

# Vedleggsliste

<b>Vedlegg A: Dokumenter fra HTB</b> .....	<b>2</b>
A.1 - Forutsetninger for prosjektering, Lyseparken.....	2
A.2 - Takoppbygning, Fløysand.....	6
A.3 - Bilde tillatelse.....	7
A.4 - Bilde av tettningsgardin.....	8
<b>Vedlegg B: Overvann</b> .....	<b>9</b>
B.1 - Overvannsberegning HTB.....	9
B.2 - Vannberegninger.....	10
<b>Vedlegg C: Lastberegninger</b> .....	<b>11</b>
C.1 - Snølast.....	11
C.1.1 - Snølast beregning.....	11
C.1.2 - Utklipp NA.4.1(901).....	12
C.1.3 - OS-prog snølast.....	13
C.1.4 - OS-prog snølast resultat.....	14
C.2 - Vindlast.....	15
C.2.1 - Vindlast, forenklet metode.....	15
C.2.2 - Fortsettelse forenklet.....	16
C.2.3 - Vindlast, etter standard.....	17
C.2.4 - Vindlast sørvest.....	18
C.2.5 - Fortsettelse vindlast sørvest.....	19
C.2.6 - Vindlast OS-prog.....	20
C.2.7 - Resultat OS-prog vind.....	21
C.2.8 - Vindlast på tak, OS-prog.....	22
C.2.9 - Vindlast på yttervegger, OS-prog.....	23
<b>Vedlegg D - Kapasiteter og dimensjonerende laster</b> .....	<b>24</b>
D.1 - Lastberegninger.....	24
D.2 - Krefter i lastbildet.....	25
D.2.1 - Krefter og moment.....	25
D.2.2 - Statikkformler for bjelker, Byggforsk 421.051.....	26
D.3 - Knekking og Vipping.....	27
D.3.1 - Knekkurver figur 6.4.....	27
D.3.2 - Knekking.....	28
D.3.3 - Fortsettelse knekking.....	29
D.3.4 - Vipping.....	30
D.3.5 - Kombinert aksialkraft og moment.....	31
D.4 - Maku stål beregning.....	32
D.4.1 - Dimensjonering av fagverksbjelke.....	32
D.4.2 - Maku stål resultater.....	33

# Vedlegg A: Dokumenter fra HTB

## A.1 - Forutsetninger for prosjektering, Lyseparken

### Forutsetninger for prosjektering, Konstruksjon. P5275 Lyseparken

Direktekobling: <https://htb.landax.no/survey/results/edit/2000>

Helgesen Tekniske-Bbygg AS  
Valestrand, Valestrand  
5281 VALESTRANDSFOSSEN  
E-post: [eva.cechle@htb.no](mailto:eva.cechle@htb.no)



Nummer: 6  
Sjekkliste: Forutsetninger for prosjektering, Konstruksjon  
Registrert dato: 19.04.2021 09:34

Navn: [Redacted]  
Avdeling: Prosjekteringsavdeling  
Knyttet til prosjekt: Lyseparken (Endelausmarka)

<b>1 Prosjektinformasjon</b>
<b>1.1 Prosjekt</b>
Lyseparken (Endelausmarka)
<b>1.2 Byggherre</b>
[Redacted]
<b>1.3 Prosjektleder</b>
[Redacted]
<b>1.4 Prosjekterende ingeniør</b>
[Redacted]
<b>1.5 RIB</b>
[Redacted]
<b>1.6 Type tiltak</b>
Nybygg
<b>1.7 Kommune / Gnr / Bnr / F.nr</b>
Bjørnafjorden Kommune/13/33
<b>1.8 Adresse</b>
Åsamyrane
<b>1.9 Kote for gulv plan 1</b>
ca. 66,5
<b>2 Egenlaster</b>
<b>2.1</b>
Dersom det er 2 eller flere egenlaster bør det lages en lastskisse/lasttegnig.
<b>2.2 Tak (Solceller, grønt tak etc.) - Enhet kN/m<sup>2</sup> - Retning Vertikal</b>
Q-dekke+iso+tekking = 0,4
<b>2.3 Himling (Husk dersom kontor) - Enhet kN/m<sup>2</sup> - Retning Vertikal</b>
0,1 i kontordel
<b>2.4 Dekketype 1 - Enhet kN/m<sup>2</sup> - Retning Vertikal</b>
HD320 = 4,0 kN/m <sup>2</sup>
<b>2.5 Dekketype 2 - Enhet kN/m<sup>2</sup> - Retning Vertikal</b>
<b>2.6 Påstøp - Enhet kN/m<sup>2</sup> - Retning Vertikal</b>
20 mm summing. 0,5 kN/m <sup>2</sup>
<b>2.7 Påført egenlast - Enhet kN/m<sup>2</sup> - Retning Vertikal</b>
<b>2.8 Kranbjelke - angi også andel til horisontal; x og y - Enhet kN - Retning Vertikal</b>
Ikke aktuelt
<b>2.9 Løpekatt - Enhet kN - Retning Vertikal</b>
Ikke aktuelt
<b>2.10 Tanker</b>
Ikke aktuelt
<b>2.11 Utfyllende informasjon egenlaster</b>
<b>3 Nyttelaster</b>

<b>3.1</b>
Dersom det er 2 eller flere nyttelaster bør det lages en lastskisse/lasttegning.
<b>3.2 Lasteområde 1 - Enhet kN/m<sup>2</sup> - Retning Vertikal</b>
Kontor: 3,0 kN/m <sup>2</sup>
<b>3.3 Lasteområde 2 - Enhet kN/m<sup>2</sup> - Retning Vertikal</b>
<b>3.4 Punktlast 1 - Enhet kN - Retning Vertikal</b>
<b>3.5 Punktlast 2 - Enhet kN - Retning Vertikal</b>
<b>3.6 Linjelast 1 - Enhet kN - Retning Vertikal</b> Enhet kN - Retning Vertikal
<b>3.7 Nyttelast kran - Enhet kN - Retning Vertikal</b>
<b>3.8 Utfyllende informasjon nyttelaster</b>
<b>4 Naturlaster</b>
<b>4.1 Snø, Sk - Enhet kN/m<sup>2</sup> - Retning Vertikal</b>
2,0
<b>4.2 Informasjon til 4.1 Snø</b>
$S = (Sk_0 + n \cdot \Delta task)_{unCe}$ ; 1991-1-3
<b>4.3 Snølommer</b>
Takoverbygg
<b>4.4 Vind, Qkast - Enhet kN/m<sup>2</sup> - Retning Horizontal</b>
0,98
<b>4.5 Vind, Qkast 2- Enhet kN/m<sup>2</sup> - Retning Horizontal</b>
<b>4.6 Utfyllende informasjon naturlaster</b>
<b>5 Ulykke</b>
<b>5.1 Seismisk - Retning Horizontal</b>
Se forutsetninger under NS-EN 1991-1-1 6.4 el. NS-EN 1991-1-7 4.3 el.l. (Bil, truck, lastebil ...)
<b>5.2 Påkjøringslast - Enhet kN- Retning Horizontal</b>
Se forutsetninger under NS-EN 1991-1-1 6.4 el. NS-EN 1991-1-7 4.3 el.l. (Bil, truck, lastebil ...)
<b>5.3 Utfyllende informasjon ulykke</b>
Bærende elementer skal dimensjoneres for påkjøringslast fra truck. Største innvendige truck har en lastkapasitet på 2500 kg og har en egenvekt på ca. 3000 kg.
<b>6 Grunnforhold</b>
<b>6.1 Material i grunnen</b>
Gode sprengningsmasser
<b>6.2 Dybde til fjell</b>
Variierende. Varierer fra 1 til opp mot 15 meter.
<b>6.3 Masseutskifting?</b>
Ja
<b>6.4 Frostfri dybde (Aktuell ved telefarlig grunn)</b>
<b>6.5 Grunnkapasitet (Antatt grunnkapasitet)</b>
Antar 400-500
<b>6.6 Seismisk klasse og berggrunnens akselerasjon</b>

**6.7 Grunntype**

--

**6.8 Grunnvannstand**

--

**6.9 Utfyllende informasjon grunnforhold**

En myr som blir rensket helt ned til fjellet. Deretter bygget opp med masser i henhold til kravene.

**7 Miljøforhold****7.1 Nær sjø?**

Nei

**7.2 Fryselager?**

Nei

**7.3 Kloakk/gjødsel?**

Nei

**7.4 Farlige gasser?**

Nei

**7.5 Utfyllende informasjon miljøforhold**

--

**8 Eksponeeringsklasser betong****8.1**

Oppgi klasse og eventuell spesifikasjon av hvor det gjelder

**8.2 Fundament**

XC2

**8.3 Vegger, utvendig**

XF1

**8.4 Vegg/søyle 1, innvendig**

--

**8.5 Vegg/søyle 2, innvendig**

--

**8.6 Gulv 1**

--

**8.7 Gulv 2**

--

**8.8 Plate utvendig.**

--

**8.9 Utfyllende informasjon eksponeeringsklasser betong**

--

**9 Krav overflatebehandling stål****9.1 Innvendige søyler 1**

C2

**9.2 Innvendige søyler 2**

--

**9.3 Utvendige søyler**

Galvanisert (takoverbygg)

**9.4 Bjelker**

Inne: C2. Ute: Galvanisert (takoverbygg)

**9.5 Utfyllende informasjon krav overflatebehandling stål**

--

**10 Brannkrav****10.1 Bæresystem 1 Hall**

--

**10.2 Bæresystem 2 Hall****10.3 Utfyllende informasjon brannkrav**

Brannrapport ikke landet

**11 Skivevirkning****11.1 Beskriv hva tak avstives ved hjelp av**

Q-dekke

**11.2 Utfyllende informasjon skivevirkning****12 Nedbøyningskrav/ utbøyingskrav****12.1**

Kran - se egne krav

**12.2 Takbjelker**

L/250

**12.3 Q-dekke**

L/200

**12.4 Dekke**

L/300

**12.5 Bærebjelker kontor**

L/300

**12.6 Søyler****12.7 Utfyllende informasjon nedbøyningskrav/ utbøyingskrav****13 U-verdi****13.1 Vegger - enhet w/m<sup>2</sup>K****13.2 Tak - enhet w/m<sup>2</sup>K****13.3 Gulv - enhet w/m<sup>2</sup>K****13.4 Glassfasader - enhet w/m<sup>2</sup>K****13.5 Porter - enhet w/m<sup>2</sup>K****13.6 Utfyllende informasjon U-verdi****14 Sjekkliste fullført - Dato og ansvarlig****14.1**

Signert 30.04.2021



Dato: 30.04.2021 kl. 14:08:02

## A.2 - Takoppbygning, Fløysand

BESKRIVELSE		
<b>Prosjekt:</b>	Postnord. Terminal Os.	
<b>Jobbadresse:</b>	Lyseparken. Os	
<b>Jobbnummer:</b>	21.502	
POST	KODE	BESKRIVELSE
		<b>Tak 1. Underlag: Q-dekke med fall. U=0,18. Kiler Brannseksjonert løsning</b>
	SB1.31.R13	ISOLERING AV TAK MED PLATER ELLER RULLER AV MINERALULL. Rillefyll i Q-dekke. (Fra oversiden.) H. riller=130mm. Overgang mellom kontor / hall. B=1200mm
	SB1.31.UP3	ISOLERING AV TAK MED PLATER AV MINERALULL. ULP. T= 30mm.
	SF1.121.F3	DAMPSPERRESJIKT AV PLASTT. T= 0,2mm. Med kantbrett = 200mm
	SB1.31.U12	ISOLERING AV TAK MED PLATER AV MINERALULL. ULP. T= 120mm. Brannseksjonering ved kant, sluk og gjennomføringer
	SB1.32.N1o	ISOLERING AV TAK MED CELLEMATERIALER. NPS. N60. T = 120mm
	SB1.31.TP3	ISOLERING AV TAK MED PLATER AV MINERALULL. TP. T= 30mm.
	SB1.31.K72	ISOLERING AV TAK MED MINERALULL. Kiler. L=7,2m
	SB1.32.K72	ISOLERING AV TAK MED CELLEMATERIALER. EPS. S80. Kiler. L=7,2m
	SB1.31.K36	ISOLERING AV TAK MED MINERALULL. Kiler. L=3,6m
	SF1.5232.Q4	ETTLAGS TEKKING MED BITUMENBASERT TAKBELEGG MED MEKANISK FESTE. Mestertekk. Sk.grå. T=4,1mm.
	SF1.581.10	AVSLUTNING PÅ TEKNING I FORM AV OPPBRETT. Ett lag. H=1200mm
	SF1.588.R3	SLUK SOM ER EN DEL AV TEKNINGSSYSTEMET. Isola rett sluk. Rustfri utførelse. Levering med slukrist.
	SF1.586.1	INNTEKKING AV SLUK. Jual / Isola sluk
	PN6.12	KUMMER AV METALL TIL NEDLØP. Akse A og akse I
	SF1.584.3	INNTEKKING AV GJENNOMFØRINGER I TEKNING. Rør. Avregnes
		<b>Tak 2. Underlag: Q-dekke med fall. Kondensiso. Kiler</b>
	SB1.31.UP3	ISOLERING AV TAK MED PLATER AV MINERALULL. ULP. T= 30mm.
	SB1.31.TH5	ISOLERING AV TAK MED PLATER AV MINERALULL. TP. T= 50mm.
	SB1.31.K60	ISOLERING AV TAK MED MINERALULL. Kiler. L=6,0m
	SB1.31.K36	ISOLERING AV TAK MED PLATER ELLER RULLER AV MINERALULL. Kiler. L=3,6m
	SF1.5232.Q4	ETTLAGS TEKKING MED BITUMENBASERT TAKBELEGG MED MEKANISK FESTE. Mestertekk. Sk.grå. T=4,1mm.
	SF1.581.3	AVSLUTNING PÅ TEKNING I FORM AV OPPBRETT. Ett lag. H=300mm
	SF1.581.5	AVSLUTNING PÅ TEKNING I FORM AV OPPBRETT. Ett lag. H=500mm
	SF1.588.R3	SLUK SOM ER EN DEL AV TEKNINGSSYSTEMET. Isola rett sluk. Rustfri utførelse. Levering med slukrist.
	SF1.586.1	INNTEKKING AV SLUK. Jual / Isola sluk
	SF1.584.3	INNTEKKING AV GJENNOMFØRINGER I TEKNING. Rør. Avregnes
	AV2.1.S	DRIFT AV EGET KONTRAKTARBEID.

## A.3 - Bilde tillatelse

Re: Fw: Tillatelse til bruk av videoer

 Knut Steen Rakner <knut@cannonball.no>  
Til  Krister Djuve Arnesen  
Kopi  Knut Inge Eigestad (Cannonball AS)

 Du videresendte denne meldingen 14.02.2023 08:22.  
Hvis det er problemer med hvordan denne meldingen vises, kan du klikke her for å vise den i en nettleser.  
Klikk her for å laste ned bilder. Outlook forhindrer automatisk nedlasting av noen bilder i denne meldingen for å bidra til å verne din private informasjon.


Hei Krister,

Dere kan bruke bildene vederlagsfritt mot kreditering av Cannonball.  
Dere må også klarere bruken med Helgesen Tekniske Bygg.

Lykke til med bachelor oppgaven.

Ciao and stay tuned

**Knut Steen Rakner**  
Producer & Promoter






E-mail: [knut@cannonball.no](mailto:knut@cannonball.no)  
Tel: +47 47 41 8450  
Web: [www.cannonball.no](http://www.cannonball.no)  
TikTok: [@cannonball.no](https://www.tiktok.com/@cannonball.no)  
Insta: [@cannonball.no](https://www.instagram.com/cannonball.no)  
Face: [@cannonball.no](https://www.facebook.com/cannonball.no)  
Discord

tir. 31. jan. 2023 kl. 13:42 skrev Knut Inge Eigestad (Cannonball AS) <[post@cannonball.no](mailto:post@cannonball.no)>





--


Med vennlig hilsen/Best regards  
Knut Inge Eigestad  
Daglig leder/CEO

E-mail: [post@cannonball.no](mailto:post@cannonball.no) | Tel: +47 47 33 53 94 | Web: [www.cannonball.no](http://www.cannonball.no) | Insta: [@cannonball.no](https://www.instagram.com/cannonball.no) | Face: [@cannonball.no](https://www.facebook.com/cannonball.no) | TikTok: [@cannonball.no](https://www.tiktok.com/@cannonball.no)

Sv: Fw: Tillatelse til bruk av videoer


 Roger Helgesen  
Til  Krister Djuve Arnesen;  Richard von der Fehr;  Knut Steen Rakner

 Du svarte på meldingen 14.02.2023 08:28.  
Hvis det er problemer med hvordan denne meldingen vises, kan du klikke her for å vise den i en nettleser.

Hei Krister.

Dette stiller vi oss bak 😊 Kjør på og lykke til.

med vennlig hilsen  
**Helgesen Tekniske Bygg**  
**Roger Helgesen**  
Ikt  
Mobil: +47 934 63 588  
Epost: [roger@htb.no](mailto:roger@htb.no)  
*Tenk på miljøet – ikke skriv ut e-posten unødig.*



**Fra:** Krister Djuve Arnesen <[kda@htb.no](mailto:kda@htb.no)>  
**Sendt:** tirsdag 14. februar 2023 08:22  
**Til:** Richard von der Fehr <[Richard.Fehr@htb.no](mailto:Richard.Fehr@htb.no)>  
**Kopi:** Roger Helgesen <[roger@htb.no](mailto:roger@htb.no)>  
**Emne:** VS: Fw: Tillatelse til bruk av videoer

#### A.4 - Bilde av tettningsgardin

















# Vedlegg B: Overvann

## B.1 - Overvannsberegning HTB

Felt	Areal (hektar)	Areal-koeffisient for	Areal-koeffisient etter	nedbørs-intensitet	Dimensjonerende nedbør	Beregnet avrenning for utbygging	Tillatt videreført vannmengde	Beregnet avrenning etter utbygging	Klimafaktor	Avrenning etter utbygging med klima	Behov for magasin liter
Åsamyrane	3,5	0,4	0,8	2	336	235	350	470	1,4	659	37027
	3,5	0,4	0,8	5	250	350	350	700	1,4	980	189000
	3,5	0,4	0,8	10	169	237	350	473	1,4	662	187488
	3,5	0,4	0,8	15	131	183	350	367	1,4	514	147168
	3,5	0,4	0,8	20	113	158	350	316	1,4	443	111552
	3,5	0,4	0,8	25	100	140	350	280	1,4	392	63000
	3,5	0,4	0,8	30	90	126	350	252	1,4	353	5040
	3,5	0,4	0,8	40	75	105	350	210	1,4	294	-134400

## B.2 - Blågrønn faktor

Oslo		BLÅGRØNN FAKTOR FOR BOLIGER I OSLO (BGF-OSLO)			
Prosjekttittel	Adresse (vei-/gatenavn og -nummer)	Tomteareal m <sup>2</sup>	Dag	Måned	År
Tett by eksempel	Tett by	4000	2	1	2020
Tiltak	Beskrivelse	Areal/stk	Verdi	BGF	
TERRENG OG FLATER		Areal m <sup>2</sup>	Verdi pr m <sup>2</sup>		
	Grønt terreng Dette er nye og eksisterende begroddede flater som gressplen, hagemark og tilsvarende på naturlig eller naturlig grunn som ikke er underbygd. Naturlig fjell med oppsprukket overflate inngår. Overvann skal kunne trekke raskt ned i grunnen og ned til grunnvannet, og uteoppholdsarealer skal være velegnet for bruk innen ett døgn etter regn.	565	1	0,14	
	Grønne tak Grønne tak er vegetasjon som gress o.l. som vokser i jord på tak som takhage eller grøntanlegg på lokk i gårdsrom over garasjeanlegg og tilsvarende. Overvann skal kunne trekke raskt ned i jorden, og uteoppholdsarealer være velegnet for bruk innen ett døgn etter regn. Jordlag med dybde over 80 cm har tiltaksverdi 0,9. Jordlag mellom 40 og 79 cm har tiltaksverdi 0,7. Jordlag mellom 2 og 39 cm har tiltaksverdi 0,4.	560	0,9	0,13	
		480	0,7	0,08	
		725	0,4	0,07	
	Grønne vegger For klatreplanter og andre grønne vegger regnes veggarealet som er tilrettelagt og forventes å være dekket i løpet av fem år. Det kan ikke regnes areal over den tilrettelagte høyden og bredden, og maksimalt inntil ti høydemeter for klatreplanter som er plantet i jord. Jorda skal ha god dybde og volum.	720	0,4	0,07	
	Terrengforsenkning er en fordypning i terreng eller flate, i form av lekeplass, torg o.l., som er opparbeidet for uteopphold, der overvann kan fordrøyes. Overvannet i forsøkningsområdet primært ved infiltrasjon, sekundært gjennom strupet avløp til avløpsnett. Fordypningen skal være velegnet for uteopphold, lek og lignende innen ett døgn etter regn. Minstedybde er 20 cm.	45	1	0,01	
	Regnbed og vadi er blågrønne fordypninger for oppsamling og infiltrasjon av overvann. Regnbed skal være frodige og variert beplantet, og de er særlig egnet for infiltrasjon. Vadi er beplantet, og de er velegnet for oppsamling og avledning. Vann skal infiltreres innen tre timer i regnbed og infiltreres eller ledes vekk innen ett døgn i vadi. Verdien for regnbed er 4 og for vadi 1.	77	4	0,08	
		40	1	0,01	
	Dette er dammer, med eller uten vegetasjon, der overvann fordrøyes. Permanent betyr at det skal være vannspeil mer enn halve året, og dette forutsetter at det etterfylles med magasinert overvann ved behov. Minstedybde er 20 cm.	40	2	0,02	
	Delvis åpne overflater sørger for infiltrasjon til grunnen, for eksempel gjennom grus, singel eller betongstein for gressarmring. Infiltrasjonen forutsetter et underliggende settelag og jordvolum som lar vannet infiltrere og renne unna.	425	0,3	0,03	
	Tette flater inkluderer tette flater som betong, asfalt og takflater, her inngår f.eks. grønne lokk og -tak, der vannet ledes videre til infiltrasjons- og fordrøyningsflater på terreng, for eksempel til regnbed e.l. Det er en forutsetning at tiltaket som mottar vannet, har tilstrekkelig infiltrasjonskapasitet.	2300	0,2	0,12	
		<b>Delsum BGF:</b>		<b>0,76</b>	
TRÆR OG BUSKER		Stykk	Verdi pr stk		
	Eksisterende trær Det skilles på store og små trær ut fra dagens omkrets på stammen målt én meter over terrenget. Hvis trærne har omkrets på mer enn 90 cm, får de en verdi på 25 per stk. Hvis trærne har omkrets under 90 cm, får de en verdi på 12,5 per stk.	2	25	0,01	
		2	12,5	0,01	
	Nye trær Det skilles på store og små trær ut fra fremtidig høyde på trær. Trær som blir høyere enn ti meter, regnes med verdi på 10 per stk. Trær som blir lavere enn ti meter, regnes med verdi på 5 per stk.	2	10	0,01	
		3	5	0,00	
		Areal m <sup>2</sup>	Verdi pr m <sup>2</sup>		
	Tiltaket omfatter felt med busker, hekker, stauder og bunndekker. Arealet regnes i kvadrater for utbredelse av kroner på busker og hekker, og for plantefelt med stauder og bunndekker. Både eksisterende og nye planter og felt regnes med.	175	0,4	0,02	
		<b>Delsum BGF:</b>		<b>0,05</b>	
BLÅGRØNN STRUKTUR		Stykk	Verdi pr stk		
	Styrke blågrønn struktur Tiltaket omfatter blå og grønne elementer på tomten som kobles til eksisterende blågrønn struktur utenfor tomten. Det oppnås 0,05 BGF pr. kobling, for inntil to sider av tomten.	1	0,05	0,05	
		<b>Delsum BGF:</b>		<b>0,05</b>	
Utarbeidet av Plan- og bygningsetaten. Versjon 11.12.2019		<b>TOTAL BLÅGRØNN FAKTOR (BGF)</b> 0,9			

## B.2 - Vannberegninger

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
3									ekstensiv
4	minutter	areal	areal koefisienter (før)	areal koefisienter (etter)	regn intensitet (l/s*ha)	Q før (l/s)	Q etter (l/s)	Q etter (med klimafaktor)	vannføring forskjell (med KF)
5	2	0,7812	0,9	0,6	336	236,23488	157,48992	220,485888	15,748992
6	5	0,7812	0,9	0,6	350	246,078	164,052	229,6728	16,4052
7	10	0,7812	0,9	0,6	169	118,82052	79,21368	110,899152	7,921368
8	15	0,7812	0,9	0,6	132	92,80656	61,87104	86,619456	6,187104
9	20	0,7812	0,9	0,6	113	79,44804	52,96536	74,151504	5,296536
10	25	0,7812	0,9	0,6	100	70,308	46,872	65,6208	4,6872
11	30	0,7812	0,9	0,6	90	63,2772	42,1848	59,05872	4,21848
12	40	0,7812	0,9	0,6	75	52,731	35,154	49,2156	3,5154
13									
14									
15									S
16									
17									
18									semi-intensiv
19	minutter	areal	areal koefisienter (før)	areal koefisienter (etter)	regn intensitet (l/s*ha)	Q før (l/s)	Q etter (l/s)	Q etter (med klimafaktor)	vannføring forskjell (med KF)
20	2	0,7812	0,9	0,4	336	236,23488	104,99328	146,990592	89,244288
21	5	0,7812	0,9	0,4	350	246,078	109,368	153,1152	92,9628
22	10	0,7812	0,9	0,4	169	118,82052	52,80912	73,932768	44,887752
23	15	0,7812	0,9	0,4	132	92,80656	41,24736	57,746304	35,060256
24	20	0,7812	0,9	0,4	113	79,44804	35,31024	49,434336	30,013704
25	25	0,7812	0,9	0,4	100	70,308	31,248	43,7472	26,5608
26	30	0,7812	0,9	0,4	90	63,2772	28,1232	39,37248	23,90472
27	40	0,7812	0,9	0,4	75	52,731	23,436	32,8104	19,9206
28									
29									
30									
31									
32									
33									intensiv
34	minutter	areal	areal koefisienter (før)	areal koefisienter (etter)	regn intensitet (l/s*ha)	Q før (l/s)	Q etter (l/s)	Q etter (med klimafaktor)	vannføring forskjell (med KF)
35	2	0,7812	0,9	0,1	336	236,23488	26,24832	36,747648	199,487232
36	5	0,7812	0,9	0,1	350	246,078	27,342	38,2788	207,7992
37	10	0,7812	0,9	0,1	169	118,82052	13,20228	18,483192	100,337328
38	15	0,7812	0,9	0,1	132	92,80656	10,31184	14,436576	78,369984
39	20	0,7812	0,9	0,1	113	79,44804	8,82756	12,358584	67,089456
40	25	0,7812	0,9	0,1	100	70,308	7,812	10,9368	59,3712
41	30	0,7812	0,9	0,1	90	63,2772	7,0308	9,84312	53,43408
42	40	0,7812	0,9	0,1	75	52,731	5,859	8,2026	44,5284

# Vedlegg C: Lastberegninger

## C.1 - Snølast

### C.1.1 - Snølast beregning

Snølast beregning: Forenklet metode NS-EN 1991-1-3:2003+NA:2008

Bygget er plassert i Endelausmarka i Os kommune

$$S_{k0} := 2.0 \frac{kN}{m^2} \quad H_g := 150 \text{ m} \quad \Delta S_k := 0.5 \frac{kN}{m^2} \quad \text{Tab NA.4.1(901)}$$

PostNord-bygget befinner seg 67 moh.

$$H := 67 \text{ m} \quad \text{det gir} \quad H < H_g \quad \rightarrow \quad S_k := S_{k0} \quad \text{NA.4.1(1)}$$

Helningen på taket er 1/40, ser bort i fra fonning ved parapet da effekten ikke vil være av betydning på de store åpne flatene, antar derfor flatt tak

$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$  gir formfaktor  $\mu_1 := 0.8$  Tab 5.2

Eksponeeringskoeffisient for topografi  $C_e := 1.0$  5.2 (7)

Termisk koeffisient  $C_t := 1.0$  5.2 (8)

Snølasten på taket blir derfor:

$$s := \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = (1.6 \cdot 10^3) \frac{N}{m^2} \quad \text{eller} \quad s := 1.6 \frac{kN}{m^2} \quad (5.1)$$

## C.1.2 - Utklipp NA.4.1(901)

Kommune	$S_{k,0}$ kN/m <sup>2</sup>	$H_0$ m	$\Delta S_k$ kN/m <sup>2</sup>	$S_{k,max}$ kN/m <sup>2</sup>
Finnøy	1,5	150	0,5	–
Forsand	1,5	150	1,0	–
Gjesdal	2,0	150	0,5	–
Haugesund	1,5	150	0,5	–
Hjelmeland	1,5	150	1,0	–
Hå	1,5	150	0,5	–
Karmøy	1,5	150	0,5	–
Klepp	1,5	150	0,5	–
Kviteseid	1,5	150	0,5	–
Lund	3,0	150	0,5	7,5
Randaberg	1,5	150	0,5	–
Rennesøy	1,5	150	0,5	–
Sandnes	1,5	150	0,5	–
Sauda	2,5	150	1,0	–
Sokndal	2,5	150	0,5	–
Sola	1,5	150	0,5	–
Stavanger	1,5	150	0,5	–
Strand	1,5	150	1,0	–
Suldal	2,5	150	1,0	–
Time	1,5	150	0,5	7,5
Tysvær	2,0	150	0,5	–
Utsira	1,5	150	0,5	–
Vindafjord	2,0	150	0,5	–
Ølen	2,0	150	0,5	–
<b>Hordaland</b>				
Askøy	1,5	150	0,5	–
Austevoll	1,5	150	0,5	–
Austrheim	1,5	150	0,5	–
Bergen	2,0	150	0,5	–
Bømlo	1,5	150	0,5	–
Eidfjord	3,0	150	1,0	–
Etne	2,0	150	0,5	–
– nær Folgefonna	2,0	150	0,5	8,5
Fedje	1,5	150	0,5	–
Fitjar	1,5	150	0,5	–
Fjell	1,5	150	0,5	–
Fusa	3,0	150	0,5	–
Granvin	3,0	150	1,0	–
Jondal	2,5	150	1,0	–
– nær Folgefonna	2,5	150	1,0	8,5
Kvam	2,5	150	1,0	–
Kvinnherad	2,0	150	1,0	–
– nær Folgefonna	2,0	150	1,0	8,5
Lindås	2,5	150	0,5	–
– øst for Osterøya	3,5	150	0,5	–
Masfjorden	3,0	150	1,0	–
Meland	1,5	150	0,5	–
Modalen	3,0	150	1,0	–
Odda	2,5	150	1,0	–
– nær Folgefonna	2,5	150	1,0	8,5
Os	2,0	150	0,5	–
Osterøy	2,5	150	0,5	–
Radøy	1,5	150	0,5	–
Samnanger	3,0	150	1,0	–
Stord	2,0	150	0,5	–
Sund	1,5	150	0,5	–
Sveio	2,0	150	0,5	–
Tysnes	2,0	150	0,5	–
Ullensvang	2,5	150	1,0	–
– nær Folgefonna	2,5	150	1,0	8,5
Ulvik	3,0	150	1,0	–
Vaksdal	3,0	150	1,0	–
Voss	3,0	150	1,0	7,5
Øygarden	1,5	150	0,5	–
<b>Sogn og Fjordane</b>				
Askvoll	2,5	150	1,0	–
Aurland	2,5	150	1,0	–

Kommune	$S_{k,0}$ kN/m <sup>2</sup>	$H_0$ m	$\Delta S_k$ kN/m <sup>2</sup>	$S_{k,max}$ kN/m <sup>2</sup>
Balestrand	2,5	150	1,0	–
– nær Jostedalbreen	2,5	150	1,0	8,5
Bremanger	2,5	150	1,0	–
– nær Aifotbreen	2,5	150	1,0	8,5
Eid	4,0	150	1,0	–
Fjaler	3,0	150	1,0	–
Flora	2,5	150	1,0	–
Førde	3,5	150	1,0	–
– nær Jostedalbreen	3,5	150	1,0	8,5
Gaular	3,0	150	1,0	–
Gloppen	3,5	150	1,0	–
– nær Aifotbreen/ Jostedalbreen	3,5	150	1,0	8,5
Gulen	2,5	150	1,0	–
Homindal	4,0	150	1,0	7,5
Hyllestad	2,5	150	1,0	–
Høyanger	2,5	150	1,0	–
Jølster	3,5	350	1,0	7,5
– nær Jostedalbreen	3,5	350	1,0	8,5
Leikanger	2,5	150	1,0	–
– nær Aifotbreen	2,5	150	1,0	8,5
Luster	3,0	150	1,0	–
– Veitastrand	7,0	–	–	–
– Jostedal	7,0	–	–	–
– nær Jostedalbreen	3,0	150	1,0	8,5
Lærdal	2,5	150	1,0	–
Nausdal	3,0	150	1,0	–
Selje	2,5	150	1,0	–
Sogndal	2,5	150	1,0	–
– Fjærland og Sogndalsdalen	4,5	100	1,0	8,5
Solund	2,0	150	1,0	–
Stryn	3,5	150	1,0	–
– nær Jostedalbreen	3,5	150	1,0	8,5
Vik	2,5	150	1,0	–
Vågsøy	2,5	150	1,0	–
Årdal	2,5	150	1,0	–
<b>Møre og Romsdal</b>				
Aukra	3,0	150	1,0	–
Aure	4,5	150	1,0	–
Averøy	3,5	150	1,0	–
Eide	3,5	150	1,0	–
Frei	3,5	150	1,0	–
Fræna	3,5	150	1,0	–
Giske	3,0	150	1,0	–
– øyene	2,5	150	1,0	–
Gjemnes	4,5	150	1,0	–
Halsa	4,5	150	1,0	–
Haram	2,5	150	1,0	–
Hareid	3,0	150	1,0	–
Herøy	2,5	150	1,0	–
Kristiansund	2,5	150	1,0	–
Midsund	3,0	150	1,0	–
Molde	3,5	150	1,0	–
Nesset	4,5	150	1,0	–
Norddal	4,5	150	1,0	–
Rauma	4,5	150	1,0	–
Rindal	4,5	250	1,0	7,5
Sande	2,5	150	1,0	–
Sandøy	2,5	150	1,0	–
Skodje	4,0	150	1,0	–
Smøla	2,5	150	1,0	–
Stordal	4,5	150	1,0	–

### C.1.3 - OS-prog snølast

Snølast [Snølast2flattak.sls]

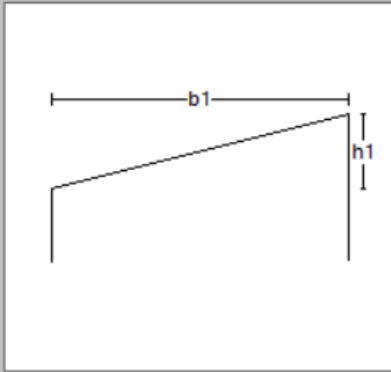
Norge  Sverige

Fylke:  Snølast Sk [kN/m<sup>2</sup>]:

Kommune:

Sted:  Eksponeringskoeff.: Ce  Normal Termisk koeff.: Ct   Snøfanger


Tak type



Geometri (mm)

b1	<input type="text" value="43200"/>	b2	<input type="text"/>	b3	<input type="text"/>	b4	<input type="text"/>	b5	<input type="text"/>	b6	<input type="text"/>	b7	<input type="text"/>
h1	<input type="text"/>	h2	<input type="text"/>	h3	<input type="text"/>	h4	<input type="text"/>						

Nivåforskjell



### C.1.4 - OS-prog snølast resultat

Snølast [Snølast2flattak.sls]

Norge  Sverige

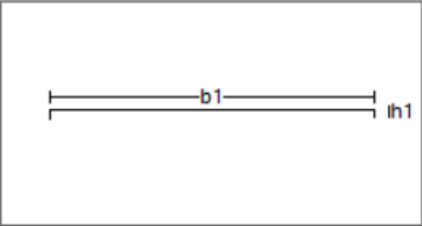
Fylke: Hordaland Snølast Sk [kN/m<sup>2</sup>]: 2

Kommune: Os

Sted: Endelausmarka Eksponeringskoeff.: Ce 1.0 Normal Termisk koeff.: Ct 1  Snøfanger

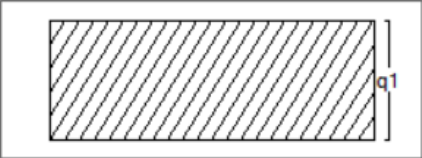
**Geometri (mm)**

b1	43200	h1	0
----	-------	----	---



**Beregnet last (kN/m<sup>2</sup>)**

Lt.nr	1
q1	1,60



## C.2 - Vindlast

### C.2.1 - Vindlast, forenklet metode

Kontroll vindlastberegning: Forenklet metode, ingen topografieffekt

NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009

Basisvindhastighet

Referansevindhastighet  $V_{b,0} := 26 \frac{m}{s}$  [Tab.NA.4(901.1)]

Fylke: Hordaland  
Kommune: Os

Parapet  $h_p := 1.0 \text{ m}$   $h := 8.6 \text{ m}$   $\frac{h_p}{h} = 0.116$

$C_{alt} := 1.0$   $C_{dir} := 1.0$   $C_{prob} := 1.0$   $C_{season} := 1.0$  (V.2)

$V_b := C_{alt} \cdot C_{dir} \cdot C_{season} \cdot C_{prob} \cdot V_{b,0} = 26 \frac{m}{s}$  (NA.4.1)

Topografi

Ingen effekter  $C_0 := 1.0$   $K_1 := 1.0$   $K_2 := 1.0$

Terrengruhet

Terrengruhetskategori II (Tab.4.1)  
Nabokategori I

Soner med ruhetsendring  $\Delta n_{BA} := 2 - 1 = 1$  [NA.4.3.2(2) (901.1)]

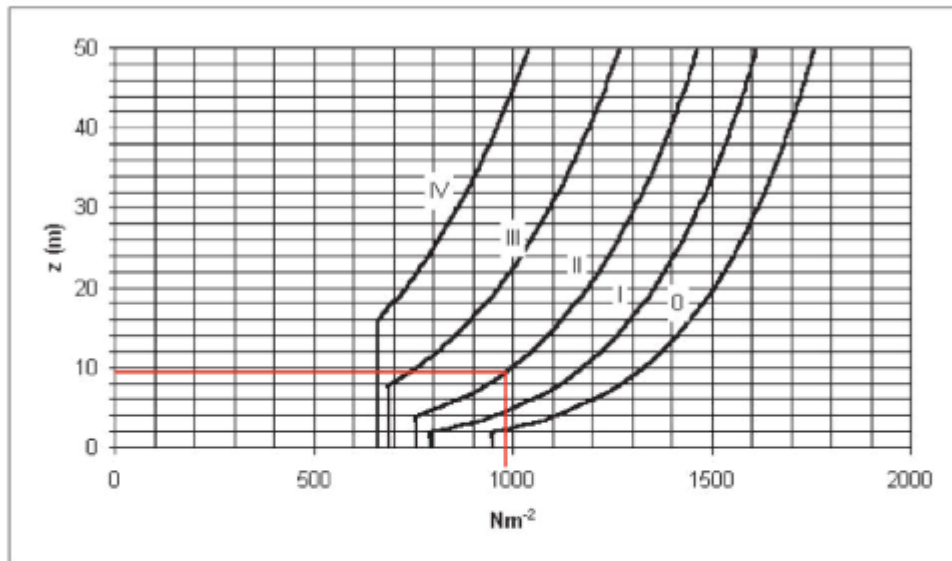
Overgangssonefaktor  
Interpolerer ettersom  
avstand er 1,5 km  $K_3 := \frac{(1.15 + 1.05)}{2} = 1.1$  (Tab.V.1)

Grunnverdi vindkasthastighetstrykk

Referansevindhastigheten er 26 m/s, terrengruhetskategori II og høyde over grunnivå lik 9.6 m. Det gir:

$q_{p0,z} := 0.98 \frac{kN}{m^2}$  (Fig. V.1 c)

## C.2.2 - Fortsettelse forenklet



c) Grunnverdi for hastighetstrykk fra vindkast  $q_{p0}(z)$  for  $v_{b,0} = 26$  m/s

Vindkasthastighetstrykk

$$q_{p,z} := K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot C_{dir} \cdot C_{alt} \cdot C_{season} \cdot C_{prob} \cdot q_{p0,z} = (1.078 \cdot 10^3) \frac{N}{m^2}$$

$$q_{p,z} := 1.08 \frac{kN}{m^2}$$



C.2.3 - Vindlast, etter standard

Beregnet etter standard: +

Terrengparametre

$k_r := 0.19$      $z_0 := 0.05 \text{ m}$      $z_{min} := 2 \text{ m}$      $z := 9.6 \text{ m}$     (Tab.NA.4.1)

Ruhetsfaktor     $c_r(z) := k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$     (4.4)

$c_r(z) = 0.999$

Terrengformfaktor     $c_0(z) := 1.0$     (4.3.2(1))

Vindkasthastighetstrykket

Stedsvindhastighet     $V_m := c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot V_b$     (4.3)

$V_m = 25.972 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Turbulensintensitet     $K_I := 1.0$     (4.4 (1))

$I_v := \frac{K_I}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = 0.19$     (4.7)

Vindkasthastighetstrykk

Lufttetthet     $\rho := 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$     (NA.4.8)

Toppfaktor     $k_p := 3.5$

$q_p := \left[ \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_m^2 \cdot (1 + 2 \cdot k_p \cdot I_v) \right]$

$q_p = [982.912] \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

$q_{pe1} := q_p \cdot K_s = [1.081] \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

## C.2.4 - Vindlast sørvest

Kontroll vindlastberegning Sørvest: med topografieffekt NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009

Basisvindhastighet  
 Referansevindhastighet  $V_{b,0} := 26 \frac{m}{s}$  [Tab.NA.4(901.1)]  
 Fylke: Hordaland  
 Kommune: Os

Parapet  $h_p := 1.0 \text{ m}$   $h := 8.6 \text{ m}$   $\frac{h_p}{h} = 0.116$

$C_{alt} := 1.0$   $C_{dir} := 1.0$   $C_{prob} := 1.0$   $C_{season} := 1.0$  (V.2)

$V_b := C_{alt} \cdot C_{dir} \cdot C_{season} \cdot C_{prob} \cdot V_{b,0} = 26 \frac{m}{s}$  (NA.4.1)

Topografi

Effekter ettersom byggested er i le av ås  $C_0 := 1.0$   $K_1 := 1.0$   $K_2 := 1.0$  (NA.4(901.8))

Terrengruhet

Terrengruhetskategori II (Tab.4.1)  
 Nabokategori I

Soner med ruhetsendring  $\Delta n_{BA} := 2 - 0 = 2$  [NA.4.3.2(2) (901.1)]

Overgangssonefaktor  
 Lineær interpolerer ettersom avstand er 8.2 km  $K_3 := 1.024$  (Tab.V.1)

for more information.

## C.2.5 - Fortsettelse vindlast sørvest

Terrengparametre

$k_r := 0.19$      $z_0 := 0.05 \text{ m}$      $z_{\min} := 2 \text{ m}$      $z := 9.6 \text{ m}$     (Tab.NA.4.1)

Ruhetsfaktor     $c_r(z) := k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$     (4.4)

$c_r(z) = 0.999$

Terrengformfaktor     $c_0(z) := 0.8$     (4.3.2(1))

Vindkasthastighetstrykket

Stedsvindhastighet     $V_m := c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot V_b$     (4.3)

$V_m = 20.778 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Turbulensintensitet     $K_I := 1.2$     (NA.4(901.8))

$I_v := \frac{K_I}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = 0.285$     (4.7)

Vindkasthastighetstrykk

Lufttetthet     $\rho := 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$     (NA.4.8)

Toppfaktor     $k_p := 3.5$

$q_p := \left[ \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_m^2 \cdot (1 + 2 \cdot k_p \cdot I_v) \right]$

$q_p = [0.809] \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

$q_{pz1} := q_p \cdot K_s = [0.83] \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

## C.2.6 - Vindlast OS-prog

Vindlast på hus [vindlast\_endelausmarka.sls]


Beregning for Tak      Beregning for Yttervegg

Bestem hastighetstrykket

Vkast 35.7 m/s      Qkast 0.8 kN/m<sup>2</sup>

**Taktype**

Frittstående tak



**Takavslutning**

Skarp kant       Parapet  
hp/h: 0.1

**Vindhastighet**

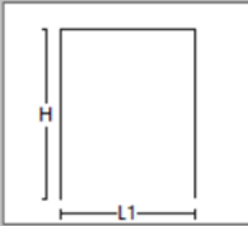
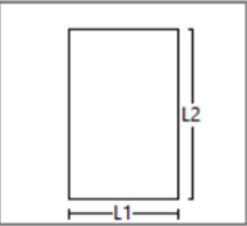
**Innvendig vindlast**

1. Bygning med dominerende vindfasade  
 2. Bygning uten dominerende vindfasade

**Geometri for bygg (mm)**

L1: 42400      L2: 147000      Høyde (H): 9600

Grunnflate      Snitt: Tak og vegg



**Uten dominerende fasader**

Gi areal av åpninger for hver vegg. (event. forholdstall)

Beregn innvendig vindlast for u=0.2 overtrykk og u=-0.3 (undertrykk)

Merk. Programmet regner ikke soneinndeling for bygget med varierende Ze-verdi (ref. 7.2.2). Programmet bruker Z-verdien som er angitt under vindhastighet.

## C.2.7 - Resultat OS-prog vind

Vindhastighet og vindkasthastighet (Qkast)

Norge  Sverige

Fylke: **Hordaland** Kommune: **Os** Referansevind  $V_{b,0}$ : **26** m/s

**Faktorer for beregning av basisvindhastighet,  $V_b$**

Høyde over havet: **66** m → C-alt: **1**  
 Returperiode (år):  50  100 C-prob: **1**  
 Årstidsfaktoren: C-season: **1** Hele året

**Region (dimensjonerende vindretning)**

Bruk retningsfaktor C-dir = **1** C-dir: **1**

**Terrengkategorier og tilhørende parametere**

Kategori:  0  I  II  III  IV  
 Landbruksområde, område med spredte små bygninger eller trær

**Overgangssone (Nabosone A)**

Xb: **1500** m Kategori:  0  I  II  III  IV

**Terrengformfaktor  $C_o(z)$  og turbulensfaktor  $K_I$**

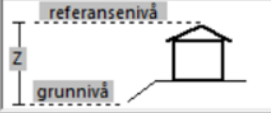
Ingen topografisk påvirkning.  $C_o(z)=1$  og  $K_I=1$

Skjema for beregning av  $C_o(z)$  -->

Terrengformfaktor $C_o(z)$	1
Turbulensfaktor $K_I$	1

Høyde fra grunnivå til referansenivå [m]

Ze: **9.6** m



Vis mellomregning

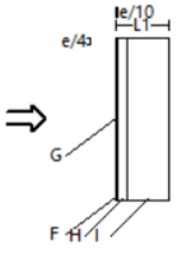
**Beregnet vindhastighet**

Vkast	40,8	m/s
Qkast	1,04	kN/m <sup>2</sup>

## C.2.8 - Vindlast på tak, OS-prog

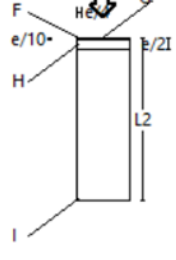
Vindlast på overside av tak

Taktype: Flatt tak



e 19200 mm

	Cp	Statisk last kN/m2
F	-1,2	-1,25
G	-0,8	-0,83
H	-0,7	-0,73
I	+0,2	+0,21



e 19200 mm

	Cp	Statisk last kN/m2
F	-1,2	-1,25
G	-0,8	-0,83
H	-0,7	-0,73
I	+0,2	+0,21

OK

L1	42400 mm (bredde)
L2	147000 mm (lengde)

(takvinkel)

Vis resultater for:

Cpe10

Cpe1

Positiv verdi gir trykk. Negativ verdi gir sug

### C.2.9 - Vindlast på yttervegger, OS-prog

Resultater: Vindlast på yttervegger

OK

Utvendig vindlast

Vis resultater for:

Cpe10  
 Cpe1

e 19200 mm

	Cpe	Statisk last kN/m <sup>2</sup>
A	-1,20	-1,25
B	-0,80	-0,83
C	-0,50	-0,52
D	0,70	0,73
E	-0,30	-0,31

e 19200 mm

	Cpe	Statisk last kN/m <sup>2</sup>
A	-1,20	-1,25
B	-0,80	-0,83
C	-0,50	-0,52
D	0,70	0,73
E	-0,30	-0,31

Innvendig vindlast

	Cpi	Statisk last
Undertrykk	-0,30	-0,31
Overtrykk	0,20	0,21

# Vedlegg D - Kapasiteter og dimensjonerende laster

## D.1 - Lastberegninger

NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016

**Lastberegninger**

Last fagverksbjelke:

$egen := 0.4 \frac{kN}{m^2}$        $vind := 1.08 \frac{kN}{m^2}$        $snø := 1.6 \frac{kN}{m^2}$       fra tidl. beregninger

Lastbredde:       $L_b := 7.2 \text{ m}$

Partialkoeffisienter

Kategori: E, lager       $\psi_0 := 0.7$       (Tab. NA.A1.1)

Dimensjonerende verdier

Bruddgrense – dimensjonerende verdier

Dimensjonerings situasjon	Permanente laster	Dominerende variabel last	Andre variable laster
EQU Global likevekt (Sett A)	1.2 $\psi_0$	1.5	1.5 $\psi_0$
STRIGEO Kapasitet (Sett B) L. 6.10a L. 6.10b	1.35 $\psi_0$ or 1.3 $\psi_0$ or	1.5 $\psi_0$	1.5 $\psi_0$
STRIGEO Sikkerhet mot brudd i grunnen (Sett C)	1.0	1.3	1.3 $\psi_0$

1) Den lastfaktoren som gir den ugunstigste lastvirkning skal benyttes. For egenlast kan imidlertid den samme lastfaktoren benyttes i alle spenn i en kontinuerlig bjelkeplate [\(se også de uttrykkene\)](#)

Vanlig verdi på  $\psi_0$  er 0.7  $1.5 \times 0.7 = 1.05$

Bruddgrense med ulykkeslast – dimensjonerende verdier

Dimensjonerings situasjon	Permanente laster	Dominerende variabel last	Andre variable laster	Ulykkeslaster
Ulykkesituasjon	1.0	1.0 $\psi_1$	1.0 $\psi_2$	1.0
Seismisk situasjon	1.0	1.0 $\psi_2$	1.0 $\psi_2$	1.0

For mer info se NS-EN 1991-1-2 Bruk og NS-EN 1998 Seismiske laster

Bruker L. 6.10b

$lf_{perm} := 1.2$        $lf_{dom} := 1.5$        $lf_{andre} := 1.5 \cdot \psi_0$

$Egen := egen \cdot L_b \cdot lf_{perm} = 3.5 \frac{kN}{m}$

$Vind := vind \cdot L_b \cdot lf_{andre} = 8.2 \frac{kN}{m}$

$Snø := snø \cdot L_b \cdot lf_{dom} = 17.3 \frac{kN}{m}$

$Dim.last := Egen + Vind + Snø = 29 \frac{kN}{m}$

Sjekker hvilken drager vi har i Maku med tanke på hvilke laster vi har, samt dimensjonene hentet ut fra Revit modellen



## D.2 - Krefter i lastbildet

### D.2.1 - Krefter og moment

Kapasitetskontroller

Forenklet ser vi på systemet som en kontinuerlig bjelke over 3 opplegg med to ulike spenn. I tillegg har vi jevnt fordelt last

Bruker formler fra byggforsk 421.051

Parametre:

$$q := 29 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad l_1 := 19.1 \text{ m} \quad l_2 := 23.1 \text{ m}$$

Moment:

Dimensjonerende mom:  $M_2 := \frac{q \cdot (l_2^3 + l_1^3)}{8 (l_1 + l_2)} = 1657 \text{ kN} \cdot \text{m}$

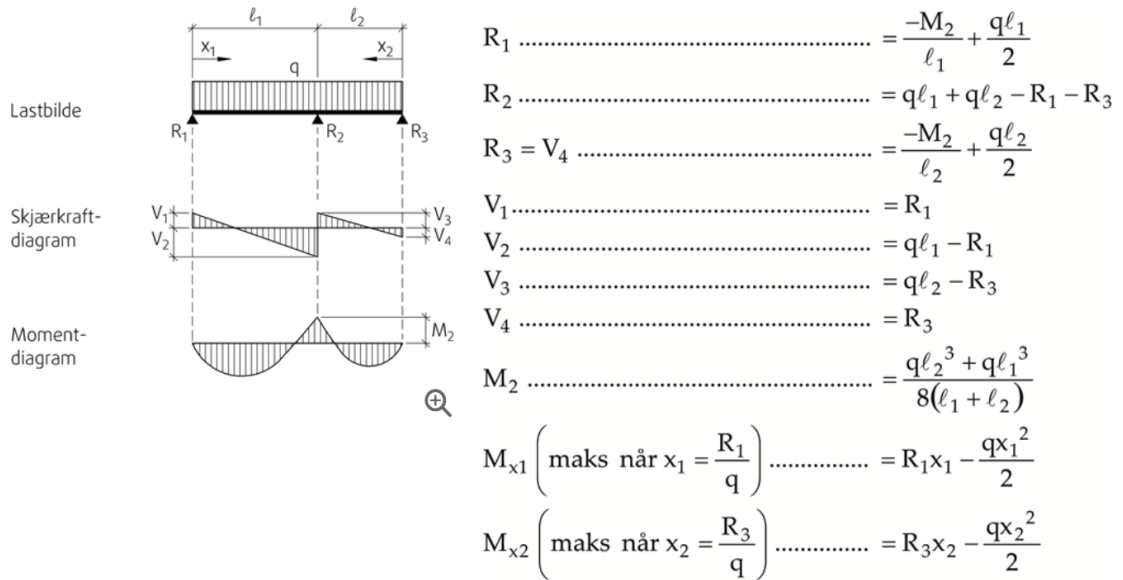
Skjærkrefter:

$$V_1 := \frac{-M_2}{l_1} + q \cdot \frac{l_1}{2} = 190 \text{ kN}$$
$$V_3 := \frac{-M_2}{l_2} + q \cdot \frac{l_2}{2} = 263 \text{ kN}$$
$$V_2 := q \cdot l_1 + q \cdot l_2 - V_1 - V_3 = 770 \text{ kN}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more info

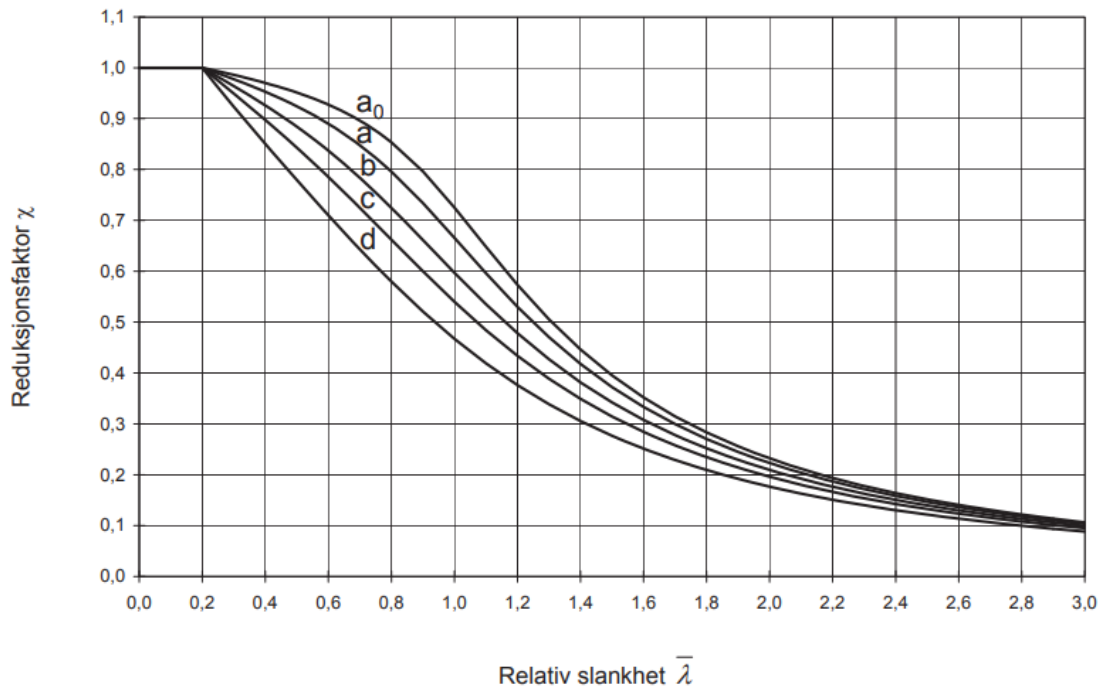
## 8 Kontinuerlig bjelke med to ulike spenn

### 81 Jevnt fordelt last



## D.3 - Knekking og Vipping

### D.3.1 - Knekkurver figur 6.4



Figur 6.4 – Knekkurver

### D.3.2 - Knekking

Knekking og vipping:

NS-EN 1993-1-1:2005+A1:2014+NA:2008

Søyle: HEA220

$$i_y := 91.7 \text{ mm}$$

$$i_z := 55.1 \text{ mm}$$

$$t := 11 \text{ mm}$$

$$h := 210 \text{ mm}$$

$$b := 220 \text{ mm}$$

S355

$$E := 2.1 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{yk} := 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A := 6.43 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M1} := 1.05$$

Valsede I-profiler

$$\frac{h}{b} = 0.955$$

$$t_f \leq 100 \text{ mm}$$

(Tab 6.2)

Bruker knekkurve B for sterk akse og kurve C for svak akse

$$L := (8300 - 500) \text{ mm} = 7800 \text{ mm}$$

Knekk lengde: pga noe innfestning i topp, samt støpt og boltet i bunn

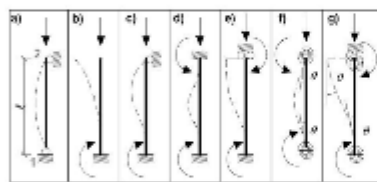


fig. 5.7 fra EC2

Bruker c)

$$L_{cr} := 0.7 \cdot L = 5460 \text{ mm}$$

Lik knekk lengde for begge akser

Sterk akse:

Relativ slankhet:

$$\lambda_y := \frac{L_{cr}}{i_y} = 60$$

(6.50)

$$\lambda_{hy} := \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{yk}}{E}} = 0.78$$

Leser av i figur med knekkurve B og  $\lambda_{hy}$

(Fig. 6.4)

$$\chi_y = 0.74$$

### D.3.3 - Fortsettelse knekking

Dimensjonerende aksiallast:

$$N_{bEdy} := \frac{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}} = 1609 \text{ kN} \quad (6.47)$$

$$N_{Ed} := V_2 = 770 \text{ kN}$$

$N_{bEdy} > N_{Ed}$  Ok, for sterk akse.

Svak akse:

Relativ slankhet:

$$\lambda_z := \frac{L_{cr}}{i_z} = 99 \quad (6.50)$$

$$\lambda_{bz} := \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{yk}}{E}} = 1.3$$

Leser av i figur med  
knekkurve C og  $\lambda_{bz}$

(Fig. 6.4)

$$\chi_z := 0.37$$

Dimensjonerende aksiallast:

$$N_{bEdz} := \frac{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}} = 804 \text{ kN} \quad (6.47)$$

$$N_{Ed} := V_2 = 770 \text{ kN}$$

$N_{bEdz} > N_{Ed}$  Ok, for svak akse.

### D.3.4 - Vipping

Vipping: Forenklet

(6.3.1.3)

Eksentrisitetsmoment i toppen, ved innfestning av fagverksbjelkene:

$$e := \frac{0.21}{2} \text{ m}$$

$$M_e := V_2 \cdot e = 80.9 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$i_v := 0.29 \cdot b = 64 \text{ mm}$$

Relativ slankhet:

(6.50)

$$\lambda_v := \frac{L_{cr}}{i_v} = 86$$

$$\lambda_{hv} := \frac{\lambda_v}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{yk}}{E}} = 1.12$$

Leser av i figur med knekkurve C og  $\lambda_{hv}$

(Fig. 6.4)

$$\chi_v := 0.48$$

Spenningskontroll:

$$W_y := 515 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_y := \frac{M_e}{W_y} = 157.1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{vM1} := \frac{\chi_v \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}} = 162.3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$f_{vM1} > \sigma_y$  Bjelken vipper ikke.

Kan alternativt kontrollere for moment:

$$M_{bM1} := \chi_v \cdot W_y \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}} = 83.6 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

(6.55)

Ser enkelt at tillatt vippemoment er høyere enn eksentrisitetsmomentet i oppgaven: derfor Ok!

### D.3.5 - Kombinert aksialkraft og moment

#### Kombinert aksialkraft og moment

NS-EN 1993-1-1:2005+A1:2014+NA:2015

Aksialkraft:

$$N_{Ed} := 771 \text{ kN}$$

$$N_{bRdy} := 1609 \text{ kN}$$

$$N_{bRdx} := 935 \text{ kN}$$

$$U_{sterk} := \frac{N_{Ed}}{N_{bRdy}} = 0.48$$

$$U_{svak} := \frac{N_{Ed}}{N_{bRdx}} = 0.82 \quad (6.46)$$

Moment:

$$M_{Ed} := 81 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{bRd} := 83.6 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$U_{mom} := \frac{M_{Ed}}{M_{bRd}} = 0.97$$

(6.54)

Kombinert:

(4) Staver som utsettes for kombinert bøyning og aksialkraft, bør oppfylle følgende:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{yEd} + \Delta M_{yEd}}{\chi_{LT} M_{yRk}} + k_{yz} \frac{M_{zEd} + \Delta M_{zEd}}{\gamma_{M1} M_{zRk}} \leq 1 \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{yEd} + \Delta M_{yEd}}{\chi_{LT} M_{yRk}} + k_{zz} \frac{M_{zEd} + \Delta M_{zEd}}{\gamma_{M1} M_{zRk}} \leq 1 \quad (6.62)$$

Beregner ikke kombinert virkning, ser at utnyttelsene individuelt er for høye.

Interaksjonsfaktoren vil ikke redusere utnyttelsen tilstrekkelig til å komme innenfor kravene.

## D.4 - Maku stål beregning

### D.4.1 - Dimensjonering av fagverksbjelke

Maku:

Fagverksbjelke: SU40 120-120-100-1000       $Kapasitet := 29.3 \frac{kN}{m}$

Liten overkapasitet på 0.3 kN/m.

Tilleggslast - Grønne tak

Type	Vekt	
	Medlet	i kN/m <sup>2</sup>
Ekstensivt	50-70 kg/m <sup>2</sup>	0,5 - 0,9
Semi-intensivt	110-200 kg/m <sup>2</sup>	1,2 - 2,0
Intensivt	200-800 kg/m <sup>2</sup>	2,0 - 8,0

(Byggforsk: 544.823)

Regner tss med maks-vekt i mettet tilstand, som en tilleggslast på egenlasten.  
Beregner ikke for intensivt tak, da dette er høyst usannsynlig en aktuell løsning.

$$Ekstensivt := (0.9 + 0.4) \frac{kN}{m^2} \cdot Lb \cdot lf_{perm} = 11.2 \frac{kN}{m}$$

$$Semi_intensivt := (2.0 + 0.4) \frac{kN}{m^2} \cdot Lb \cdot lf_{perm} = 20.7 \frac{kN}{m}$$

Ser tidlig at tilleggslastene fra alternative takløsninger er for store i forhold til overkapasiteten på 0.3 kN/m

Prøver med ny lastbredde:

$$Lb_{ny} := 3.6 \text{ m}$$

$$Egen_{ny} := egen \cdot Lb_{ny} \cdot lf_{perm} = 1.7 \frac{kN}{m}$$

$$Vind_{ny} := vind \cdot Lb_{ny} \cdot lf_{andre} = 4.1 \frac{kN}{m}$$

$$Snø_{ny} := snø \cdot Lb_{ny} \cdot lf_{dom} = 8.6 \frac{kN}{m}$$

$$Dim.last := Egen_{ny} + Vind_{ny} + Snø_{ny} = 14 \frac{kN}{m}$$



## D.4.2 - Maku stål resultater

### Takhelling (Velg takhelling)

1:40 1:16 1:10 1:8

### Spennvidde

23,4 m

### Dimensjonert last

Beregning av dim. last pr. løpemeater

Land: Norge

Sikkerhetsklasse: Sikkerhetsklasse 3

Snesone: 2 Os (Hordaland)

Avstand mellom sekundærbjelker: 7,2 m

Kontinuitetsfaktor: 1

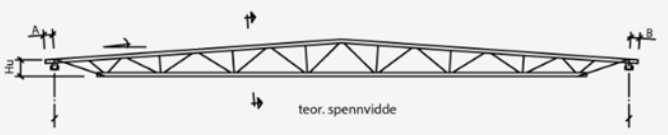
Egenvekt (tak): 0,4 kN/m<sup>2</sup>

Installasjonslast: 0,98 kN/m<sup>2</sup>

Dimensjonert last: 29,2 kN/m

## Fagverk med buet overgurt

For å unngå feil ved valg av parametere eller feiltolkning av resultater vil alltid Maku Stål AB dimensjonere og konstruere det endelige fagverket. Dette er også et vilkår for å oppfylle vår SBS-godkjenning. Denne dimensjoneringen danner deretter grunnlaget for endelig tilbud og ordre.



teor. spennvidde

Takhelling: 1:40      Spennvidde: 23,4 m      Dim. last: 29,2 kN/m

Vis 10 rader      Søk

Hel ling	Hu (mm)	Q dim. (kN/m)	Betegnels	Vekt (kg)	Nedb.-koeff.	
1:40	900	34,3	SU40 150-150-120-900	3250	5,5	Tilbud
1:40	900	30	SU40 150-120-100-900	2920	6,2	Tilbud
1:40	1000	29,3	SU40 120-120-100-1000	2630	5,7	Tilbud
1:40	1000	32,9	SU40 150-120-120-1000	3020	5,2	Tilbud
1:40	1100	31,8	SU40 120-120-100-1100	2670	4,9	Tilbud
1:40	1100	30,4	SU40 120-110-100-1100	2520	5,3	Tilbud

Viser 1 til 6 av 6 rader (filtrert fra totalt 64 rader)      ← Forrige 1 Neste →

