

## ► Spjelkavik Arena - Beskrivelse av referansebygg for Mat 01

I prosjektet Spjelkavik Arena er det mål om 20 % reduksjon av klimagassutslipp fra nye materialer i bygget sammenlignet med et referansebygg iht. kriterium 11-13 i BREEAM-NOR 2016 v1.2 Mat 01. Dette notatet beskriver referansebygget som skal ligge til grunn for beregning av reduksjon av klimagassutslipp for prosjektet. Referansebygget representerer en funksjonell ekvivalent bygningsutforming som oppfyller samme funksjonelle og tekniske krav som den faktiske bygningsutformingen, som beskrevet i SN6.

Bygningen er et idrettsbygg bestående av idrettshall, garderobes, lager, styrketreningsrom, aktivitetsareal for kampsport og klasserom/kontor. Bygget er visualisert i Figur 1. Bygningen har bruttoareal (BTA) på 6 481 m<sup>2</sup>. BRA genereres automatisk ved bruk av Carbon designer i One Click LCA.



Figur 1 Utsnitt fra IFC-modell av bygget

### 1 Forutsetninger

#### 1.1 Verktøy

Verktøyet One Click LCA fra Bionova er benyttet til å gjennomføre klimagassberegningen og lage referansebygget. One Click LCA er et bransjestandardverktøy for klimagassberegninger i Norge og inneholder verifiserte globale og lokale databaser for miljødata. Programvaren har et tilleggsverktøy "LCA for BREEAM Int'I/ES/NOR/SE" som er verifisert av BREEAM og er tilgjengelig i Mat01-kalkulatoren. Verktøyet «Carbon Designer» inne i One Click LCA er et referansebygg-verktøy utarbeidet av Bionova i samarbeid med Statsbygg, Civitas og Context. Carbon Designer er utarbeidet for den norske bransjen slik at det kan genereres referansebygg med like forutsetninger i ulike prosjekter.

#### 1.2 Systemgrenser og omfang

I SN6 er det beskrevet at prosjekteringsteamet skal utvikle, avtale og fastsette referansebyggets utforming, og deretter sende dette til revisor før byggets LCA-vurdering påbegynnes. I beregningen vurderes klimagassutslipp for materialer som beregnes for livsløpsfasene angitt i Figur 2.

Produktstadiet			Gjennomføringsstadiet		Bruksstadiet								Livsløpets slutt				Konsekvenser utover systemgrensen
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	C1	C2	C3	C4	D
Råvarer	Transport	Produksjon	Transport	Anlegg-, bygge- og monteringsarbeid	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftning	Ombygging	Energibruk i drift	Vannforbruk i drift	Transport i drift	Riving	Transport	Avfallsbehandling	Avhending	Material- og energigjenvinning og ombruk av materialer og eksport av egenprodusert energi
X	X	X	X					X	X					X	X	X	

Figur 2 Livsløpsstadiet inkludert i vurdering basert på NS3720

Figur 3 viser hvilke bygningsdeler som er inkludert i beregningene, og derfor også i referansebygget. Som figuren viser er alle obligatoriske bygningsdeler (M) inkludert.

#### Building elements included

##### Fabric:-

Sum:-

	M	Y		Y
External walls (envelope, structure and finishes)	M	Y	2,00	Y
External windows and rooflights	M	Y	2,00	Y
Foundations (including excavation)		Y	2,00	Y
Internal floor finishes (incl. access floors)	M	Y	2,00	Y
Structural frame (vertical)		Y	2,00	Y
Upper floors (including horizontal structure)	M	Y	2,00	Y
Basements/retaining walls (including excavation)		Y	1,00	Y
External solar shading devices, access structures etc.		Y	1,00	N
Ground/lowest floor		Y	1,00	Y
Internal ceiling finishes (incl. suspended/access ceilings)		Y	1,00	Y
Internal walls and partitions	M	Y	1,00	Y
Roof (including coverings)	M	Y	1,00	Y
Stairs and ramps		Y	1,00	Y
Balustrades and handrails		Y	0,50	N
Internal doors		Y	0,50	Y
Internal wall finishes		Y	0,50	Y
Internal windows		Y	0,50	Y

##### Building Services:-

Heat Source, Space Heating, Air Conditioning, Ventilation		Y	2,00	N
Communication, Security and Control Systems		Y	1,00	N
Electrical Installations		Y	1,00	N
Fire and Lightning Protection		Y	1,00	N
Lift and Conveyor Installations / Systems		Y	1,00	N
Water and waste installations		Y	1,00	N
Sanitary Installations		Y	0,50	N

##### Landscaping

Hard Landscaping, Roads, Paths and Pavings		Y	1,00	N
Hard Landscaping, Fencing, Railings and Walls		Y	0,50	N

Figur 3 Inkluderte bygningsdeler i beregningen iht. Mat01-kalkulatoren

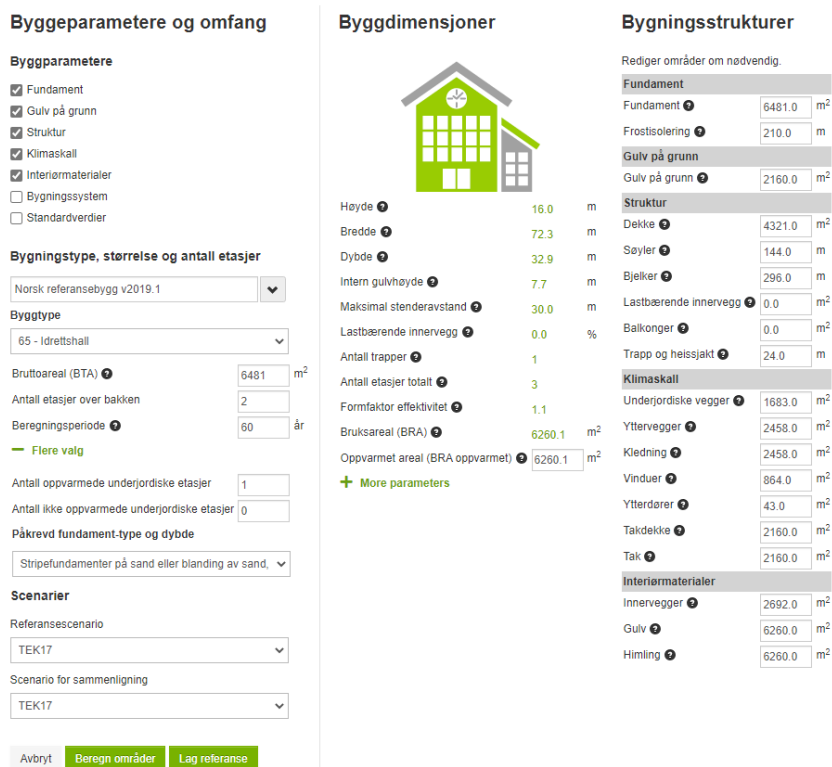
### 1.3 Referansebygg – Skoeske

Referansebygg er etablert ved bruk av Carbon Designer i One Click LCA, og har samme bygningskategori, BTA og antall etasjer som prosjektert bygg. Når det kommer til materialbruk, velger verktøyet materialmengder basert på BTA, og materialkombinasjoner iht. standard materialbruk for gitt bygningskategori. Standardmaterialene baseres på statistikk for materialbruk fra byggebransjen. Det er gjort noen endringer av standardmaterialene som ligger inne i Carbon Designer, se kapittel 1.5.

Tabell 1 og Figur 4 viser inndata lagt inn i Carbon Designer for skoeske. Oppvarmet BRA er generert automatisk fra BTA.

Tabell 1 Inndata Carbon Designer

Inndata referansebygg	
Bygningstype	Idrettsbygg
BTA [m <sup>2</sup> ]	6 481
Antall etasjer totalt	3 (inkl. underjordiske etasjer)
Antall oppvarmede underjordiske etasjer	1
Fundamentering	Stripfundamenter på sand eller blanding av sand, grus, silt og leire per m2 BTA



The screenshot displays the Carbon Designer interface with three main sections:

- Byggeparametere og omfang:**
  - Byggeparametere:** Fundament, Gulv på grunn, Struktur, Klimaskall, Interiormaterialer, Bygningsystem, Standardverdier.
  - Bygningstype, størrelse og antall etasjer:** Norsk referansebygg v2019.1, 65 - Idrettsshall, Bruttoareal (BTA) 6481 m<sup>2</sup>, Antall etasjer over bakken 2, Beregningsperiode 60 år, Antall oppvarmede underjordiske etasjer 1, Antall ikke oppvarmede underjordiske etasjer 0, Påkrevd fundament-type og dybde: Stripfundamenter på sand eller blanding av sand.
  - Scenarier:** Referansescenario TEK17, Scenario for sammenligning TEK17.
- Byggdimensjoner:**
  - Høyde 16.0 m, Brekke 72.3 m, Dybde 32.9 m, Intern gulvhøyde 7.7 m, Maksimal stenderavstand 30.0 m, Lastbærende innervegg 0.0 %, Antall trapper 1, Antall etasjer totalt 3, Formfaktor effektivitet 1.1, Bruksareal (BRA) 6260.1 m<sup>2</sup>, Oppvarmet areal (BRA oppvarmet) 6260.1 m<sup>2</sup>.
- Bygningsstrukturer:**
  - Fundament:** Fundament 6481.0 m<sup>2</sup>, Frostisolering 210.0 m.
  - Gulv på grunn:** Gulv på grunn 2160.0 m<sup>2</sup>.
  - Struktur:** Dekke 4321.0 m<sup>2</sup>, Søylar 144.0 m, Bjelker 296.0 m, Lastbærende innervegg 0.0 m<sup>2</sup>, Balkonger 0.0 m<sup>2</sup>, Trapp og heissjakt 24.0 m.
  - Klimaskall:** Underjordiske vegger 1683.0 m<sup>2</sup>, Yttervegger 2458.0 m<sup>2</sup>, Kledning 2458.0 m<sup>2</sup>, Vinduer 864.0 m<sup>2</sup>, Ytterdører 43.0 m<sup>2</sup>, Takdekke 2160.0 m<sup>2</sup>, Tak 2160.0 m<sup>2</sup>.
  - Interiormaterialer:** Innervegger 2692.0 m<sup>2</sup>, Gulv 6260.0 m<sup>2</sup>, Himling 6260.0 m<sup>2</sup>.

Figur 4 Utsnitt av inndata lagt inn i Carbon Designer.

## 1.4 Referansebygg - Tilpasset

Når referansebygg genereres i Carbon Designer er det i utgangspunktet utformet som en skoeske. Dersom bygningsutformingen til det prosjekterte bygget avviker fra dette, ved at det for eksempel er halve etasjer, kan referansebygget tilpasses for å harmonere med det prosjekterte bygget i større grad. I Tabell 2 er det spesifisert hvilke bygningsdeler som er tilpasset for å gjenspeile det prosjekterte byggets form.

Tabell 2. Beskrivelse referansebygget med tilpasninger for bygningsstrukturer.

Bygningsdel	Skoeske	Tilpasset	Enhet	Beskrivelse av endringer
Fundament	6481	6481	m <sup>2</sup>	Basert på total BTA for bygningen.
Frostisolering	210	210	m	Basert på total BTA for bygningen.
Gulv på grunn	2160	4015	m <sup>2</sup>	Basert på mengder fra energiberegning datert 2022-09-21.
Dekke	4321	2776	m <sup>2</sup>	Mengde hentet fra RIB-modell, datert 2022-09-06 og ARK-modell datert 2022-09-12.
Søyler	5746	36 644	kg	Motatt fra RIB 2022-09-30.
Bjelker	27 972	116 908	kg	Motatt fra RIB 2022-09-30.
Trapp og heissjakt	24	24	m <sup>2</sup>	Basert på totalt BTA for bygningen.
Yttervegg under terreng	1683	507	m <sup>2</sup>	Basert på mengder fra energiberegning datert 2022-09-21.
Yttervegger	2458	2719	m <sup>2</sup>	Basert på mengder fra energiberegning datert 2022-09-21.
Kledning	2458	2719	m <sup>2</sup>	Basert på mengder fra energiberegning datert 2022-09-21.
Vinduer	864	289	m <sup>2</sup>	Basert på IFC tilsendt fra ARK 2022-10-11.
Ytterdører	43	67	m <sup>2</sup>	Basert på IFC tilsendt fra ARK 2022-10-11.
Takdekke	2160	4015	m <sup>2</sup>	Basert på mengder fra energiberegning datert 2022-09-21.
Tak	2160	4015	m <sup>2</sup>	Basert på mengder fra energiberegning datert 2022-09-21.
Innervegger	2692	4068	m <sup>2</sup>	Mengde hentet fra ARK-modell, datert 2022-09-12.
Gulv	6260	6260	m <sup>2</sup>	Basert på total BTA for bygningen.
Himling	6260	6260	m <sup>2</sup>	Basert på total BTA for bygningen.

## 1.5 Tilpasninger av materialvalg fra Carbon Designer

Det er gjort tilpasninger for materialvalg i Carbon Designer som gitt i Asplan Viaks rapport *Klimavennlige byggematerialer, potensial for utslippskutt og barrierer mot bruk*. Rapporten danner grunnlaget for referansefaktorer til klimagassregnskap benyttet i den nye BREEAM-manualen (v.6.0). I rapporten beskrives metodikk og forutsetninger for beregning av referansenivåer for utslipp fra materialbruk for ulike bygningstyper. Rapporten beskriver at modulen Carbon Designer i One Click LCA er utbredt for etablering av skoeskeformede referansebygg i norsk sammenheng, og de har tatt utgangspunkt i slike modellbygg for å sette referansenivåene for ulike bygningstyper. De gjør imidlertid noen justeringer av løsningsvalg og beregningsfaktorer relativt til mengdegrunnlaget fra Carbon Designer. Dette er gjort for at modellberegningene skal være representative for standard løsningsvalg for nye bygg som oppføres i Norge. Tilpasningene er basert på svakheter og for optimistiske forhold i standard genererte referansebygg, som ikke representerer reelle forhold. Tilpasningene er i korte trekk:

- Betong: Utslipp per m<sup>3</sup> iht. bransjereferanse fra Norsk Betongforenings Publikasjon 37 (2019), er lagt til grunn for all betong, ettersom ny versjon ble publisert i november 2019, og dermed bør være representativ for standard betong i Norge, både for plasstøpt betong og prefabrikkerte betongelementer/hulldekker.
- Hulldekker: I One Click LCA er hulldekker modellert med slakkarmering, utslippsfaktor er justert iht. spennarmering og bransjereferanse på betong.
- Vinduer: Utslippsfaktor omfatter kun vindusglass. Utslippsfaktor justert til å omfatte et komplett vindu.
- Isolasjon: Utslippsfaktor for mineralull er justert til å være representative verdier.
- Innerdører: Innerdør er modellert som klimadør og er lagt til grunn for alle innerdører i byggene i One Click LCA. Denne utslippsfaktoren er representativ for ytterdør inn til leiligheter, og ikke for innerdører inne i bygg. Dette ga svært høye utslipp fra innervegger for boligblokk. Utslippsverdi er derfor korrigert til å være representativ for innerdør inne i bygg.
- Endring av levetider for noen utvalgte materialer.

Disse tilpasningene er gjort i både skoeskereferansen og tilpasset referansebygg.

## 2 Klimagassutslipp

I begge referansebyggene er det lagt til grunn betong med lavkarbonklasse bransjereferanse (2019) for alle styrkeklasser. Når det kommer til hulldekker, er det benyttet 0 % resirkulerte bindemidler i sement. For armering er det benyttet en resirkuleringsgrad på 90 %. For søyler legges det til grunn 10 % resirkulert stål, og for alt resterende stål ligger resirkuleringsgraden på 60 %.

### 2.1 Skoeske

Utslipp bundet i materialene er for referansebygget, 1 631 tonn CO<sub>2</sub>e over en levetid på 60 år. Tabell 3 viser referansebyggets oppbygning på 3-sifert nivå iht. bygningsdelstabellen.

Tabell 3. Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende totalt klimagassutslipp referansebygg, skoeske.

Bygningsdel nr.	Bygningsdel	Oppbygning	Klimagassutslipp [tonn CO <sub>2</sub> e)
216	Direktefundamentering	Stripefundamenter på sand eller blanding av sand, grus, silt, leire per m <sup>2</sup> BTA	60,7
222	Søyler	Strukturelle hule stålprofiler (70 %) Tresøyle for trerammebygning (20 %)	21,1
223	Bjelker	Strukturelle stålprofiler (70 %) Trebjelke for trerammebygning (20 %)	59,9
231	Bærende yttervegger	<b>Under terreng</b> Lettklinkerblokker (LECA) (20%) Betong sandwich (80%) <b>Over terreng</b> Bindingsverksveggsystem inkl. mineralullisolasjon (60 %) Betongvegg med utvendig påføring, inkl. stenderverk betong B35 (10 %) Murte lettklinkerblokker inkl. utvendig mineralullisolasjon og stenderverk (10 %) Sandwich element stål, inkl. mineralullisolasjon (20%) <b>Kledning</b> Stålplater, inkl. beleg (80 %) Mal/farget trekledning (20 %)	259,0
234	Vinduer, dører, porter	<b>Vindu</b> 3-lags vindu med tre/aluminiumskledning <b>Dører</b> Ekstern dør	139,3
235	Utvendig kledning og overfalte	Malet eller farget trekledning (20%) Stålplater inkl. beleg (80%)	43,1
241	Bærende innervegger	Bindingsverk med stålstender Leca blokk vegg	107,6

251	Frittstående dekker	Hulldekkesystem, B30, inkl. mineralullisolasjon (85 %) Trebjelkelag, inkl. mineralullisolasjon (15 %)	355,6
252	Gulv på grunn	Betong grunndekk, B35, 550 mm EPS-isolasjon 100 mm	358,0
255	Gulvoverfalte	Parkett=45 % Vinyl= 10 % Linoleum= 35 % Flis = 10 %	66,4
256	Faste himlinger og overflatebehandling	Gipsplater, fylt, slipt, malt (30%) Mineralull suspendert takplater i stål (70%)	37,0
261	Primærkonstruksjon	Ståltaksystem	76,9
262	Taktekking	Dobbelt lag asfaltmembran	23,2
281	Innvendige trapper	Trapper av betong	23,5
<b>Totalt klimagassutslipp</b>			<b>1631</b>

## 2.2 Tilpasset

Utslipp bundet i materialene er for referansebygget, 2 082 tonn CO<sub>2</sub>e over en levetid på 60 år. Tabell 4 viser referansebyggets oppbygning på 3-sifert nivå iht. bygningsdelstabellen.

Tabell 4. Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende totalt klimagassutslipp referansebygg, tilpasset.

Bygningsdel nr.	Bygningsdel	Oppbygning	Klimagassutslipp [tonn CO <sub>2</sub> e)
216	Direktefundamentering	Stripefundamenter på sand eller blanding av sand, grus, silt, leire per m <sup>2</sup> BTA	60,7
222	Søyler	Strukturelle hule stålprofiler (70 %) Tresøyle for trerammebygning (20 %)	167,7
223	Bjelker	Strukturelle stålprofiler (70 %) Trebjelke for trerammebygning (20 %)	248,0
231	Bærende yttervegger	<b>Under terreng</b> Lettklinkerblokker (LECA) (20%) Betong sandwich (80%) <b>Over terreng</b> Bindingsverksveggsystem inkl. mineralullisolasjon (23 %) Betongvegg med utvendig påføring, inkl. stenderverk betong B35 (10 %) Sandwich element stål, inkl. mineralullisolasjon (67%) <b>Kledning</b> Stålplater, inkl. beleg (80 %) Mal/farget trekledning (20 %)	118,4

234	Vinduer, dører, porter	<b>Vindu</b> 3-lags vindu med tre/aluminiumskledning <b>Dører</b> Ekstern dør	70,8
235	Utvendig kledning og overfalte	Malet eller farget trekledning (20%) Stålblater inkl. belegg (80%)	48,9
241	Bærende innervegger	Bindingsverk med stålstender Leca blokk vegg	162,5
251	Frittstående dekker	Hulldekkessystem, B30, inkl. mineralullisolasjon (85 %) Trebjelkelag, inkl. mineralullisolasjon (15 %)	228,5
252	Gulv på grunn	Betong grunndekk, B35, 550 mm EPS-isolasjon 100 mm	663,2
255	Gulvoverfalte	Parkett=45 % Vinyl= 10 % Linoleum= 35 % Flis = 10 %	66,4
256	Faste himlinger og overflatebehandling	Gipsplater, fylt, slipt, malt (30%) Mineralull suspendert takplater i stål (70%)	37,0
261	Primærkonstruksjon	Ståltaksystem	143,0
262	Taktekking	Dobbelt lag asfaltmembran	43,1
281	Innvendige trapper	Trapper av betong	23,5
<b>Totalt klimagassutslipp</b>			<b>2082</b>



### 3 Vedlegg

#### 3.1 Bygningsdeler iht. Mat01

Bygningselementer Mat 01-kalkulator	Bygningsdel iht. bygningsdelstabellen
External walls (envelope, structure and finishes)	231, 232, 233, 234 (minus vinduer), 235, 236
External windows and roof lights	234 (kun vinduer), 263
Foundations (including excavation)	211, 212, 213, 214, 215, 216, 217
Internal floor finishes (incl. access floors)	254, 255
Structural frame (vertical)	222, 225 (kun for søyler), 226 (kun for søyler)
Upper floors (including horizontal structure)	251, 253, 223, 225 (kun for bjelker), 226 (kun for bjelker)
Basement/retaining walls (including excavation)	231 (kun under terreng)
External solar shading devices, access structures etc.	237 (kun utvendig)
Ground/lowest floor	252
Internal ceiling finishes (incl. Suspended/access ceilings)	256, 257
Internal walls and partitions	241, 242, 243, 245
Roof (including coverings)	
Stairs and ramps	281 (minus rekkverk), 282 (minus rekkverk), 283
Balustrades and handrails	287
Internal doors	244 (minus vinduer)
Internal wall finishes	246
Internal windows	244 (kun vinduer)

J02	2022-10-18	Oppdatert iht. nytt fasadekonsept og kommentarer fra Møre og Romsdal fylkeskommune.	June Øksnevad	Tom-André Olsen	Marius Alnes
B01	2022-10-03	Beskrivelse av referansebygg for godkjenning av BREEAM revisor	June Øksnevad	Tom-André Olsen	Marius Alnes
<b>Versjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet</b>	<b>Fagkontrollert</b>	<b>Godkjent</b>

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.