

REFERANSEBYGG

KLIMAGASSBEREGNINGER FOR BYGG

DOKUMENTASJON AV LØSNINGSVALG, SYSTEMGRENSER OG BEREGNINGSFAKTORER INDUSTRIBYGG



Dato: 04.11.2022

Versjon: 01

Dokumentinformasjon

01	04.11.22	Nytt dokument	ODA	
VERSJON	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KS

Innhold



1. BESKRIVELSE	4
1.1. Stål til bæresystem	4
1.2. Areal hulldekker:.....	5
1.3. Levetid.....	5
2. RESULTAT	6
Løsningsvalg for Industribygg	8

1. BESKRIVELSE

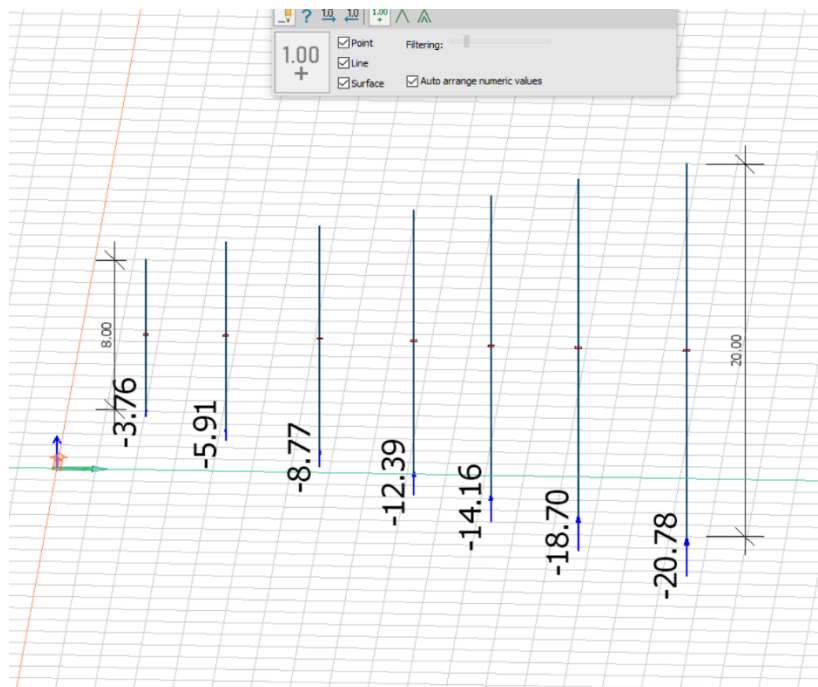
Notatet beskriver kort forutsetninger og resultater for referanseverdi for klimagassutslipp for industribygg. Utslippsfaktorer, levetider og antakelser er i størst mulig grad tilsvarende som for andre referanseverdi basert på *Klimavennlige byggematerialer. Potensial for utslippskutt og barrierer mot bruk*, Enova 16.10.2020¹

1.1. Stål til bæresystem

Stål til bæresystem er kjørt i FEM-Design med samme last, men i varierende lengder. På grunn av økt lengde og da også økt kneklengde så påvirker høyden på byggen stålmengden i ganske stor grad. Dette gjelder kun søyler. Bjelker blir ikke påvirket av dette.

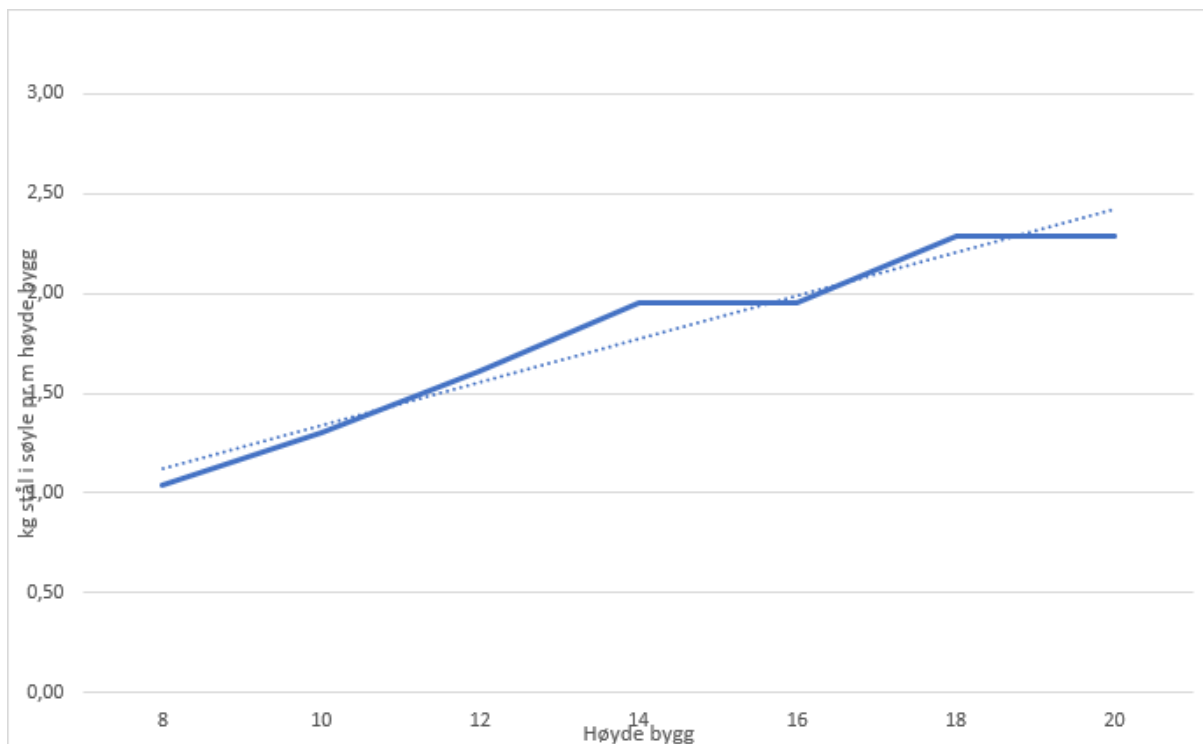
Tabell 1: Mengde stål til søyler for ulike søylelengde, søylelengder fra 8m til 20m med 2m intervall.

Lengde	Totalvekt	Vekt pr. m	%
8	3,76	0,47	80 %
10	5,91	0,59	100 %
12	8,77	0,73	124 %
14	12,39	0,89	150 %
16	14,16	0,89	150 %
18	18,7	1,04	176 %
20	20,78	1,04	176 %



Figur 1: Egenlast søyler, resultat fra beregning i FEM-Design.

¹ <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/tema/klimavennlige-byggematerialer/>



Figur 2: Stål i søyler ved ulike høyder, med linjer trendlinje.

Det er videre beregnet en trendlinje for mengde stål i søyler basert på søylelengde, som hensyntar tykkere stålsøyler for høyere bygg.

$$\text{Mengde stål i søyler pr (x) m høyde bygg} = 0,10839x + 0,25821$$

For søylelengde under 8 meter antas det samme mengde stål pr meter som i 8 meters lengde.

1.2. Areal huldekker:

Det forutsettes som snitt at 20% av bygget har to etasjer, med huldekker HD320.

1.3. Levetid

Sandwichelementer i fasade og innervegg

Levetid til sandwichelementer i fasade og innervegg er samkjørt med modellbygg i OneClick LCA, og er som standard satt til 30 år.

Epoxygulv

Levetid epoxygulv er samkjørt med modellbygg i OneClick LCA, og er som standard satt til 15 år.

2. RESULTAT

Siden utslippsfaktor for industribygg i stor grad er avhengig av byggehøyde, og byggehøyden varierer i stor grad mellom ulike typer industribygg og prosjekt, må referanseverdien endres basert på planlagt byggehøyde (høyde fra overkant gulv på grunn til underkant TRP tak).

Som utgangspunkt benyttes byggets planlagte Bebygd areal (BYA). Bebygd areal er det arealet som en bygning dekker av terrenget. OBS: i motsetning til referanseverdi for andre byggtypen som bruker BRA benyttes BYA og bygghøyde (uten å hensynta eventuelle dekker) for industribygg.

Høyde bygg rundes opp. Skal det finnes referanseverdi for et bygg på 13,5 meter benyttes referanseverdi for 14 meter i tabellen under.

Tabell 2: Resultat, referanseverdi for industribygg basert på bygghøyde og bebygd areal (BYA).

Høyde bygg, høyde fra overkant gulv på grunn til underkant TRP tak.		A1-A3	A4	B1-B4: materialer	B1-B4: transport	B1-B4: sum	Sum, referanseverdi: A1-A3, A4 og B1-B4	Enhet
4	meter	4,98	0,61	0,25	1,62	1,87	7,46	kg CO2 ekv/m2 BYA/år
5	meter	5,17	0,64	0,26	1,71	1,98	7,79	kg CO2 ekv/m2 BYA/år
6	meter	5,36	0,67	0,28	1,80	2,09	8,12	kg CO2 ekv/m2 BYA/år
7	meter	5,55	0,69	0,30	1,90	2,20	8,44	kg CO2 ekv/m2 BYA/år
8	meter	5,79	0,72	0,32	1,99	2,31	8,81	kg CO2 ekv/m2 BYA/år
9	meter	6,04	0,76	0,33	2,08	2,41	9,21	kg CO2 ekv/m2 BYA/år
10	meter	6,31	0,79	0,35	2,17	2,52	9,62	kg CO2 ekv/m2 BYA/år
11	meter	6,59	0,83	0,37	2,27	2,63	10,05	kg CO2 ekv/m2 BYA/år
12	meter	6,88	0,86	0,38	2,36	2,74	10,49	kg CO2 ekv/m2 BYA/år
13	meter	7,19	0,90	0,40	2,45	2,85	10,94	kg CO2 ekv/m2 BYA/år
14	meter	7,51	0,94	0,42	2,54	2,96	11,41	kg CO2 ekv/m2 BYA/år
15	meter	7,84	0,98	0,44	2,64	3,07	11,89	kg CO2 ekv/m2 BYA/år
16	meter	8,18	1,02	0,45	2,73	3,18	12,39	kg CO2 ekv/m2 BYA/år
17	meter	8,54	1,07	0,47	2,82	3,29	12,90	kg CO2 ekv/m2 BYA/år
18	meter	8,91	1,11	0,49	2,91	3,40	13,43	kg CO2 ekv/m2 BYA/år
19	meter	9,30	1,16	0,51	3,01	3,51	13,96	kg CO2 ekv/m2 BYA/år
20	meter	9,70	1,20	0,52	3,10	3,62	14,52	kg CO2 ekv/m2 BYA/år

Formel for referanseverdi:

Dersom industribygget består av ulike deler med ulik bygghøyde regnes det ut referanseverdi for hver del som summeres.

Referanseverdi i Tabell 2 merket med grønn farge (for A1-A3, A4 og B1-B4) for total bygghøyde * bebygd areal (BYA).

Referanseverdien deles på faktisk areal BTA for prosjektet som skal analyseres (inkludert areal av eventuelle dekker). Dette danner grunnlag for å oppnå reduksjon på 20% eller 40% i Mat 01 kriterium 3 *Reduksjon av klimagassutslipp*.

Eksempel:

Det skal finnes referanseverdi for følgende industribygg:

Tabell 3: Eksempelbygg som skal ha referanseverdi:

	Bygghøyde	BYA, m2	Antall etg	BTA, 2
Lav del	14,4 m	11 000	2	22000
Høy del	19,6 m	7 000	1	7 000
Sum		18 000		29 000

Lav del

Referanseverdi for 15 meter benyttes: 11,89 kg CO2 ekv/m2 BYA/år.

11,89 kg CO2 ekv/m2 BYA/år * 11 000 m2 BYA * 60 år = **7 847 400 kg CO2 ekv**

Høy del

Referanseverdi for 20 meter benyttes: 14,52 kg CO2 ekv/m2 BYA/år.

14,52 kg CO2 ekv/m2 BYA/år * 7 000 m2 BYA * 60 år = **6 098 400 kg CO2 ekv**

Sum referanseverdi

Lav del: 7 847 400 kg CO2 ekv

Høy del: 6 098 400 kg CO2 ekv

Sum: 13 945 800 kg CO2 ekv

Fordelt på BTA, 29 000 m2 BTA og 60 år, A1-A3, A4 og B1-B4:

Sum: 13 945 800 kg CO2 ekv / 29 000 m2 BTA/60 år: 8,01 kg CO2 ekv./BTA m2 år

Sammenlikning med klimagassutslipp fra prosjektert løsning

Klimagassregnskapet til prosjektert løsning viser et utslipp på 11 000 000 kg CO2 ekv, for A1-A3, A4 og B1-B4.

Fordelt på BTA, 29 000 m2 BTA og 60 år, A1-A3, A4 og B1-B4:

Sum: 11 000 000 kg CO2 ekv / 29 000 m2 BTA/60 år: 6,32 kg CO2 ekv./BTA m2 år

Reduksjon mot referanseverdi kan regnes på 2 måter:

Totalt: $1 - (11\,000\,000 \text{ kg CO2 ekv} / 13\,945\,800 \text{ kg CO2 ekv}) = \mathbf{21,12\% \text{ reduksjon}}$

Pr BTA: $1 - (6,32 \text{ kg CO2 ekv./BTA m2 år} / 8,01 \text{ kg CO2 ekv./BTA m2 år}) = \mathbf{21,12\% \text{ reduksjon}}$

Løsningsvalg for Industribygg

Industribygg		Løsningsvalg, One Click LCA og valgte løsninger			Kommentar til løsningsvalg for referanseverdi																												
		Element	One Click LCA	Valgte løsninger																													
Bære-systemer	Søyler	Stålsøyler (hulprofil)	100 %	100 %	Stålsøyler og -bjelker i hele konstruksjonen, alle etasjer like OneClick LCA <table><tr><td>Strukturelle hule stålprofiler, generisk</td><td>222 - Søyler</td><td>1,7</td><td>kg/m2</td></tr><tr><td>Strukturelle stålprofiler, generisk</td><td>223 - Bjelker</td><td>8,1</td><td>kg/m2</td></tr><tr><td>Strukturelle stålprofiler, generisk</td><td>231 - Bærende yttervegger</td><td>1,7</td><td>kg/m2</td></tr><tr><td>Steel cladding (SNPPA)</td><td>235 - Utvendig kledning og overflate</td><td>4,3</td><td>kg/m2</td></tr><tr><td>Strukturelle stålprofiler, generisk</td><td>241 - Bærende innveregger</td><td>0,9</td><td>kg/m2</td></tr><tr><td>Stålplater, generisk, 60% recyklet</td><td>261 - Primærkonstruksjon</td><td>7,9</td><td>kg/m2</td></tr><tr><td></td><td></td><td>24,6</td><td>kg/m2</td></tr></table> Se beregninger for stål i kapittel 1.1.	Strukturelle hule stålprofiler, generisk	222 - Søyler	1,7	kg/m2	Strukturelle stålprofiler, generisk	223 - Bjelker	8,1	kg/m2	Strukturelle stålprofiler, generisk	231 - Bærende yttervegger	1,7	kg/m2	Steel cladding (SNPPA)	235 - Utvendig kledning og overflate	4,3	kg/m2	Strukturelle stålprofiler, generisk	241 - Bærende innveregger	0,9	kg/m2	Stålplater, generisk, 60% recyklet	261 - Primærkonstruksjon	7,9	kg/m2			24,6	kg/m2
		Strukturelle hule stålprofiler, generisk	222 - Søyler	1,7		kg/m2																											
	Strukturelle stålprofiler, generisk	223 - Bjelker	8,1	kg/m2																													
	Strukturelle stålprofiler, generisk	231 - Bærende yttervegger	1,7	kg/m2																													
	Steel cladding (SNPPA)	235 - Utvendig kledning og overflate	4,3	kg/m2																													
	Strukturelle stålprofiler, generisk	241 - Bærende innveregger	0,9	kg/m2																													
Stålplater, generisk, 60% recyklet	261 - Primærkonstruksjon	7,9	kg/m2																														
		24,6	kg/m2																														
Betongsøyler	0 %	0 %																															
Bjelker	Stålbjelker (valseprofil)	100 %	100 %																														
	Betongbjelker	0 %	0 %																														

Ytter-vegger	Bærende yttervegg	Sandwichelementer, 200 mm	200 mm glassull, stålplate på begge sider 70% av tettfelt	96% av yttervegg	Antar sandwich element – stålplate med 200 mm isolasjon. Paroc AST T and AST L fire proof panels og tilsvarende. Antar 15% lettklinker (som vegg over gulv på grunn) og 85% sandwich element. Ta utgangspunkt i en runde med leca (25 cm) rundt hele bygget (120 m omkrets) (40 m2)
Lettklinker 200 mm, mineralull, utvendig vindsperre (GU-X), utlekting, dampspærre, mørtel mellom lettklinker, mørtel og maling på innside	250 mm glassull 15% av tettfelt	1,3% av yttervegg			
Ikke-bærende yttervegg	Klimavegg m/utvendig vindsperre (GU-X), bindingsverk med trestender og mineralull, dampspærre, 1 lag innvendig gips	250 mm glassull 15% av tettfelt	0 %		
Glassfasader/ vinduer	Glassfasade	0 %	0 %		
Trevinduer med alukledning, 3 lag	25% av BRA	5% av BRA			

	Utvendig kledning	Fibersementplate Stålplate, Steel sheet 1 mm + wooden lathes 12x36 mm	25% av tettfelt 75% av tettefelt	1,3% av yttervegg 0%	Endre til 15% fibersementplate (over lettklinker), resten sandwich Tar ikke med stålplate, da sandwichelement inkluderer kledning
	Dører	Ytterdører i stål	2% av BRA	2% av BRA	Antar 2% av BRA
Inner- vegger	Bærende innervegger	Betongvegg 150mm	20% av INV, 10% BRA	0% av INV	VALGT: 25 m2 dør (samme som yttervegg) Innervegg: to stk vegger på «tvers» av bygget i hele høyden. 100% sandwichelement med 150 mm tykkelse.
	Ikke-bærende innervegger	100mm stålstender, mineralull, 1 lag gips hver side, stålstender	100 mm glassull 65% av INV, 33% BRA	100 mm steinull 0% av INV	
		Sandwichelementer, 150 mm	0 %	100% av innervegg, 62% av BTA	
	Kledning og overflate	Maling på gips	100% av gipsvegg	0 % av gipsvegg	
		Murpuss + maling på betong og lettklinker	100% av betongvegg	0% av betongvegg	
	Dører	Innvendig dør	15% av INV, 8% BRA (tredør)	2% av BTA	Endret til 2% av BTA
Dekker	Frittbærende dekker	Betong hulldekke	Ikke dekke, kun 1 etg	20% av bygget har hulldekke betong, HD320 mm	Forutsetter at 20% av bygget har to etasjer, hulldekker 320 mm tykkelse.
	Gulv på grunn	Betong, dampsperre/radonsperre	300mm betong (90kg/m3) + dampsperre + 200mm EPS 8% av BYA (randsonen)	120mm betong + 100mm EPS 100% av BYA	Benyttet 120 mm bunnplate og 100 mm EPS når det ikke er behov for ekstra fundamentering. Ofte isoleres kun randsonen, ringmuren og litt på utsiden, så 100 mm benyttes som snitt under hele gulv på grunn.
	Påstøp	50 mm armert påstøp + avrettingsmasse	100% av BTA, 20 mm avrettingsmasse	100% av hulldekker, armert påstøp og 25 mm avrettingsmasse	Endret til å ikke inkluderer avretting og påstøp på gulv på grunn.
	Gulv-overflate	Teppe	0 % av BRA	0 % av BRA	Antar 100% epoxy
		Parkett	0 % av BRA	0 % av BRA	
		Vinyl	95% av BRA	0 % av BRA	
		Epoxy	0 % av BRA	100% av BRA	

		Kermaisk fli, flislim og membran	5 % av BRA	0 % av BRA	
	Faste himlinger og overflate-behandling	Fast gipshimling, malt	100 % av BRA	0 % av BRA	Antar ikke behov for himling under stålplatetak
	System-himlinger	Systemhimling + stålprofiler	20 mm mineralullplater 0% av BRA	0 % av BRA	Antar ikke behov for himling under stålplatetak
	Primær-konstruksjon	Isolasjon, stålplate dampsperre	300 mm glassull, stålplate (7,85 kg/m ²), 100% av BYA	300 mm trykkfast steinull. Selvbærende stålplate, 1 mm tykkelse. 12,66 kg/m ² 100% av BYA	
		Ståldetaljer	1 kg/m ² BTA	0 % av BRA	Inkludert i stål bæresystem
	Taktekking	Asfalttekking, to lag	100% av BYA	100% av BYA	Asfalttekking, to lag
Trapper og balkonger	Trapper	Betongtrapp	0%	0%	Inkluderes ikke i referansen
	Heissjakt	Betongsjakt	0%	0%	Ingen sjakt