

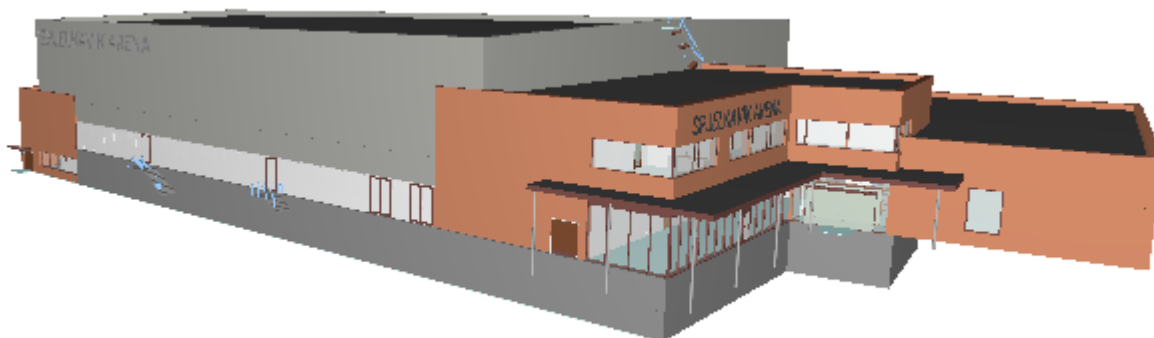
Møre og Romsdal fylkeskommune

► Spjelkavik Arena

LCC-beregninger iht. BREEAM-NOR Man 02

Forprosjekt

Oppdragsnr.: 52200143 Dokumentnr.: RIByfy04 Versjon: 03 Dato: 2022-09-29



Oppdragsgiver: Møre og Romsdal fylkeskommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Bjørn Erik Hjellset
Rådgiver: Norconsult AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim
Oppdragsleder: Marius Alnes
Fagansvarlig: Tonje Merethe Tredal
Andre nøkkelpersoner: June Øksnevad

03	2022-09-29	Følsomhetsanalyse for yttertak er oppdatert.	June Øksnevad	-	Marius Alnes
02	2022-09-22	Oppdatert med LCC av yttervegger for idrettshall.	June Øksnevad	Tom-André Olsen	Marius Alnes
01	2022-09-14	Dokumentasjon for Man02 pkt. 4	June Øksnevad	Tom-André Olsen	Marius Alnes
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Innhold

1	Bakgrunn	4
2	Forutsetninger MAN 02 kriterium 4 og 5	5
2.1	Generelle forutsetninger	5
2.2	Forutsetninger for vurderinger iht. MAN 02 kriterium 4	6
3	Livsløpskostnader av relevante bygningsdeler	9
4	Resultater for Man 02 kriterium 4 og 5	10
4.1	Man 02 kriterium 4.a1: Oppbygning av tak	10
4.2	Man 02 kriterium 4.a2: Oppbygning av yttervegg	10
4.3	Man 02 kriterium 4.b: Energiforsyning (ENE04)	11
4.4	Man 02 kriterium 4.c: Belegg på gulv	11
4.5	Man 02 kriterium 4.d: Kantstein	12
5	Følsomhetsanalyse av LCC-analysen for Man 02 kriterium 4 og 5, bygningsmaterialer	13
6	Konklusjon Man 02 kriterium 4 og 5	15

1 Bakgrunn

Spjelkavik Arena skal sertifiseres i henhold til BREEAM-NOR 2016.

Denne rapporten dokumenterer poeng under Man 02 – Livsløpskostnader og levetidsplanlegging i henhold til *BREEAM-NOR for nybygg 2016, teknisk manual SD5075NOR-Ver: 1.2*. Beregningen utføres for pkt. 4, beregning av bygningsdelers livsløpskostnader. Det kan oppnås 1 poeng for dette punktet. For å oppnå poeng må også prosjekteringsteamet bekrefte hvordan denne beregningen har påvirket prosjektet, ref. pkt. 5. Dette må dokumenteres ved begrunnelse av kritisk verdi. Livsløpskostnader kan være en av verdiene. Andre verdier kan være estetikk, arkitektur, klimagassutslipp, etc.

Det er utført en LCC-beregning for kostnader knyttet til investering, drift, vedlikehold, renhold og utskiftning for ulike bygningsmaterialer iht. NS 3454:2013 Livssyklus kostnader for byggverk. Som anbefalt i BREEAM-NOR 2016 ved bruk av NS 3454:2013, er det er i tillegg utført en følsomhetsanalyse slik det er beskrevet i ISO 15686-5.

LCC-analysen skal belyse kostnadene knyttet til ulike materialalternativer for prosjekteringsteamet. Teamet kan dermed få en oversikt over hvilke materialvalg som vil være mest lønnsomme i løpet av byggets levetid. For at sammenligningen skal gi størst nytteverdi, er det valgt å se på de elementene og materialene som er mest aktuelle, og som prosjektet synes det var relevant å sammenligne.

2 Forutsetninger MAN 02 kriterium 4 og 5

I LCC-analysen av bygningsmaterialer er det benyttet et eget regneark basert på NS 3454 for å vurdere kostnader knyttet til alternative materialvalg. LCC-modulen i ISY Calcus inkluderer standard levetider for materialer og kostnader hentet fra Norsk Prisbok 2022. Detaljnivået for hver LCC-konto samsvarer med NS 3454 og prislinjene som ligger i ISY Calcus. Det er lagt til grunn ulike analyseperioder for de ulike bygningsdelene. Resultatet fra LCC-analysen vil kunne brukes i prosjektet til å belyse hvilke alternativer som er mest gunstig ifm. årskostnad over byggets levetid.

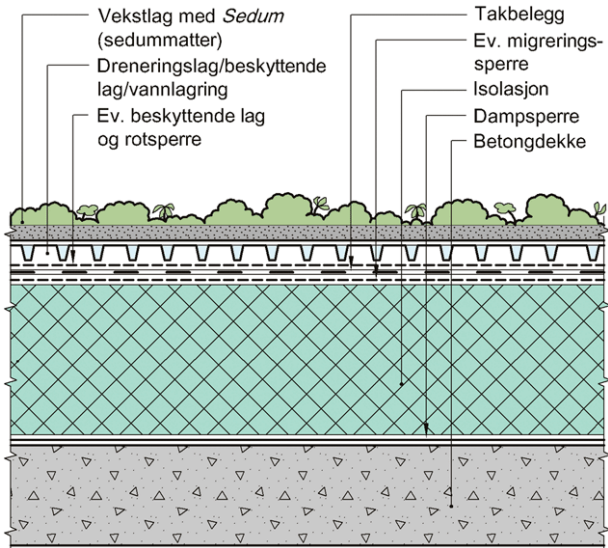
2.1 Generelle forutsetninger

Forutsetninger	Beskrivelse
Geometri	<p>Det er valgt å legge til grunn kostnad per kvadratmeter i resultatene av vurderingen for oppbygning av tak, gulvoverfalte og uteområder. Arealene kan dermed multipliseres med prisene som er presentert etter hvert som arealene blir bestemt. De relative kostnadsdifferansene vil dermed være opprettholdt.</p> <p>For vurdering av yttervegger er det valgt å benytte prosjektspesifikt areal i beregningen. Dette begrunnes med at man på forhånd vet hvor mye areal som skal bygges med én av de alternative løsningene. Benyttet areal for ytterveggsvurderingen er hentet fra ARK IFC-modell datert 2022-12-09, utarbeidet av Norconsult.</p>
NS3454	Norsk Standard NS 3454:2013 – «Livssyklus-kostnader for byggverk, prinsipper og klassifikasjon» er lagt til grunn for LCC-beregningene. Denne bygger på nåverdimetoden. Kodene de forskjellige kostnadselementene refererer seg til, er fra denne standarden.
Kalkulasjonsrente	Kalkulasjonsrenten som brukes ved beregning av lønnsomhet ved langsiktige investeringer, består av en risikofri rente og et risikotillegg. For statlige prosjekter oppgir Finansdepartementet i et rundskriv at det på nåværende tidspunkt for mindre prosjekter skal benyttes en risikofri rente på 2,0 % p.a. og et risikopåslag på 2,0 % p.a. Dette gir en kalkulasjonsrente på 4 % p.a.
Levetidsbetraktning	Levetiden for ulike materialer varierer. Det vil for noen materialer være utskiftningskostnader i.a. analyseperioden. Levetiden forutsetter at det blir gjennomført et normalt vedlikehold.
Analyseperiode	Analyseperioden som er lagt til grunn, er 40 år. Det vil ikke være naturlig å se på lengre levetid, fordi fremtidige kostnader utover dette er såpass usikre.

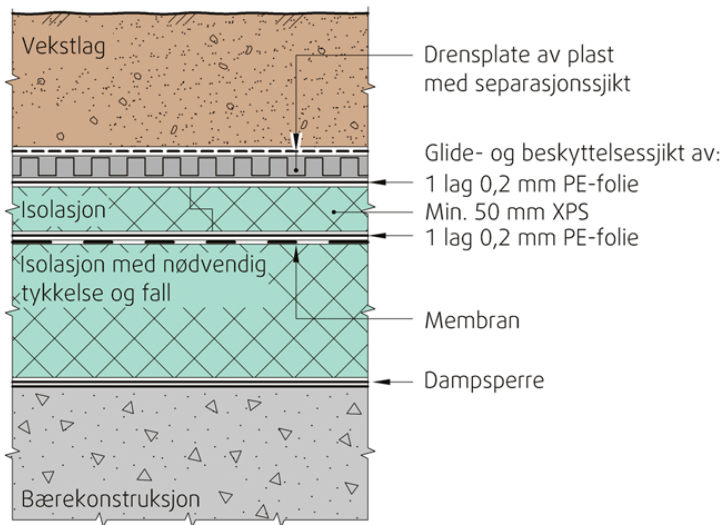
2.2 Forutsetninger for vurderinger iht. MAN 02 kriterium 4

I dette kapitlet er det beskrevet hvilke forutsetninger som legges til grunn for hvert enkelt del-kriterium. Del-kriteriene er delt opp i egne underkapitler.

Pkt. ref Man 02 Pkt 4:	Materiale	Kommentar
4.a1 - Klimaskjerm	Ekstensive tak	Pris hentet fra ISY Calcus. Prisen inkluderer sedummatte, dremsplate, beskyttelsessjikt og rotbestandig PVC-belegg. Figur 1 illustrerer oppbygningen av sedumtak. Betongdekke og isolasjon er ikke medtatt, da dette vil være det samme for alle takkonstruksjonene som vurderes.
4.a1 - Klimaskjerm	Intensive tak	Pris hentet fra ISY Calcus. Prisen inkluderer beplantning, vekstjordlag, dremsplate, beskyttelsessjikt og rotbestandig PVC-belegg.
4.a1 - Klimaskjerm	Asfaltbelegg	Pris hentet fra ISY Calcus.
4.a1 - Klimaskjerm	PVC-belegg	Pris hentet fra ISY Calcus.
4.a2 - Klimaskjerm	Yttervegg av bindingsverk	Pris hentet fra ISY Calcus.
4.a2 - Klimaskjerm	Stål sandwichelementer	Pris hentet fra ISY Calcus.
4.b - Installasjoner	Energiforsyningsløsninger	Se RIByfy02 – Spjelkavik Arena- ENE04
4.c – Overflater	Keramisk flis for gulv	Pris hentet fra ISY Calcus – Pris er hentet for keramiske fliser inkl. lim, dimensjon 600 x 600 med sementbasert fugemasse
4.c – Overflater	Vinyl	Pris hentet fra ISY Calcus
4.c – Overflater	Slipt betong	Pris hentet fra ISY Calcus. Prisen inkluderer armering.
4.c – Overflater	Sportsgulv parkett	Pris hentet fra ISY Calcus. Prisen inkluderer oppmerking.
4.c – Overflater	Sportsgulv gummi	Pris hentet fra ISY Calcus. Prisen inkluderer oppmerking.
4.d - Uteområde	Kantstein av betong	Pris hentet fra ISY Calcus.
4.d – Uteområde	Kantstein av granitt	Pris hentet fra ISY Calcus.



Figur 1: Eksempel på oppbygning av ekstensive tak. Hentet fra BSK. 544.823.



Figur 2: Eksempel på oppbygning av intensive tak. Hentet fra BSK 525.306.

Tabell 1: Oversikt over kostnader som er benyttet i LCC-beregningene.

Pkt. ref Man 02 Pkt 4:	Materiale	Basiskostnad fra norsk prisbok Inkl. mva	Forventet tillegg/prisjustering	
			Påslagsprosent	Forventet kostnad
4.a1 - Klimaskjerm	Ekstensive tak Ekstrakost. bærekonstruksjon	1 296,- per m ²	20%	1 555,- per m ²
		166,- per m ²	15%	191,- per m ²
4.a1 - Klimaskjerm	Intensive tak Ekstrakost. bærekonstruksjon	1763,- per m ²	20%	2116,- per m ²
		297,- per m ²	15%	342,- per m ²
4.a1 - Klimaskjerm	Asfaltbelegg	446,- per m ²	10%	491,- per m ²
4.a1 - Klimaskjerm	PVC-belegg	433,- per m ²	10%	476,- per m ²
4.a2 - Klimaskjerm	Yttervegg av bindingsverk	6 167 291,- For areal på 1670 m ²	12%	6 907 366,- For 1670 m ²
4.a2 - Klimaskjerm	Stålsandwich	3 087 993,- For areal på 1670 m ²	20%	3 705 591,- For 1670 m ²
4.c - Overflater	Keramisk flis for gulv	1 280,- per m ²	20%	1536,- per m ²
4.c - Overflater	Vinyl	461,- per m ²	15%	530,- per m ²
4.c - Overflater	Slipt betong	978,- per m ²	10%	1 076,- per m ²
4.c - Overflater	Sportsgulv parkett	2 425,- per m ²	20%	2 910,- per m ²
4.c - Overflater	Sportsgulv gummi	1 553,- per m ²	15%	1 786,- per m ²
4.d - Uteområde	Kantstein av betong	749,- per m ²	10%	824,- per m ²
4.d - Uteområde	Kantstein av granitt	990,- per m ²	15%	1 139,- per m ²

3 Livsløpskostnader av relevante bygningsdeler

I dette kapitlet dokumenteres bygningsdelers livsløpskostnader beskrevet i Man02, pkt. 4. Som beskrevet i SN2.4 omhandler notatet kun relevante eksempler. Tabell 15 viser hvilke bygningsdeler som er inkludert i LCC-beregningene for 4.a, 4.c og 4.d.

Tabell 2: Inkluderte bygningsdeler i LCC-beregning.

Bygningsdel	Bygningsdel
4.a1 Klimaskjerm	Takoppbygning
4.a2 Klimaskjerm	Oppbygning av yttervegg
4.b Installasjoner	Se RIByfy02 – Spjelkavik Arene – ENE04
4.c Belegg	Innvendig gulvbelegg og gulvoppbygning idrettshall
4.d Uteområder	Kantstein

Livsløpskostnadene for materialene er beregnet med bruk av ISY Calcus BIM v. 8.2. Beregningen inkluderer følgende kostnader over 40 års analyseperiode:

- Investeringskostnad
- Vedlikehold
- Utskifting av bygningsdeler/systemer
- Restverdi av materialer ved endt analyseperiode

Kostnader knyttet til regelmessig renhold er inkludert i beregningen av innvendige gulvbelegg. Disse kostnadene er basert på erfaring fra tidligere prosjekt. For de andre vurderingene er kostnader nyttet til renhold ikke medtatt. For sportsgulv av parkett er det ikke medtatt kostnader for oljing/boning.

Vedlikehold og levetider er hentet direkte fra ISY Calcus. Det er ikke gjort noen vurderinger utover dette.

4 Resultater for Man 02 kriterium 4 og 5

Alle kostnader er inkl. mva.

4.1 Man 02 kriterium 4.a1: Oppbygning av tak

Tabell 3 viser en oversikt over levetid og årskostnadene for ekstensive tak, intensive tak, asfaltbelegg og PVC-belegg. Det er lagt inn en ekstra kostnad for intensive og ekstensive tak som følge av at det vil være ekstra kostnader knyttet til bæresystem for disse alternativene. Det er utover dette sett bort i fra bærekonstruksjon og isolasjonstykkelse da det forutsettes likt for alternativene.

Resultatet viser at kostandene for asfaltbelegg og PVC-belegg er tilnærmet like og det rimeligste alternativet. Intensive tak vil være det dyreste alternativet.

Tabell 3 Livsløpskostnader (ÅK) for takoverflater.

Materiale	Teknisk- levetid [år]	Anskaffelse skostnad [NOK/m ²]	Vedlikehold [NOK/m ²]	Utskiftning skostnad [NOK/m ²]	Restverdi [NOK/m ²]	Sum nåverdi [NOK/m ²]	Sum års- kostnader [NOK/m ² /år]
Ekstensive tak	30	1746	149	591	-242	2244	113
Intensive tak	30	2458	94	781	-341	2991	151
Asfaltbelegg	30	491	74	206	-68	703	36
PVC-belegg	30	476	59	200	-66	670	34

4.2 Man 02 kriterium 4.a2: Oppbygning av yttervegg

Tabell 4 viser en oversikt over levetid og kostnader for de ulike ytterveggene som er vurdert. Det er tatt utgangspunkt i en yttervegg med U-verdi 0,21 W/m²K, som tilsvarer 200mm isolasjon i sandwich-element og 250mm isolert bindingsverk for yttervegg av bindingsverk.

For yttervegg av bindingsverk er det tatt utgangspunkt i utvendig kledning av Steni fasadeplater. Det er også lagt til en ekstra kostnad for stålbelegger pga. avstivning til bindingsverksvegger. Dette skyldes at bindingsverksveggene vil trenge en ekstra avstivning pga. vindlast. I tillegg er det lagt til kostnad for oppbygning av parapet rundt taket i løsningen med bindingsverksvegg. For stålsandwich-alternativet er parapetløsningen enklere mht. materialbruk.

Det er sett bort i fra restverdi og utskiftningskostnader i vurderingen av yttervegger, da levetiden til ytterveggene er antatt lik for begge alternativene. Dette forutsetter at det blir utført nødvendig renhold/vedlikehold iht. produktanvisninger. Vedlikeholdskostnader er ikke inkludert da det forventes at kostnader knyttet til renhold og mindre vedlikehold vil være omtrent likt for alternativene. Plassering av ulike bygningsmaterialer tilknyttet alternativene er medtatt i vurderingen av disse forutsetningene.

Tabellen viser at stålsandwich vil ha de laveste kostnadene.

Tabell 4 Livsløpskostnader (ÅK) for yttervegg.

Materiale	Teknisk- levetid [år]	Anskaffelseskostnad [NOK]	Sum nåverdi [NOK]	Sum års- kostnader [NOK/år]
Yttervegg av bindingsverk	40	6 907 366	6 907 366	348 984
Stål- sandwich	40	3 705 591	3 705 591	187 219

Denne beregningen er basert på tekniske levetider. Estetiske levetider vil ofte være lavere enn tekniske levetider, dette gjelder særlig for Steni fasadeplatene. Dette er veldig avhengig av renholdsrutiner og utførelse av mindre vedlikehold.

4.3 Man 02 kriterium 4.b: Energiforsyning (ENE04)

Livssyklus kostnader av alternative energiforsyninger er utført ifm. BREEAM-NOR 2016 v.1.2 Ene 04. Se RIByfy02 – Spjelkavik Arena – ENE04 for dokumentasjon av punkt 4.b – installasjoner.

4.4 Man 02 kriterium 4.c: Belegg på gulv

Under punkt 4.c vurderes innvendig gulvoverflate.

Tabell 5 viser en oversikt over levetid og kostandene for de ulike gulvoverflatene som er vurdert. Det er store forskjeller i kostnader, men vinyl vil være det minst kostnadsdrivende alternativet.

Tabell 5. Livsløpskostnader for innvendig gulvoverflate.

Materiale	Teknisk- levetid [år]	Anskaffelses- kostnad [NOK/m ²]	Vedlikehold [NOK/m ²]	Utskiftning skostnad [NOK/m ²]	Renhold [NOK/m ² /år]	Restverdi [NOK/m ²]	Sum nåverdi [NOK/m ²]	Sum års- kostnader [NOK/m ² /år]
Keramisk flis	20	1536	0	876	261	0	2673	383
Vinyl	25	530	0	259	239	-44	984	277
Slipt betong	60	1076	141	0	239	0	1695	313

Tabell 6 viser en oversikt over de vurderte gulvoppbygningene for idrettshallen. Sportsgulv av gummi er det rimeligste alternativet. Det er ikke sett på renholdskostnader for gulv i idrettshall, da disse kostnadene forventes å være tilnærmet like for de to alternativene.

Tabell 6. Livsløpskostnader for gulvoppbygning idrettshall.

Materiale	Teknisk- levetid [år]	Anskaffels- eskostnad [NOK/m ²]	Vedlikehold [NOK/m ²]	Utskiftnings- kostnad [NOK/m ²]	Restverdi [NOK/m ²]	Sum nåverdi [NOK/m ²]	Sum års- kostnader [NOK/m ² /år]
Sportsgulv parkett	20	2910	910	392	0	4211	213
Sportsgulv gummi	20	1786	1167	1052	-186	3819	193

4.5 Man 02 kriterium 4.d: Kantstein

For kantstein vurderes kantstein av betong og kantstein av granitt. Det er antatt at kantstein av granitt vil ha et vedlikeholdsbehov hvert 10.år. Det er ikke påregnet vedlikehold for kantstein av betong. Det er ikke sett på renholdskostnader for de to alternativene.

Tabell 7 viser at kantstein av betong vil ha de laveste kostnadene.

Tabell 7. Livsløpskostnader for utvendige flater.

Materiale	Teknisk- levetid [år]	Anskaffelses- kostnad [NOK/m ²]	Vedlikehold [NOK/m ²]	Utskiftning- skostnad [NOK/m ²]	Restverdi [NOK/m ²]	Sum nåverdi [NOK/m ²]	Sum års- kostnader [NOK/m ² /år]
Kantstein av betong	40	824	0	0	0	824	42
Kantstein av granitt	60	1139	72	0	-79	1131	57

5 Følsomhetsanalyse av LCC-analysen for Man 02 kriterium 4 og 5, bygningsmaterialer

Det vil alltid være knyttet usikkerheter til beregninger av kostnader fremover i tid. Kostnader er hentet fra ISY Calcus og renholdskostnader for gulv er basert på tidligere erfaringstall. Når eksakte kostnader hentes inn i prosjektet er det sannsynlig at det vil være avvik i pris sammenlignet med dette. Det er også knyttet usikkerhet til materialenes levetid og behov for utskiftning og vedlikehold. I denne beregningen har vi kun forholdt oss til tekniske levetider. Det vil være stor forskjell i tekniske, estetiske og funksjonelle levetider, noe som gjør det vanskelig å vurdere levetiden til et materiale.

Det er valgt å se på en lav- og en høy kalkulasjonsrente i sensitivitetsanalysen. Med tanke på dagens økonomiske situasjon med høye prisøkninger er det svært aktuelt å se på endring i kalkulasjonsrente. Den lave kalkulasjonsrenten er satt til 2 % p.a., som innebærer at risikopåslaget er utelatt (risikofri rente). For den høye kalkulasjonsrenten har vi valgt å bruke 7 % p.a., hvor 5 % p.a. er risikopåslag. Tabellene under viser hvordan nåverdi av LCC-analysen blir påvirket av ulike kalkulasjonsrente.

Tabell 8 viser følsomhetsanalyse av nåverdi for tak.

Tabell 8. Følsomhetsanalyse nåverdi tak.

Materiale	Kalkulasjonsrente 2% [NOK]	Kalkulasjonsrente 4% [NOK]	Kalkulasjonsrente 7% [NOK]
Ekstensive tak	2486	2244	2012
Intensive tak	3248	2991	2736
Asfaltbelegg	811	703	605
PVC-belegg	778	670	574

Tabell 9 viser følsomhetsanalyse av nåverdi for innvendig gulvbelegg. Vinyl vil være det billigste alternativet for alle alternativene av kalkulasjonsrente.

Det er ikke utført følsomhetsanalyse for yttervegg, da det ikke er medtatt noen driftskostnader for denne beregningen. Det vil derfor ikke være noen endringer for ulike kalkulasjonsrente.

Tabell 9. Følsomhetsanalyse nåverdi innvendig gulvbelegg.

Materiale	Kalkulasjonsrente 2% [NOK]	Kalkulasjonsrente 4% [NOK]	Kalkulasjonsrente 7% [NOK]
Keramiske fliser	3088	2673	2293
Vinyl	1094	984	882
Slipt betong	1754	1695	1642

Tabell 10 viser følsomhetsanalyse av nåverdi for gulvoppbygning idrettshall. Sportsgulv gummi vil være det billigste alternativet for alle alternativene av kalkulasjonsrente.

Tabell 10. Følsomhetsanalyse av gulvoppbygning idrettshall.

Materiale	Kalkulasjonsrente 2% [NOK]	Kalkulasjonsrente 4% [NOK]	Kalkulasjonsrente 7% [NOK]
Sportsgulv parkett	4760	4211	3726
Sportsgulv gummi	4565	3819	3084

Tabell 11 viser følsomhetsanalyse av nåverdi for kantstein. Kantstein betong endres ikke ved ulik kalkulasjonsrente fordi dette produktet ikke har noen kostnader knyttet til vedlikehold og utskiftning.

Tabell 11. Følsomhetsanalyse nåverdi kantstein.

Materiale	Kalkulasjonsrente 2% [NOK]	Kalkulasjonsrente 4% [NOK]	Kalkulasjonsrente 7% [NOK]
Kantstein av betong	824	824	824
Kantstein av granitt	1069	1131	1158

6 Konklusjon Man 02 kriterium 4 og 5

For Man 02 punkt 4 - 5 er det mulig å oppnå ett poeng. I siste del av dette notatet er livsløpskostnadene under Man02 punkt 4 – 4a, 4c og 4d dokumentert.

Alternativsvurderinger kommer fram til følgende anbefalinger:

- Man 02 punkt 4 – 4.a1: Klimaskjerm, takoppbygning

Beregningen viser kostandene for asfaltbelegg og PVC-belegg er tilnærmet like og det rimeligste alternativet.

- Man 02 punkt 4 – 4.a2: Klimaskjerm, oppbygning av yttervegg

Beregningen viser at stålsandwich vil være det minst kostnadsdrivende alternativet sammenlignet med yttervegg av bindingsverk.

- Man 02 punkt 4 – 4.c: Gulvbelegg

Beregningen viser at vinyl vil være gulvoverflaten med laveste livssyklus-kostnader. For gulvoppbygning i idrettshallen vil gummi være det rimeligste alternativet.

- Man 02 punkt 4 – 4d: Kantstein

Beregningen viser at kantstein av betong vil være et rimeligere alternativ sammenlignet med kantstein av granitt.

For å oppnå poeng må prosjekteringsteamet bekrefte hvordan denne beregningen har påvirket prosjektet, ref. Man 02 pkt. 5. Dette må dokumenteres ved begrunnelse av kritisk verdi. Livsløpskostnader kan være en av verdiene. Andre verdier kan være estetikk, arkitektur, klimagassutslipp, etc. men dette er ikke medtatt i vurderingene i denne rapporten.