges til at badet vil gjennomføre en utvikling av anlegget i 2022 som vil gi et løft av funksjonaliteten.

5.2.3 Differanse i forsyningskostnader

Forsyningskostnaden består hovedsakelig av energi, vann og avløp og renovasjonskostnader. Funnene til Kampel (2016) viser at det er et stort sprik i energikostnadene til norske svømmehaller, som er i tråd med differansen mellom forsyningskostnadene til de to anleggene. Forklaringen hennes viste til at ulike løsninger, teknologi og mangel på planlegging, bygging og drift av anlegget sto sentralt. Det er grunn til å tro at flere av disse faktorene er med på å skape differansen mellom bad 1 og bad 2. Tekniske installasjoner som kan tenkes å påvirke energikostnadene i bade- og svømmeanlegg er belysning, ventilasjonssystem og varmeanlegg. Begge badene benytter seg av fjernvarme for oppvarming og elektrisitet for belysning. Varmegjenvinningen er forskjellig for anleggene, der bad 1 gjenvinner energien i alt gråvannet, mens bad 2 bare gjenvinner energien i dusjvannet. Hvis det er ledig kapasitet i systemet, vil også noe av energien i gråvannet gjenvinnes hos bad 2. Teknisk leder ga også uttrykk for at de hadde

lite kontroll på energiforbruket til ulike tekniske anlegg. Det kan tenkes at dette begrenser handlefriheten, og gjøre at det er vanskelig å vite hvor i anlegget det er potensial for å redusere forbruket. Status for det tekniske anlegget til de to badene skal være forskjellig i den analyserte tidsperioden, som også kan være med på å forklare forskjellene i energikostnadene. Bad 1 hadde en rehabilitering av sitt tekniske anlegg i 2017-2018, og bad 2 skal ha en lignende rehabilitering i 2022.

Pandemien i 2020-2021 førte til at de fleste anlegg måtte holde stengt i lengre perioder. Restriksjoner under covid-19 var forskjellige i ulike kommuner, og gjorde at utslagene i forhold til et normalår varierte mellom badene. Bad 2 hadde lite reduksjon av besøkende i 2020 og 2021, mens bad 1 hadde opp mot 30% reduksjon i 2020. På grunn av besøkstallets påvirkning på vann og energi bidrar dette til at bad 1 hadde en redusert forsyningskostnad i 2020.

Selv om bad 2 har en vannflate som er 1 379 m² mindre enn bad 1 betaler de en høyere avgift for vann- og avløp. Dette kan tyde på at de har et større vannforbruk enn bad 1 per m² bassengareal. Tallene tar ikke hensyn til dybden i bassengene (m³). Oppvarming av det ekstra vannet kan bidra til økte energikostnader sammenliknet med bad 1. Høyt vannforbruk kombinert med redusert varmegjenvinning og lite forbrukskontroll kan forklare mye av avviket i forsyningskostnader. I tillegg vil enhetsprisen for vann og avløp kunne variere stort mellom ulike kommuner. I dette tilfellet er bad 2 i en kommune som har 15% og 31% høyere enhetsgebyrer for vann og avløp enn bad 1 sin kommune. Dette er også med på å forklare differansen.

5.2.4 Differansen i renholdskostnader

Renholdskostnaden per m² BTA for bad 2 er estimert til 163% høyere enn for bad 1. Bad 1 har ikke inkludert periodisk vedlikehold gjennomført av egne ansatte, som kan forklare litt av forskjellen. Denne faktoren er likevel ikke tilstrekkelig for å forklare den vesentlige forskjellen mellom anleggene. Elementer under planløsningen som arealkategorier, rominndeling og kommunikasjonsveier kan være med å påvirke avviket. Under detaljløsninger vil fasader, vinduer, dørbredder osv. kunne forklare forskjellene. Undersøkelsen min har ikke tilstrekkelig informasjon til å kartlegge dette. Det kan likevel tenkes at bad 1 drar fordel av å være et større anlegg enn bad 2. Stordriftsfordeler kan gjøre at renholdskostnaden blir billigere per m² BTA. En annen faktor som har påvirket renholdskostnaden i bad 2 er inkludering av korresjonsforebyggende renhold. Dette omfatter hovedsakelig pussing av stål. Det er usikkert hvor stor denne posten er, da den er innlemmet i posten for internt renhold.

5.2.5 Bygningsskader

I delkapittel 5.2.2 ble det argumentert for at bad 2 praktiserer akuttmodellen, mens bad 1 har en mer langsiktig tilnærming til vedlikehold. Det ble videre formidlet at dette kan føre til en forverret tilstandsgrad for ulike bygningskomponenter. Forverret tilstandsgrad vil kunne føre til følgeskader, i form av mer alvorlige og kostnadsintensive bygningsskader (Valen, et al., 2011). Det kan av den grunn tenkes at bad 2 har flere symptomer som en følge av vedlikeholdsstrategien sin. Det stemmer at bad 2 har flere bygningsskader å rapportere enn bad 1, men det må tas i betraktning at representantene fra bad 2 har sittet betydelig lengre enn de i bad 1. Det kan derfor tenkes at det er skader som ikke har kommet frem intervjuet.

Flere av bygningsskadene til bad 2 skal ifølge teknisk leder stamme fra valg i byggeprosessen. Betydelig rust i stålkomponenter kunne vært unngått ved å velge varmforsinket eller lakkert stål i stedet for syrefast stål (Bøhlerengen, et al., 2004). Fliser som sprekker opp og lekkasjer ned i bassengkjelleren kunne vært forebyggt ved å velge andre byggetekniske løsninger i byggeprosessen, men det aggressive miljøet i en svømmehall gjør at det også er kritisk med tilstrekkelig periodisk vedlikehold for å forhindre dette.

Hensikten med å inkludere historiske bygningsskader for badene var ikke å analysere alternative løsninger som kunne forhindret skadene. Poenget var å belyse omfanget av skader knyttet til anleggstypen. Relevant litteratur gir uttrykk for at bade- og svømmeanlegg er spesielt utsatt for bygningsskader på grunn av høy varme, fuktighet og vann i omløp. Bygningsskadene til de undersøkte badene samsvarer med de vanlige skadene for anleggstypen, og støtter derfor litteraturen. Risikoen for fukt- og vannskader er betydelig hos bade- og svømmeanlegg, og er av den grunn en driver for livssyklus kostnadene til anlegget.

5.2.6 Driftstiden til anleggene

Drifts- og åpningstidene sin påvirkning på livssyklus kostnadene var et tema i intervjuet. Det var enighet blant respondentene om at reduserte åpningstider ikke ville gi nevneverdig effekt på daglig forsyningskostnader. Det ble begrunnet med at de tekniske anleggene var såpass treige, og derfor lite i stand til å foreta energibesparelser ved å ha reduserte åpningstider. Luft- og vannsystemene var nødt til å gå for å unngå bygningsskader. Det kan likevel argumenteres for at sammenhengen mellom antall besøkende og vann/energi er høy, spesielt vannforbruket. Flere besøkende fører til mer dusjvann og et behov for å skifte ut bassengvannet hyppigere, som igjen fører til en høyere vann- og avløpsavgift. Dette

vil videre føre til økt energibruk ved å varme opp det ekstra vannet. Energikostnadene vil likevel i større grad være faste fordi de energiintensive tekniske anleggene driftes uavhengig av åpningstidene. Kjemikalier som brukes i vannet justeres også i forhold til besøkstallet. Økt bruk av kjemikalier kan skape en økt slitasje på materialer i anlegget.

5.3 Særtrekk for bade- og svømmeanlegg

FS 3: Hva skiller livssyklus kostnader for bade- og svømmeanlegg og andre anleggstyper?

Delkapittelet har som hensikt å diskutere de kostnadmessige særtrekene for bade- og svømmeanlegg. Dette vil gjøres ved å diskutere likheter og ulikheter mellom badeanleggene og referansebygget. Nøkkeltallene er belyst i kostnad per m² BTA. Det kan likevel argumenteres for at aktivitetsflate er en bedre fordelingsnøkkel enn BTA. Dette er fordi aktivitetsflaten i større grad er en driver til antall brukere av idrettsanlegget.

Spesielle forskjeller som skiller seg ut mellom bade- og svømmeanleggene og referansebygget er drift og vedlikehold, og forsyningskostnadene. Hovedfokuset vil av den grunn ligge på å diskutere disse avvikene. Differansen i forsyningskostnadene kan forklares med svømmehaller sitt store behov for oppvarming, belysning og drift av diverse tekniske anlegg. Øen (2010) viste til at svømmehaller normalt har et energiforbruk som er tre ganger større enn andre idrettshaller. Referansebygget som i dette tilfellet er en flerbrukshall vil trolig ha en kortere driftstid enn en svømmehall. I undersøkelsen kommer det frem til at begge badene må la det tekniske anlegget gå hele døgnet for å opprettholde funksjonen til anlegget og unngå følgeskader. En flerbrukshall vil i større grad kunne gå i sparemodus utenom åpningstiden, noe som reduserer det totale energiforbruket. Energikostnaden til bade- og svømmeanlegg vil derfor i større grad være fast uavhengig av antall besøkende. I tillegg vil vann og avløp være en betydelig kostnadspost for bade- og svømmeanlegg, som øker differansen mellom anleggstypene. Anleggene betaler avgift på vann- og avløp etter forbruk (Bjørberg, et al., 2007). Derfor vil vannforbruket avhenge av antall besøkende.

Bjørberg (2021) illustrerer faktorer som påvirker kvalitet/funksjon for bygninger gjennom levetiden. Faktorene er ballongen (material, design, utførelse), loddet (miljøet) og korreksjon (preventivt vedlikehold). Som belyst i teorikapittelet, og bekreftet av intervjuobjektene har badeanlegg et svært aggressivt indre miljø. Det indre miljøet er med på å gjøre miljøfaktoren sterk. Da kreves det ytterligere bevissthet rundt valgene i «ballongen». Teknisk leder i bad 2 ga uttrykk for viktigheten av materialvalg i starten, og bli kjent med særegenhetene til anleggstypen før man bygger. Da vil man ha forutsetninger

for å redusere bygningskostnadene som igjen reduserer vedlikeholdskostnadene. I anleggstyper der miljøfaktoren er stor vil det være nødvendig å gjennomføre mer preventivt vedlikehold for å opprettholde funksjonen til anlegget. Et høyere nivå av preventivt vedlikehold kombinert med forhøyet risiko for bygningskader kan være med på å forklare noe av differansen i kostnadsnivåene for drift og vedlikehold.

Renhold i svømme- og badeanlegg kan tenkes å være krevende på grunn av høye krav til hygiene og høy gjennomstrømming av besøkende. Undersøkelsene finner likevel ikke bevis på at kostnadsposten er høyere enn hos andre byggtyper. Analysene (figur 14) viser til at referansebygget har 21% høyere årskostnad for renhold enn gjennomsnittet til de undersøkte badene. Noen faktorer som trolig holder renholdskostnaden til badene nede er bruk av klor og andre kjemikalier, overflater av fliser som er lett å rengjøre og åpne løsninger. Det kan videre tenkes at periodisk renhold er mer komplekst, ved å pusse ulike bygningskomponenter som fliser og stål. Hyppighet, enhetstid, timepris og areal ble nevnt som faktorer som påvirker renholdskostnadene for bygg. Bade- og svømmeanlegg vil trolig trenge en høy hyppighet av renhold på grunn av kravene til hygiene. Det kan tenkes at lav enhetstid er med på å holde kostnaden nede. Med dette menes tiden det tar å rengjøre en spesifikk flate (m²) eller bygningskomponent. Fliser, som er mye brukt som gulvbelegg er lett å rengjøre, og kan derfor bidra til redusert enhetstid.

Analysenes grad av generalisering mot svømmehaller kan diskuteres. Enhetene i undersøkelsen retter seg mot badeland. Det kan tenkes at argumentet for begrenset driftskompetanse står sterkere ved mindre svømmehaller større badeland. Dette kan skyldes at flere svømmehaller sin begrensede størrelse gjør at de ikke har en egen teknisk stab. Dette vil begrense driftskompetanse til svømmehallen. Dette er en faktor som kan svekke drift- og vedlikeholdet til svømmehaller, som igjen kan øke livssyklus kostnadene.

5.4 Hva gjør det problematisk å gjennomføre troverdige LCC-analyser for bade- og svømmeanlegg?

Hensikten med delkapittelet er å samle tråene fra de underliggende forskningsspørsmålene, og forsøke å bruke materialet for å besvare problemstillingen. Før dette vil gjennomføringen av analysene diskuteres.

5.4.1 Gjennomføring av analysene

Strukturen på datainnsamlingen av FDVU-kostnader var basert på NS 3454: 2013 livssyklus kostnader for bygninger. Gjennomføringen av innsamlingen var mildt sagt problematisk. Av totalt fire bad som ble kontaktet var to ute av stand til å skille ut de ønskede kostnadene fra historiske regnskap. Årsakene så ut til å være ulike rapporteringsstruktur, lite kunnskap om temaet og fragmentert ansvar kombinert med lav svarrate. De to siste badene var svært samarbeidsvillige, men NS 3454 sin fremmede struktur gjorde at det var en utfordrende prosess å skille ut de ønskede kostnadene. Et problem som ble belyst var skillet mellom ulike vedlikeholdsbegreper. Hva slags vedlikehold er akutt, og hva er preventivt? Hva kan beskrives som utvikling? I tillegg var det problematisk å hente data fra kostnadsposter som lønn, renhold og eiendomsledelse. Grunnen til dette var at regnskapet ikke skilte mellom kostnader tilknyttet kjernevirksomhet og kostnader knyttet til bygningen. Spørsmålet videre er om NS 3454 :2013 er lite hensiktsmessig for å belyse historiske livssyklus kostnader for bade- og svømmeanlegg?

Rasmussen, et al. (2020) fant ut at informasjon og data, og begrensede insentiver var sentrale barrierer i nordiske land for gjennomføring av livssyklus-analyser. Hovedfokuset i undersøkelsen var den miljømessige pilaren, men det kan fortsatt gi en indikasjon på kostnadsaspektet. Problemet med mangelfull informasjon og data vil opprettholdes når det er problematisk å gjennomføre analyser på eksisterende anlegg. Det kan føre til svake erfaringstall, som igjen gjør livssyklusanalysene mindre troverdige i tidlig fase av nye prosjekter. Dermed har vi en ond sirkel av begrensede estimater og kostnadsoverskridelser. Begrensede erfaringstall for bade- og svømmeanlegg kan også skyldes at aktørene ikke har nok insentiver til å belyse livssyklus kostnadene til anlegget når det først er bygget. Verktøyet sees ikke på som et hensiktsmessig styringsverktøy. I tillegg er mangel på sammenliknbar data en faktor som spiller inn. Ulike regnskapspraksiser hos forskjellige bad gjør det problematisk å sammenlikne dataen på en presis måte. KOSTRA er et offentlig verktøy for å belyse kommunenes driftsøkonomi. Verktøyet har likevel begrensninger som gjør det vanskelig å kartlegge livssyklus kostnader til kommunale bygg. KOSTRA ble ikke brukt i oppgaven fordi de ikke skilte mellom kjernevirksomhetens og bygningsspesifikke kostnader. Det var heller ikke mulig å skille ut tall fra ønsket anleggs kategori.

5.4.2 Momenter fra FS1 og FS2

Hovedskillet mellom livssyklus kostnadene til bade- og svømmeanlegg og en flerbrukshall er drift og vedlikeholdskostnadene, og forsyningskostnadene til anleggene. For å gjennomføre en troverdig LCC-analyse er det sentralt å forstå hvilke spesielle faktorer som forårsaker avvikene.

Spesielle påvirkningsfaktorer for LCC som ble avdekket i undersøkelsen var eiendomsledelse og vedlikeholdsplanlegging, riktige valg knyttet til material/design/utførelse i planleggingsprosessen, energiledelse og vann og avløp. Dette er også sentrale faktorer i ordinære bygg, men det kan argumenteres for at risikoen for at faktorene fører til kostnadsoverskridelser er større for bade- og svømmeanlegg.

Det er tidligere argumentert for at bade- og svømmeanlegg har en forhøyet risiko for bygningskader. Faktorer som påvirker risikoen kan være vedlikeholdsplanlegging og material/design/utførelse i byggeprosessen. Eiendomsledelsen setter ofte rammene for vedlikeholdsplanleggingen. Her ble det avdekket svakheter ved kommunal eiendomsledelse. Ved at kommunen behandler anlegget som en ordinær kommunal bygning lar de tilstandsgraden til bygningskomponentene forfalle, som fører til høye vedlikeholds- og utskiftingskostnader. Under material/design/utførelse kan valg av entreprisemodell til prosjektet være sentralt. Her er det stor splid i bransjen på hva som er mest egnet. Anleggets sårbarhet til bygningskader fører muligens til at totalentreprise er mindre egnet. Dette er fordi det kan tenkes at kostnadsbesparelser går på bekostning av kvalitet. Andre entreprisereformer vil gi andre fordeler og ulemper, men vil ikke bli diskutert videre i denne oppgaven.

For å oppsummere momentene tilknyttet problemstillingen vil mangel på egnede erfaringstall være en årsak til begrensede LCC-analyser. Dette kommer av forskjeller mellom kostnadsstrukturen til anlegget og kostnadspostene i NS 3454:2013, i tillegg til begrensede incentiver for å rapportere egnede erfaringstall. Et lavt antall badeland i Norge gjør også at det finnes begrenset med erfaringstall. Høy risiko for kostnadsoverskridelser innen drift og vedlikehold og forsyningskostnader er også et sentralt moment. Denne høye risikoen kan føre til at de faktiske kostnadene blir vesentlig høyere enn estimatet. Hvis det brukes erfaringstall fra andre anleggstyper er det fare for at spesielt FDVU-kostnadene blir kraftig undervurderte. Det er derfor hensiktsmessig at estimatene for drift- og vedlikehold og forsyningskostnader korrigeres for den nevnte risikoen. Begrenset med litteratur om sammenhenger mellom valg i bygge- og driftsfasen og livssyklus kostnadene til bade- og svømmeanlegg er også med på å gjøre det vanskeligere å estimere troverdige verdier.

7 Konklusjon

Konklusjon vil i korte trekk gi svar på forskningsspørsmålene, før den retter fokuset mot problemstillingen til oppgaven.

FS 1: Hva er estimert årskostnad for de undersøkte anleggene?

Analysene for bad 1 og bad 2 gir en årskostnad på 1 795 kr og 2 452 kr per m² BTA. Til sammenlikning har en norsk flerbrukshall en årskostnad på 1 611 kr. De største kostnadspostene er kapitalkostnad, drift og vedlikehold, og forsyningskostnader.

FS 2: Hvilke spesielle faktorer påvirker livssyklus kostnadene til bade- og svømmeanlegg?

Eiendomsledelse og vedlikeholdsplanlegging, material/design/utførelse i byggeprosessen og antall besøkende er påvirkningsfaktorer som ble avdekket i analysen. Anleggets tilnærming til vedlikehold og valg av løsninger har stor innvirkning på livssyklus kostnadene til anlegget. Antall besøkende er en driver for kostnadene til vann og avløp, mens energikostnaden i større grad er fast. Det tekniske anlegg må være i drift uavhengig av åpningstidene og antall besøkende.

FS 3: Hva skiller livssyklus kostnader for bade- og svømmeanlegg og andre anleggstyper?

Hovedskillet mellom livssyklus kostnadene til bade- og svømmeanlegg og andre anleggstyper ligger i drift- og vedlikeholdskostnadene og forsyningskostnadene. Det aggressive indre miljøet gjør at anleggstypen har høyere kostnader knyttet til daglig drift og vedlikehold, og økt risiko for bygningsskader. Forsyningskostnadene er høyere på grunn av det energiintensive driftsanlegget som må være på hele døgnet, og det høye forbruket av vann. Analysene viste at bade- og svømmeanlegg ikke har høyere renholdskostnader enn referansebygget.

Hva gjør det problematisk å gjennomføre troverdige LCC-analyser for bade- og svømmeanlegg?

For det første er det problematisk å kartlegge troverdige erfaringstall fordi kostnadsstrukturen varierer i stor grad mellom anleggene. Ved bruk av erfaringstall fra andre anleggstyper vil analysene svekkes på grunn av de store forskjellene i kostnadsstruktur. Bade- og svømmeanlegg har en vesentlig høyere kostnad knyttet til drift- og vedlikehold og forsyningskostnader. Drift- og vedlikeholdskostnadene og forsyningskostnadene spriker også mye mellom badene. Dette kan skyldes ulike løsninger, teknologi og mangel på planlegging, bygging og drift av anlegget. Bade- og svømmeanlegg har også en spesielt høy risiko for bygningsskader som en følge av sitt aggressive indre miljø. Risikoen påvirkes blant annet ved

valg av eiendomsledelse og vedlikeholdsstrategi, og material/design/utførelse i byggeprosessen. Det er også begrenset med kunnskap om sammenhenger mellom praksis og livssyklus kostnader for bade- og svømmeanlegg. Oppsummert er dette faktorene som gjør det problematisk å gjennomføre troverdige LCC-analyser for bade- og svømmeanlegg:

- Det er vanskelig å kartlegge erfaringstallene til eksisterende anlegg.
- Det er begrenset med kunnskap om sammenhenger mellom praksis og livssyklus kostnader.
- Risikoen for svekket tilstandsgrad på bygningskomponenter er høyere enn i andre anleggstyper.
- Faktorer som eiendomsledelse og vedlikeholdsplanlegging, material/design/utførelse i byggeprosessen har en større påvirkning på drift- og vedlikeholdskostnadene og forsyningskostnaden enn andre bygningstyper.

Videre forskning

Det finnes begrenset med litteratur om særegenheten til livssyklus kostnadene for bade- og svømmeanlegg. Denne oppgaven er en start. Videre forskning kan innhente data fra et bredere utvalg av bade- og svømmeanlegg for å styrke generaliseringen av funnene.

Referanseliste

Asplan Viak, 2013. *Analyserapport: Badeanlegg i Oslo*. [Internett]

Available at: <http://www.xn--frognersvmmeklubb-80b.no/Oslokommune/2013041560-1218845%20analyse%20fra%20Asplan%20Viak.pdf>

[Funnet 23 4 2022].

Backes, J. G. & Traverso, M., 2021. *Application of Life Cycle Sustainability Assessment in the Construction Sector: A Systematic Literature Review*. [Internett]

Available at: [https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85111464540&origin=resultslist&sort=plf-)

[85111464540&origin=resultslist&sort=plf-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85111464540&origin=resultslist&sort=plf-)

[f&src=s&st1=%22LCC%22+and+%22building%22&nlo=&nlr=&nls=&sid=c020c786a5918daadb0e283577d1ee9c&sot=b&sdt=b&sl=35&s=TITLE-ABS-KEY%28%22LCC%22+and+%22building%22%29&r](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85111464540&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=%22LCC%22+and+%22building%22&nlo=&nlr=&nls=&sid=c020c786a5918daadb0e283577d1ee9c&sot=b&sdt=b&sl=35&s=TITLE-ABS-KEY%28%22LCC%22+and+%22building%22%29&r)

[Funnet 16 desember 2021].

Badelandene, u.å. *Badelandene*. [Internett]

Available at: <http://badelandene.no/>

[Funnet 16 mars 2022].

Bergens tidende, 2015. *Bergens tidende*. [Internett]

Available at: <https://www.bt.no/nyheter/lokalt/i/wvAGd/badeland-er-risikosport>

[Funnet 27 Mai 2022].

Bjørberg, S., 2008. *Vedlikehold i kommunesektoren - Fra forfall til forbilde*, Oslo: Kommunens interesse- og arbeidsgiverorganisasjon.

Bjørberg, S., 2021. *Levetidsmodellen*. Oslo, Quality Norway - Konferanse om strategisk eiendomsledelse og strategi.

Bjørberg, S., Anders, L. & Håkon, Ø., 2007. *Livssyklus kostnader for bygninger. Innføringer og prinsipper, beslutningsprosessen, kalkyleanvisning, eksempler*, Oslo: Organisasjonen for rådgivere (RIF).

Bøhlerengen, T. et al., 2004. *Byggforsk håndbok 52: Bade og svømmeanlegg*, Oslo: Norges byggforskinstitutt.

Byggforsk, 2003. *Detaljblad 552.315 Ventilasjon og avfukting i svømmehaller og rom med svømmebasseng*, Oslo: Norsk byggforskningsinstitutt.

Byggforsk, 2008. *Detaljblad 700.110 Byggskader. Oversikt*, Oslo: Norges byggforskningsinstitutt.

Dansk Svømmebadteknisk Forening, 1992. *Energiteknik i svømmehaller*, Danmark: Dansk svømmebadteknisk.

DFØ, 2020. *Anskaffelser.no*. [Internett]

Available at: https://anskaffelser.no/nn/verktoy/veiledere/gode-rutiner-lcc-i-bygg#anchorTOC_Gjennomf%C3%B8ring_av_LCC-beregninger_4

[Funnet 15 mai 2022].

Livssyklus kostnader for bade- og svømmeanlegg

Eikeland, P., 2001. *Teoretisk analyse av byggeprosesser*. [Internett]

Available at: <http://v1.prosjektnorge.no/files/pages/362/samspillet-i-byggeprosessen-eikeland.pdf>

Eikeland, P. T., 2009. *Kobe*. [Internett]

Available at: <http://kobe.be.no/kobedokumenter/foredrag/2010eiendomsledelse.ppt#256,1>

[Funnet 22 april 2022].

Enwa, 2022. *Enwa*. [Internett]

Available at: <https://www.enwa.no/enwa-badeanlegg/produkter/alle-produkter/staalbasseng>

[Funnet 27 mai 2022].

Hansen, G., 2019. *Samspillet i byggeprosessen*. Trondheim: Fagbokforlaget.

Haugen, T. B., Sæbøe, O. E. & Foss, M., 2020. *Eiendomsforvaltning*. Trondheim: Fagbokforlaget.

ISO, 2018. *ISO 41001:2018 - Facility management - Management systems - Requirements with guidance for use*. [Internett]

Available at: <https://www.iso.org/standard/68021.html>

Jacobsen, D. I., 2015. *Hvordan gjennomføre undersøkelser?*. s.l.: Cappelen Dam akademisk.

Johannesen, A., Tuft, P. A. & Christoffersen, L., 2016. *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. 5. utgave red. s.l.: Abstrakt forlag.

Kampel, W., 2016. *Effektiv energibruk i svømmeanlegg*. [Internett]

Available at: https://www.godeidrettsanlegg.no/sites/default/files/bilder/Effektiv-Energibruk_0.pdf

[Funnet 15 november 2021].

Kulturdepartementet, 2021. *Anleggsregisteret*. [Internett]

Available at: <https://www.anleggsregisteret.no/finn-anlegg/>

Kulturdepartementet; Norges idrettsforbund, 2020. *Spillemidler til idrettsanlegg - En gjennomgang av søknader og tildelinger*. [Internett]

Available at: https://www.godeidrettsanlegg.no/sites/default/files/bilder/Spillemiddelrapport_2019.pdf

[Funnet 6 Desember 2021].

Kulturdepartementet, 2021. *Bestemmelser om tilskudd til anlegg for idrett og fysisk aktiviteter - 2021*.

[Internett]

Available at:

<https://www.regjeringen.no/contentassets/891491c8582b457fba022904cd161755/bestemmelser-om-tilskudd-til-anlegg-for-idrett-og-fysisk-aktivitet-2021.pdf>

[Funnet 22 November 2021].

Kulturdepartementet, 2021. *regjeringen.no*. [Internett]

Available at:

https://www.regjeringen.no/contentassets/c2e78422295e428e893fee018c892d56/malbok_svomming-oktober-2021.pdf

[Funnet 13 juni 2022].

Lovdata, 1992. *Pengespilloven*. [Internett]

Available at: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1992-08-28-103>

[Funnet 1 Desember 2021].

Meistad, T., Valen, M. S., Brattas, H. & Gissing, H., 2013. *LCC as a decision tool for strategic development of the public building portfolio: A Norwegian study*. [Internett]

Available at: <http://b-dig.iie.org.mx/BibDig2/P12-0373/pdf/CH144.pdf>

[Funnet 14 desember 2021].

Multiconsult; SINTEF byggforsk; NTNU, 2010. *Energieffektiv, miljøvennlig og robust oppgradering av bygninger*. [Internett]

Available at: <https://dibk.no/globalassets/energi/verktoy/energieffektiv-miljoennlig-og-robust-oppgradering-av-bygninger.no.pdf>

[Funnet 28 mai 2022].

Nesje, A., 2005. *Byggkeramikforeningen*. [Internett]

Available at: http://www.byggkeramikforeningen.no/article/Fli45_05.pdf

[Funnet 24 4 2022].

Nesje, A., 2020. *Nito.no*. [Internett]

Available at: <https://www.nito.no/globalassets/blokker/kursblokker-felles/arne-nesje.pdf>

[Funnet 5 juni 2022].

NITO, 2022. *nito.no*. [Internett]

Available at: <https://www.nito.no/aktuelt/2022/4/svømmehall-og-badeland-rehabiliterer-eller-byggenytt-fyll-bassengene/>

[Funnet 5 juni 2022].

Norges svømmeforbund, 2009. *Spesifikasjon for svømmeanlegg*, Oslo: NSF.

Norges svømmeforbund, 2018. *Spesifikasjoner for svømmeanlegg*. [Internett]

Available at: <https://www.godeidrettsanlegg.no/sites/default/files/bilder/SpesifikasjonMai2018-red.pdf>

[Funnet 1 desember 2021].

Norsk byggkeramikforening, 2020. *Flislagte svømmebasseng - En prosjektering og utførelsesveiledning for flislagte overflater Del 1*, Trondheim: nbkf.

Norsk Prisbok, 2022. *norskprisbok.no*. [Internett]

Available at: <https://www.norskprisbok.no/WhatIsNP.aspx>

[Funnet 15 mai 2022].

NTNU, u.å. *Finne kilder*. [Internett]

Available at: <https://i.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Finne+kilder>

[Funnet 10 desember 2021].

Øen, M. N., 2010. *NTNU Open*. [Internett]

Available at: https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/231676/371937_FULLTEXT01.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[Funnet 5 juni 2022].

Öhman, C. E., 2020. *Gode idrettsanlegg - Antall idrettsanlegg bygget*. [Internett]

Available at:

https://www.godeidrettsanlegg.no/sites/default/files/bilder/Statistikksamling%20antall%20idrettsanlegg%20%282020%29_0.pdf

[Funnet 5 Desember 2021].

Rasmussen, F. N., Malmqvist, T. & Birgisdottir, H., 2020. *Drivers, barriers and development needs for LCA in the Nordic building sector – a survey among professionals*. s.l., IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 588 032022.

Regjeringen, 2020. *Regjeringen.no*. [Internett]

Available at: <https://www.regjeringen.no/no/tema/kommuner-og-regioner/kommuneokonomi/kostra/reglverk-om-rapportering-i-kostra/id551597/>

[Funnet 5 juni 2022].

Senter for idrettsanlegg og teknologi, 2021. *Gode idrettsanlegg - Ny kostnadsmodell skal gi færre budsjettoverskridelser for svømmehaller*. [Internett]

Available at: <https://www.godeidrettsanlegg.no/nyhet/ny-kostnadsmodell-skal-gi-faerre-budsjettoverskridelser-svømmehaller>

[Funnet 21 November 2021].

Senter for idrettsanlegg og teknologi, u.å. *NTNU*. [Internett]

Available at: <https://www.ntnu.no/siat/om-senteret>

[Funnet 20 November 2021].

Sintef byggforsk, 2010. *Bade og svømmeanlegg*. [Internett]

Available at: <https://docplayer.me/7011524-Bade-og-svommeanlegg.html>

[Funnet 20 November 2021].

Snyder, H., 2019. *Literature review as a research methodology: An overview and guidelines*. [Internett]

Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>

Standard Norge, 2013. *Livssyklus kostnader for byggverk - Prinsipper og klassifikasjon*. [Internett]

Available at:

<https://www.standard.no/no/nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=626300>

[Funnet 22 november 2021].

Standard Norge, 2016. *Spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt*. [Internett]

Available at:

<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=819560>

[Funnet 22 november 2021].

Standard Norge, 2018. *NS-EN ISO 41011:2018 Fasilitetsstyring (FM) - Termonologi*, Oslo: Standard Norge.

Sticos, 2021. *sticos.no*. [Internett]

Available at: <https://www.sticos.no/fagstoff/kategori/kommune/store-forskjeller-paa-kommunale-avgifter>

[Funnet 5 juni 2022].

Thrane, C., 2018. *Kvantitativ metode*. 1. utgave red. Oslo: Cappelen damm.

Valen, M. S. & Olsson, N., 2009. *En studie av årsakssammenhenger i kommunal eiendomsforvaltning*, Trondheim: KoBE.

Valen, M. S., Olsson, N., Bjørberg, S. & Gissing, H. K., 2011. *Bygningsvedlikehold. Bedre planlegging - En nøkkel til vedre vedlikehold*, Trondheim: Tapir akademiske forlag.

Wigen, R., 1990. *Bygningsøkonomi*. Trondheim: Tapir forlag.

Yin, R. K., 2007. *Case study research - Design and methods*. 3. red. s.l.:Thousand Oaks.

Zuccari, F., Santiangeli, A. & Orrechini, F., 2017. *Energy analysis of swimming pools for sports activities: cost effective solutions for efficiency improvement*. [Internett]

Available at: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.08.131>

[Funnet 16 november 2021].

