

MELLOM AS

TJELDBERGODDEN TRANSFORMATORSTASJON

GEOTEKNISK DETALJPROSJEKTERING

ADRESSE COWI AS

Otto Nielsens veg 12
Postboks 4220 Torgarden
7436 Trondheim

TLF +47 02694

WWW cowi.no

INNHold

1	Innledning	3
2	Grunnforhold	4
2.1	Løsmasser	4
2.2	Berg i dagen	4
2.3	Grunnundersøkelser	5
3	Naboforhold	6
4	Prosjekteringsforutsetninger	6
4.1	Regelverk	6
4.2	Klassifisering av tiltak	7
4.3	Partialfaktor	7
4.4	Grunntype i forbindelse med seismisk dimensjonering	7
5	Geoteknisk vurdering	8
5.1	Naturfarer iht. TEK17	8
5.2	Områdestabilitet iht. NVE Veileder 1/2019	8
5.3	Fundamentering og bæreevne	9
5.4	Setninger og jordfjærstivhet	11
5.5	Utgraving	12
5.6	Frostsikring	13
5.7	Adkomstvei	14
5.8	Sprenging / pigging	14
5.9	VA-ledninger	15

OPPDRAGSNR.

A295801

DOKUMENTNR.

A295801-RAP-RIG-001

VERSJON

01

UTGIVELSESDATO

31.08.2026

BESKRIVELSE

Geoteknisk detaljprosjektering AHTT

UTARBEIDET

KONTROLLERT

ABTS

GODKJENT

KJNO

6	Utførelse	15
7	Kontrollplan for utførelsen	16
8	Referanser	17

Vedlegg A – Prosjekteringsforutsetninger

Vedlegg B – Bæreevneberegninger

Vedlegg C – Lastplan stasjonsbygg

Vedlegg D – Utklipp fra PLAXIS-beregninger

Sammendrag

Omtalte bygg og konstruksjoner skal direktefundamenteres på sprengsteinsfylling over berg. Stasjonsbygget skal fundamenteres med stripefundamenter, punktfundamenter og plate på grunn. Konstruksjonene i ELMEK fundamentpark skal fundamenteres med punktfundamenter.

Grunnens dimensjonerende bæreevne er beregnet til 350 kPa for stripefundamenter og 400 kPa for punktfundamenter for stasjonsbygget. For fundamentparken er dimensjonerende bæreevne 1300 kPa og 1900 kPa for punktfundamentene, se Tabell 3 og Tabell 5. Dette forutsetter grunnvannsnivå dypere enn 0,3m under terreng, maksimalt 10% horisontallast, sentrisk belastede fundamenter og horisontalt terreng foran uk. fundament.

For stasjonsbygget vurderes setninger som ubetydelige ved etablering av fundamenter på 0,5m tykk fylling. For fundamentparken kan fyllingen bli opp til 2 m tykk. Setninger er beregnet til mellom 6 – 12 mm. Jordfjærstivhet er beregnet til mellom 11 215 – 22 335 kPa/m.

Før oppbygging for fundamenter må alle stedlige masser fjernes. Fylling skal etableres med kvalitetsmasser av sprengstein og komprimeres lagvis iht. NS 3458. Fundamentene skal fundamenteres frostfritt eller frostsikres med isolering. Frostdybden er beregnet til 1,4m for kult/pukk og 1,1m for samfengt T1-materiale.

Utgravinger kan utføres med åpne grøfter med graveskråning 1:1,5 ned til 2m og 1:2 over 2m dybde. Mellomlagring av masser, tungt utstyr eller trafikk skal ikke forekomme i nærheten av graveskråningene.

Veier skal etableres på veifylling av sprengstein på avdekket berg. Veifylling kan legges ut med helning inn til 1:1,5.

Det vil bli behov for sprenging / pigging av berg. Basert på innledende vurderinger er det satt en grenseverdi på 20 mm/s for sprengning og 6,7 mm/s for pigging.

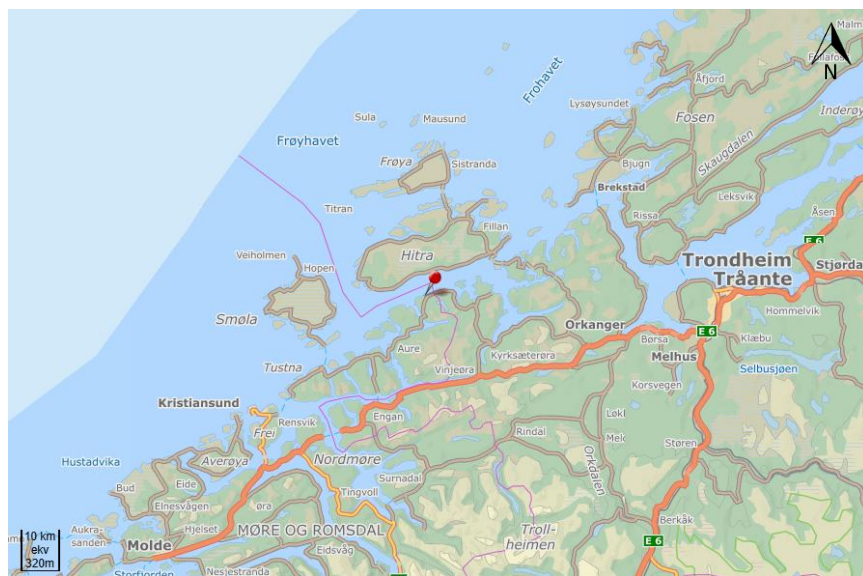
Avdekkes andre grunnforhold enn det som er lagt til grunn i prosjekteringen må arbeidene stanses og geotekniker kontaktes.

Den geotekniske prosjekteringen og utførelsen er underlagt uavhengig kontroll iht. PBL da tiltaket er plassert i tiltaksklasse 2. Etter COWIs rutiner har prosjekteringen gjennomgått internkontroll.

1 Innledning

COWI er engasjert av Mellom AS for å utføre geoteknisk detaljprosjektering for ny transformatorstasjon på Tjeldbergodden (tomt med gnr./bnr. 54/6) i Aure kommune, se kart i Figur 1. Tiltaket består av etablering av ny transformatorstasjon bestående av et stasjonsbygg med areal på 400-500m², tre trafoceller og en fundamentpark bestående av 6 stk. 132 kV bryterfelt og inntrekkstativ for 132 kV, samt etablering av adkomstvei. Figur 2 viser foreløpig situasjonsplan for planlagt tiltak.

Denne rapporten beskriver grunnforhold, prosjekteringsforutsetninger, fundamentering, bæreevneberegninger og beskrivelse av utførelse av grunnarbeider for ny transformatorstasjon. Miljøtekniske vurderinger i forbindelse med forurensede masser er ikke inkludert.



Figur 1 Tjeldbergodden ligger i Aure kommune på Nordmøre [1]



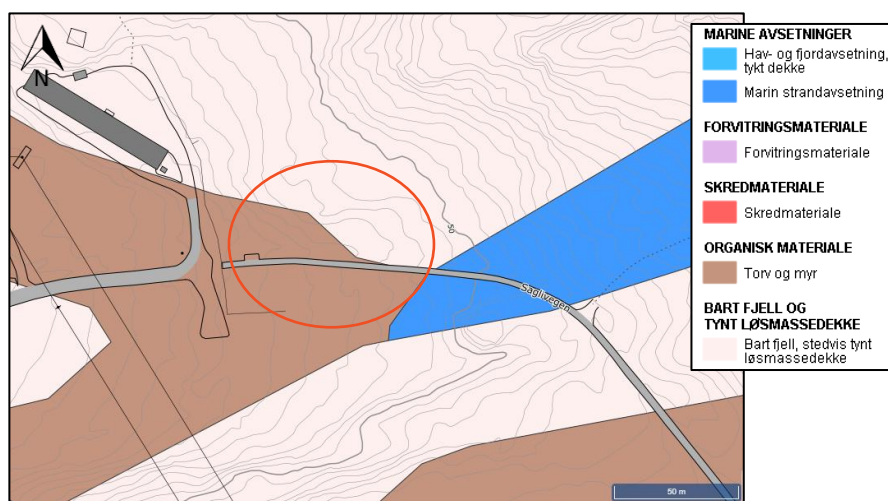
Figur 2 Situasjonsplan over ny transformatorstasjon.

2 Grunnforhold

2.1 Løsmasser

I NGUs løsmassedatabase [2] er det registrert tre forskjellige løsmassetyper innenfor tiltaksområdet, se Figur 3:

- Bart fjell: Bart fjell / fjell med usammenhengende eller tynt løsmassedekke
- Torv: Organiske masser av ikke nedbrutte planterester
- Marin strandavsetning: Sand, grus og stein er vanligst, men kan variere fra sand til blokk. Ligger som et forholdsvis tynt dekke over berggrunn eller andre sedimenter.



Figur 3 I NGUs løsmassedatabase er det registrert bart fjell, torv og marin strandavsetning innenfor tiltaksområdet [2].

2.2 Berg i dagen

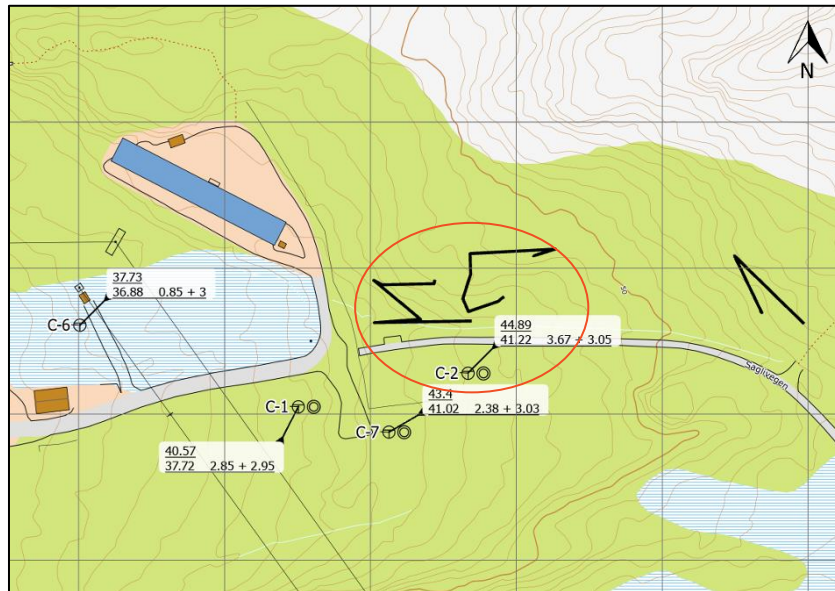
Basert på NGUs løsmassekart og gjennomgang av flyfoto er det forventet berg i dagen nord i tiltaksområdet, Figur 4.



Figur 4 Det er berg i dagen nord i tiltaksområdet [1].

2.3 Grunnundersøkelser

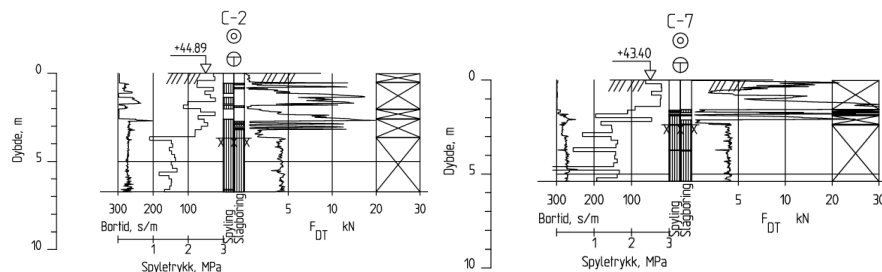
COWI utførte grunnundersøkelser i området i 2024 i forbindelse med konsesjonssøknad. Grunnundersøkelsene omfatter 4 stk. totalsonderinger og 3 stk. prøveserier, se plassering av borpunkter i Figur 5. Det er også utført befaring i området. Det ble observert berg i dagen nord for Saglivegen, se markeringer i kartet i Figur 5.



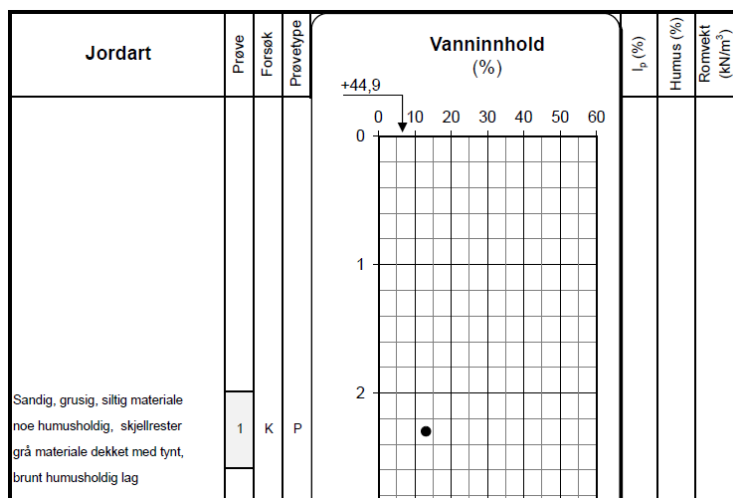
Figur 5 Utklipp fra borplan for grunnundersøkelser utført av COWI i 2024 [3]. Berg i dagen er markert med sort linje.

Grunnundersøkelsene viser mellom 0-3,7 m dybde til berg innenfor tiltaksområdet. Totalsonderingene viser høy boremotstand, Figur 6. Prøveseriene viser at massene består av sandig, grusig og siltig materiale med innslag av organiske masser, se labresultater i Figur 7. Det ble ikke avdekket sprøbruddmateriale i undersøkte masser. For nærmere beskrivelse av grunnundersøkelsene henvises det til datarapport [3]:

Grunnundersøkelsene benyttes til å identifisere lagdeling, mens geotekniske parametere fastsettes med utgangspunkt i erfaringsverdier fra Håndbok N-V220 [4].



Figur 6 Profiler fra totalsonderinger i borpunkt C-2 og C-7 [3].



Figur 7 Beskrivelse av masser i prøveserien fra borpunkt C-2.

3 Naboforhold

Det er ikke bygninger/ konstruksjoner som kommer i direkte konflikt med nærliggende bygninger. Det nærmeste bygningen en brakkerigg som ligger ca. 60 m unna tiltaksområdet. Det må tilrettelegges for lensing av vann fra byggegrop. Men, det er ikke forventet at tiltaket vil medfører permanent senkning av grunnvannstanden som kan føre til skadelige setninger.

4 Prosjekteringsforutsetninger

4.1 Regelverk

Gjeldende regelverk legges til grunn for prosjektering og for utførelse av grunnarbeidene. Dette omfatter blant annet gjeldene utgave av:

- > Byggesakforskriften (SAK10) med veiledning, 2011 [5]
- > Byggteknisk forskrift (TEK 17) med veiledning, kap. 7: Sikkerhet mot naturpåkjenninger [6]
- > NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner (Generelle regler) [7]
- > NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler [8]
- > NS-EN 1998-1:2004+A1:2013NA:2021 Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger [9]
- > NVE Veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred [10]

4.2 Klassifisering av tiltak

En oppsummering av klassifisering av tiltaket iht. gjeldende regelverk og standarder er vist under. Nærmere beskrivelse er gitt i Vedlegg A.

Klassifisering	Begrunnelse
Konsekvensklasse: CC2 Pålitelighetsklasse: RC2	Tiltaket vurderes å være i kategorien «Industrianlegg» og klassifiseres i CC2/RC2 iht. tabell I NA. A1(901) i eurokode 0, ref. [7]
Geoteknisk kategori: 2	Geoteknisk kategori 2, med bakgrunn i konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- eller belastningsforhold, ref. [8]
Prosjekteringskontroll: PKK2	PKK2 knyttet til RC2 iht. Tabell NA. A1(901) i eurokode, ref. [7]
Utførelseskontrollklasse: UKK2	UKK2 knyttet til RC2 iht. Tabell NA. A1(901) i eurokode, ref. [7]
Tiltaksklasse: 2	Tiltaket omfatter geotekniske konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, og hører følgelig til tiltaksklasse 2 iht. § 9-4, SAK10, ref. [5]
Tiltakskategori: K3	Større byggverk med begrenset personopphold eller stor verdi (mindre nærings- og industribygg) iht. NVE Veileder 1/2019 [10]

4.3 Partialfaktor

Bruddmekanisme i sprengstein settes til seigt dilatant brudd. Materialfaktor settes til 1,3 for tiltak i CC2 iht. SVV Håndbok N200 [11], se Figur 8.

Tabell 1.4.2—1 — Partialfaktorer for $\gamma_{M,\phi}$ og $\gamma_{M,c}$ ved effektivspenningsanalyser

Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,25	1,3	1,4
CC2 Alvorlig	1,3	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

Figur 8 Krav til sikkerhetsfaktorer for effektivspenningsanalyser, hentet fra Håndbok N200 [11].

4.4 Grunntype i forbindelse med seismisk dimensjonering

Vurdering av grunntype i forbindelse med seismisk dimensjonering er utført iht. NS-EN 1998 [9]. Grunntype A er lagt til grunn for vurderingene. Utredningen viser at videre seismisk dimensjonering ikke er nødvendig. Fullstendig utredning er vist i Vedlegg A.

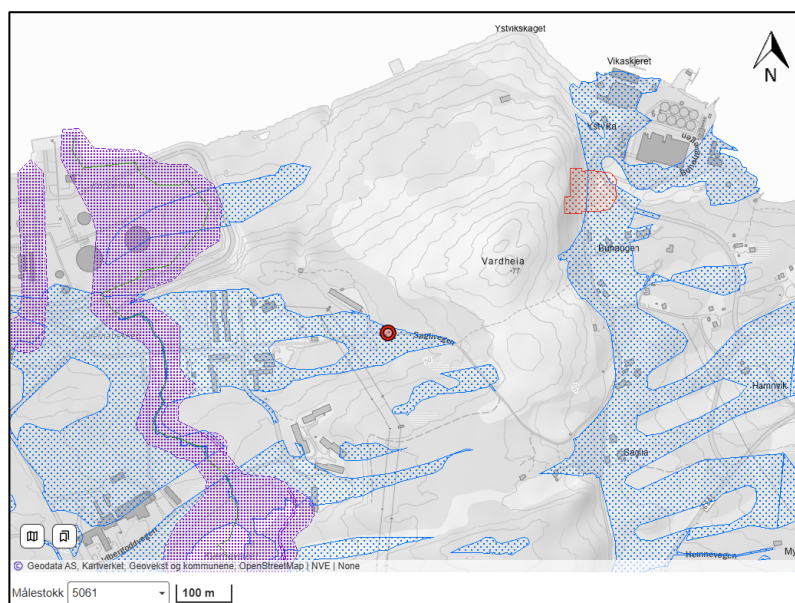
5 Geoteknisk vurdering

5.1 Naturfarer iht. TEK17

Tiltaksområdet er kontrollert mot NVEs aktsomhetskart for flom og skred [13]. En oppsummering er vist i Tabell 1. Tiltaksområdet ligger innenfor aktsomhetsområde for kvikkleireskred, Figur 9.

Tabell 1 Oppsummering av registrerte naturfarer i området

Naturfare	Aktsomhetsområde
Kvikkleire	Innenfor
Flom	Utenfor
Snøskred	Utenfor
Jord- og flomskred	Utenfor
Steinsprang	Utenfor



Figur 9 Tiltaksområdet ligger innenfor aktsomhetsområde for kvikkleireskred (blått), men utenfor aktsomhetsområde for flom (lilla) og snøskred (rød), [13].

5.2 Områdestabilitet iht. NVE Veileder 1/2019

COWI utførte en vurdering av områdestabilitet for tiltaksområdet i 2024 i forbindelse med konsesjonssøknad, det henvises til egen rapport [14].

Det ble konkludert med at områdestabiliteten er ivaretatt da det ikke er avdekket sprøbruddmateriale og det ikke er aktuelle løснеområder i nærheten av tiltaksområdet.

5.3 Fundamentering og bæreevne

Bygg og konstruksjoner skal direktefundamenteres på sprengsteinsfylling over berg. For stasjonsbygget er det planlagt fundamentering med stripefundamenter, punktfundamenter og plate på grunn. For transformatorcellene er det planlagt fundamentering med hel bunnplate. For ELMEK fundamentpark skal konstruksjonene fundamenteres med punktfundamenter.

Det er utført bæreevneberegninger etter Statens vegvesens håndbok N-V220 [4] for ulike fundamentdimensjoner og fundamentybder basert på input fra RIB og ELMEK. Bæreevneberegningene er gjort, se Vedlegg B.

Tabell 2 presenterer parametere som er benyttet i bæreevneberegningene. Det er benyttet erfaringsverdier fra Statens Vegvesen Håndbok N-V220 [4] der det er tatt utgangspunkt i sprengstein.

Tabell 2 Materialparametere brukt i bæreevneberegningene, hentet fra SVV Håndbok V220 [4]

Friksonsvinkel	Φ	42°
Tyngdetetthet	γ	19 kN/m ³
Attraksjon	a	5 kPa (fylling skal komprimeres)

5.3.1 Stasjonsbygg

For stasjonsbygget er det planlagt direktefundamentering med stripefundamenter, punktfundamenter og plate på grunn. Foreløpig fundamentplan fra RIB viser fundamentbredde på 600 mm for stripefundamentene og 1000 x 1000 mm for punktfundamentene, se Vedlegg B. Grunnens dimensjonerende bæreevne er beregnet til 350 kPa for stripefundamenter og 400 kPa for punktfundamenter, Tabell 3 og Tabell 4.

Beregningene forutsetter:

- Minimum overdekning fra u.k. fundament på 0,3 m (isolasjon er ikke inkl.)
- Grunnvannstand under fundamentene
- Forhold mellom horisontal og vertikallast ikke større enn 10%
- Sentrisk belastede fundamenter ($M=0$)
- Horisontalt terreng foran u.k. fundament
- Sikkerhetsfaktor $F_s = 1,3$

Høyere horisontallaster vil kreve ytterligere beregninger av tillatt grunntrykk i forhold til ruhet under fundament og grunnens bæreevne. Dette avklares mellom RIB og RIG ved behov. Avdekkes andre grunnforhold enn det som ligger til grunn i beregningene må geotekniker kontaktes.

Tabell 3 Grunnens bæreevne for stripefundamenter for stasjonsbygget

Fundament-type	Fundament-bredde B_0^* [mm]	Overdekning [m]	Tillatt grunntrykk [kN/m ²]
Stripe-fundament	600	0,3	350

*effektiv fundamentbredde

Tabell 4 Grunnens bæreevne for punktfundamenter for stasjonsbygget

Fundament-type	Fundamentdimensjon B_0^* [mm]	Overdekning [m]	Tillatt grunntrykk [kN/m ²]
Punkt-fundament	1000 x 1000	0,3	400

5.3.2 Transformatoerceller

Basert på foreløpig situasjonsplan er det planlagt 2 trafoceller tilknyttet stasjonsbygget og 1 stk. frittstående trafocelle. Disse skal fundamenteres med bunnplate / gulv på grunn. Det er opplyst at trafoene kan veie opp mot 80 tonn. Det vurderes foreløpig at bæreevnen blir tilfredsstillende ved bruk av bunnplate forutsatt at endelig laster og fundamentutforming ikke avviker vesentlig fra det som er lagt til grunn i denne vurderingen.

5.3.3 ELMEK fundamentpark

Basert på foreløpig input fra ELMEK skal det benyttes to ulike fundamenttyper:

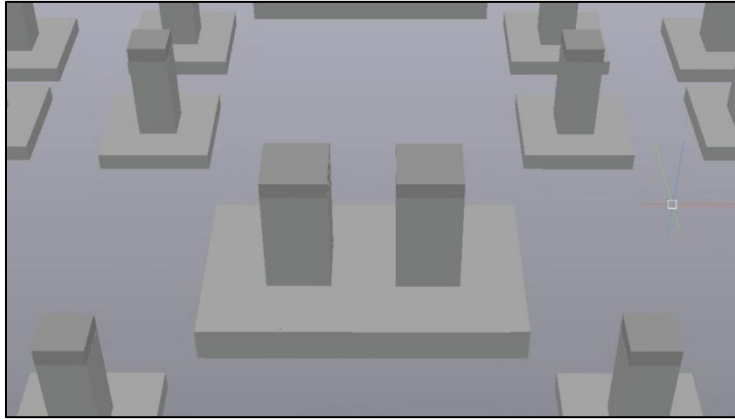
- 2,1 x 2,1 m fundament med sentrert søyle på 650 x 650 mm, 1,8 m dybde til uk. fundament
- 3,1 x 6,1 m med 2 stk. sentrerte søyler med cc 3,5 m, 2,5 m dybde til uk. fundament

En illustrasjon av de to fundamenttypene er vist i Figur 10. Grunnens dimensjonerende bæreevne er beregnet til 850 og 1200 kPa, se Tabell 5.

Beregningene forutsetter:

- Grunnvannsstand dypere enn 0,3m under terreng
- Maksimalt 10% horisontallast
- Sentrisk belastede fundamenter
- Horisontalt terreng foran u.k. fundament

Avdekkes andre grunnforhold enn det som ligger til grunn i beregningene må geotekniker kontaktes.



Figur 10 Illustrasjon av type fundamenter planlagt for ELMEK fundamentpark.

Tabell 5 Grunnens bæreevne for punktfundamenter i ELMEK fundamentpark

Fundament-type	Fundament-bredde og lengde B ₀ [m]	Overdekning [m]	Tillatt grunn-trykk [kN/m ²]
Punkt-fundament	2,0 x 2,0	1,8	850
Punkt-fundament	3,0 x 6,0	2,5	1200

5.4 Setninger og jordfjærstivhet

Ifølge terrengmodell / graveplan skal stasjonsbygget etableres på en fylling på minimum 0,5 m. Dersom fyllingen legges ut med tilstrekkelig komprimering og bergoverflaten er jevn, vurderes setninger som ubetydelige. Eventuell deformasjoner vil primært være knyttet til komprimering av fyllmassene ved utførelse.

Det er usikkerhet knyttet til bergnivået ved fundamentparken. Fyllingen skal være minimum 0,5 m tykk. Bergoverflaten skal være jevn for mest mulig jevn fyllingstykkelse for å unngå setninger og skadelige deformasjoner. Avhengig av endelig kote-nivå på fundamentene kan fyllingen bli opp til 2 m basert på foreløpig bergmodell.

Det foreligger ikke lastplan fra ELMEK. Det er oppgitt fra RIB at det kan tas utgangspunkt i lasten fra fundamentene under stasjonsbygget, se lastplan i Vedlegg B. I beregningene er det benyttet last på 144 kN på 1000 x 1000 mm fundament. Beregningene er utført i PLAXIS 2D, se detaljer i Vedlegg C. Beregninger viser at det kan forventes setninger på mellom 6 - 12 mm, Figur 11 og Figur 12.

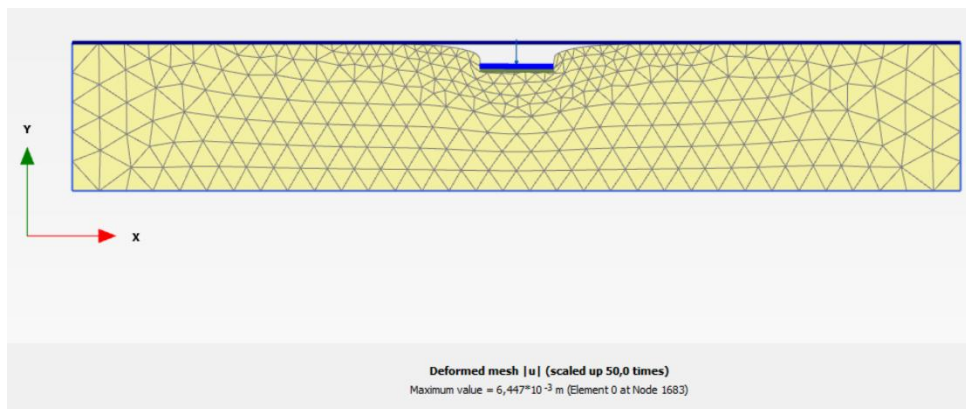
Jordfjærstivhet er beregnet etter følgende formel:

$$k = \frac{F/A}{s}$$

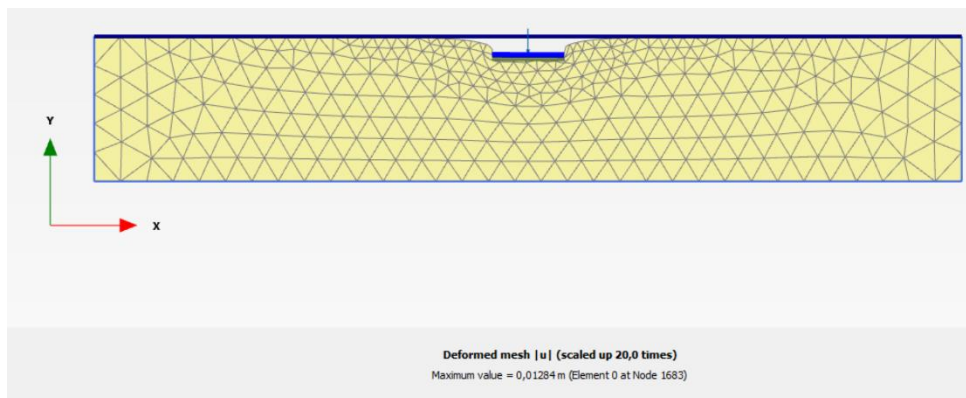
Dette gir jordfjærstivhet på mellom 30 000 til 60 000 kPa/m.

$$k = \frac{144 \text{ kN/m}^2}{0,006447 \text{ m}} = 22\,335 \text{ kPa/m}, \text{ E-modulus} = 60\,000$$

$$k = \frac{144 \text{ kN/m}^2}{0,01284 \text{ m}} = 11\,215 \text{ kPa/m for, E-modulus} = 30\,000$$



Figur 11 Utklipp fra setningsberegning i PLAXIS. E-modulus = 60 000.



Figur 12 Utklipp fra setningsberegning i PLAXIS. E-modulus = 30 000.

5.5 Utgraving

Det skal graves i forbindelse med masseutskifting, ny adkomstvei og legging av vannledninger.

Grunnundersøkelsene viser faste grunnforhold med masser av silt, sand og grus med noe organisk innhold. Det er forventet varierende løsmassemektighet. Utgravinger kan utføres med åpne grøfter med graveskråning 1:1,5 ned til 2m. For grøfter dypere enn 2m må helning ikke være brattere enn 1:2.

Mellomlagring av masser, tungt utstyr eller trafikk skal ikke forekomme i nærheten av graveskråningene. Det anbefales at masser som tas ut, enten kjøres direkte bort eller legges i minimum 2 m avstand fra skråningstopp. Ved fyllingsbehov over 2 m høyde bør geotekniker kontaktes.

5.6 Frostsikring

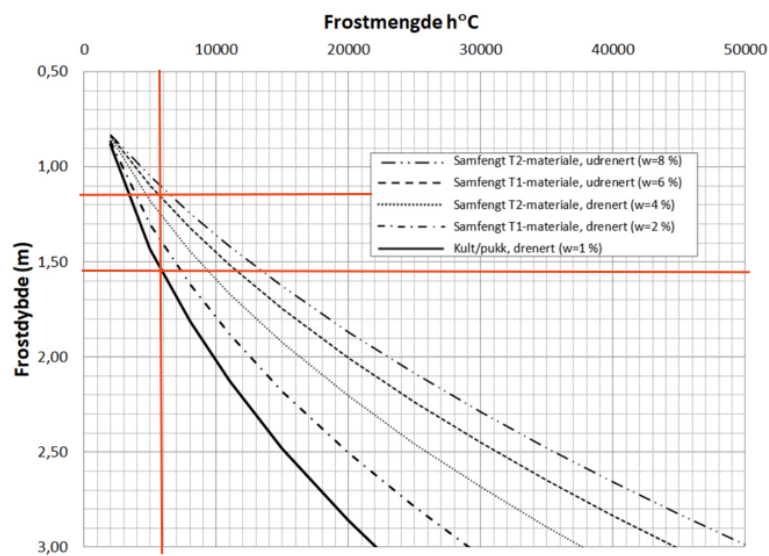
Bygg og infrastruktur skal fundamenteres frostfritt. Alternativt kan fundamenter frostsikres ved isolering. For dimensjonering tas det utgangspunkt i verdier hentet fra Statens vegvesens interaktive kart [15]:

- Frostmengde F100 = 5 775 h°C
- Årsmiddeltemperatur = 6,14 °C

Frostdybden er vurdert iht. Statens vegvesens veinormal N200:2024 [11]. Med utgangspunkt i frostmengde ved 100-års returperiode blir frostdybden ca. 1,55m for kult / pukk (sprengstein) og ca. 1,15 m for samfengt T1-materiale, .

Med bakgrunn i avviket mellom årsmiddeltemperatur for Tjeldbergodden og forutsatt årsmiddeltemperatur i Figur 13 kan frostdybden faktoriseres med en korrelasjonsfaktor iht. Figur 14. Dette gir en korrelasjonsfaktor lik 0,87 og 0,94 for henholdsvis kult/pukk og samfengt T1-materiale.

Dette gir en frostdybde: $1,55 \times 0,87 = \underline{1,4 \text{ m}}$ for kult/pukk og $1,15 \times 0,94 = \underline{1,1 \text{ m}}$ for samfengt T1-materiale.



Figur 13 Frostsikring med ulike materialer ved årsmiddeltemperatur 4°C [11].

Tabell 3.2.2—1 — Korreksjonsfaktorer ved ulike årsmiddeltemperaturer for ulike materialer

Frostsikringslag	Anslått vanninnhold (w) i frostsikringslag (%)	Årsmiddeltemperatur (°C)				
		0	2	4	6	8
Samfengt T2-materiale, udrenert	8,0	1,13	1,06	1,00	0,95	0,90
Samfengt T1-materiale, udrenert	6,0	1,17	1,08	1,00	0,94	0,89
Samfengt T2-materiale, drenert	4,0	1,23	1,10	1,00	0,92	0,86
Samfengt T1-materiale, drenert	2,0	1,40	1,15	1,00	0,90	0,82
Kult/pukk, drenert	1,0	1,66	1,21	1,00	0,87	0,79

Figur 14 Korreksjonsfaktor ved ulike årsmiddeltemperaturer for ulike materialer [11].

5.7 Adkomstvei

Adkomstvei og interne veier skal benyttes til anleggstrafikk og transport av tunge komponenter. Det skal i tillegg etableres en riggplass sørvest for tomten. Veifyllingen skal etableres av sprengstein direkte på avdekket berg. Iht. Statens vegvesens håndbok N200 Vegbygging [11] kan fylling av sprengt stein legges ut med helning inntil 1:1,5.

5.8 Sprenging / pigging

Det vil bli behov for sprenging / pigging av berg for etablering av fundamenter. Det er utført en innledende beregning av grenseverdi for sprenging / pigging av berg. Beregningen følger NS 8141-1:2022 «Vibrasjoner og støt- veiledende grenseverdier for bygge og anleggsvirksomhet. Del 1» [16].

Grenseverdi beregnes etter følgende formel:

$$v = v_0 * F_g * F_b * F_m * F_f * F_d * F_k$$

- > v_0 = Ukorrigert toppverdi av vertikal svingehastighet, i millimeter pr sekund, fastsatt til 20 mm/s
- > F_g = Grunnforholdsfaktor som tar hensyn til grunnforholdene der byggverket står, valgt verdi 1.3 (sand, grus, torv)
- > F_b = Byggverksfaktor som er avhengig av type, utforming og tilstand av byggverk, valgt verdi 1,0 (boligbygninger)
- > F_m = Material- og bygningsdetaljfaktor som tar hensyn til hovedmaterialene i byggverket, valgt verdi 1.0 (uarmert betong, tegl, murverk etc.)
- > F_f = Fundamenteringsfaktor som er avhengig av hvordan byggverket er fundamentert i relasjon til grunnforholdene, valgt verdi 0,8 (fundamentert på løsmasser)
- > F_d = Avstandsfaktor som tar hensyn til avstanden mellom vibrasjonskilden og målepunktet., valgt verdi 1,0 (sprenging/pigging 10-100m avstand)
- > F_k = Kildefaktor som tar hensyn til egenskaper ved vibrasjonskilden, valgt verdi 1,0 / 0,3 (sprenging / pigging)

For sprenging settes grenseverdi til:

$$v = v_0 * F_g * F_b * F_m * F_f * F_d * F_k = 20 * 1,3 * 1,0 * 1,0 * 0,8 * 1,0 * 1,0 = \underline{\sim 20 \text{ mm/s}}$$

For pigging settes grenseverdi til: $20 \text{ mm/s} * 0,3 = \underline{\sim 6,7 \text{ mm/s}}$

Dette er kun en innledende vurdering av grenseverdi. Om det finnes svært ømfintlige bygninger eller konstruksjoner i nærheten bør disse tilstandsregistreres, rystelseskrav oppdateres og rystelsesmålere installeres.

5.9 VA-ledninger

Ifølge dokument 451.021 fra Byggforskserien "Klimadata for termisk dimensjonering og frostsikring" [17] er frostfri dybde i Aure kommune 1,0 m. Ledninger må derfor plasseres dypere enn 1 m, eller det må benyttes isolerende tiltak.

Det skal legges ny 32 mm vannledning og ny 110 mm spillvannsledning. Nødvendig gravedybde for nye ledninger er forventet å være grunnere enn 2 m. Graving kan utføres med åpne grøfter med helning 1:1,5.

6 Utførelse

Fundamentering av bygg og konstruksjoner skal utføres på sprengsteinsfylling over berg. Alle stedlige masser under fotavtrykket skal fjernes. Det er forventet varierende dybde til berg. For å unngå problemer med skadelige skjevsetninger bør det etterstrebet mest mulig jevn bergoverflate. Dårlig berg skal fjernes. Det kan bli behov for vurdering av bergkvalitet av ingeniørgeolog. I den sørlige delen er det forventet dypere til berg. I punkt C-2 er berg truffet på 3,7m under terreng.

Fylling skal etableres med kvalitetsmasser av sprengstein (maskinkult 22/120mm) opp til fundamenteringsnivå. Fyllingen skal være minimum 0,5m over bergnivå. Fyllingen legges ut lagvis og komprimeres normalt iht. NS 3458 [18]. Deretter legges det et avrettingslag på ca. 10 cm med pukk (f.eks. pukk 16/32, evt. finere for lag mot isolasjon, gulvplate etc.), normal komprimering. Masser i omfylling av fundamenter må være drenerende, bæredyktig og uten finstoff (f.eks. pukk 16/32mm).

Fyllmasser skal bestå av knust stein av høy mekanisk kvalitet, tilhørende telefarlighetsklasse T1. Massene må ikke legges ut eller komprimeres når det er snø eller is i massene eller grunnen. Usikkerhet rundt forhold som kan påvirke bæreevne og setninger må tas hensyn til i fremdriftsplanen.

7 Kontrollplan for utførelsen

Entreprenør skal utarbeide og følge opp kontrollplan for utførelse av grunnarbeidene. Forslag til punkter til kontrollplan er gitt under. Listen er ikke uttømmende.

Grunnforhold	Geotekniker skal kontaktes om det påtreffes grunnforhold som avviker fra beskrivelsen i denne rapporten.	Entreprenør / byggeleder
Bergoverflate	Bergoverflate tilpasses slik at fyllingen får et jevnt grunnlag.	Entreprenør / byggeleder
Pigging	Sprenging og pigging skal utføres iht. NS 8141 (ref. [16]) Oppfølging av rystelser iht. angitte grenseverdier.	Entreprenør / byggeleder
Tilførte masser	Det skal benyttes fyllmasser av god kvalitet, telefarlighetsgruppe T1.	Entreprenør / byggeleder
Komprimering	Komprimering utføres iht. NS 3458 – Normal komprimering.	Entreprenør / byggeleder
Graveskråninger	Graveskråninger skal ikke være brattere enn 1:1,5 til 2m og 1:2 over 2m. Oppbevaring av utgravde masser, tungt utstyr eller trafikk skal ikke forekomme i nærheten av graveskråningene.	Entreprenør / byggeleder
Frostsikring	Kontrollere at utførelse samsvarer med beskrivelser gitt i prosjekteringsrapporten. Påse at frostfri dybde er nådd eller at fundamenter er isolert.	Entreprenør / byggeleder
Nærliggende konstruksjoner	Eventuelle nærliggende bygg / konstruksjoner skal besiktiges før oppstart av gravearbeider	Entreprenør / byggeleder
Sjekkliste	Sjekkliste og protokoller skal oversendes uavhengig kontrollerende foretak innen rimelig tid	Entreprenør / byggeleder

8 Referanser

- [1] Finn , «Finn kart,» [Internett]. Available: <https://kart.finn.no/>.
- [2] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» april 2026. [Internett].
- [3] COWI AS, «Tjeldbergodden GU. Geoteknisk datarapport.,» 2024.
- [4] Statens Vegvesen, « Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging,» 2018.
- [5] Direktoratet for byggkvalitet , «Byggesaksforskriften (SAK 10) med veiledning,» 2010.
- [6] Direktorat for byggkvalitet, «TEK 17 Kapittel 7: Sikkerhet mot naturpåkjenninger,» 2017.
- [7] Standard Norge, «NS-EN 1990-2002+A1:2005+NA2016, Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner».
- [8] Standard Norge, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA2020, Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering del 1: Almenne regler».
- [9] Standard Norge, «NA-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021, Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning».
- [10] NVE, «NVE Veileder 1/2019: Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2019. [Internett]. Available: https://publikasjoner.nve.no/veileder/2019/veileder2019_01.pdf.
- [11] Statens vegvesen , «N200 Vegbygging,» 2024. [Internett]. Available: <https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker/vegnormalene/n200/>. [Funnet juni 2026].
- [12] NVE, «Veileder nr 1/2019, Sikkerhet mot Kvikkleireskred,» 2020.
- [13] NVE, «NVE Atlas,» April 2026. [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no>.
- [14] COWI AS, «Tjeldbergodden transformatorstasjon - utredning av områdeskredfare,» Desember, 2024.
- [15] Statens vegvesen , «Veikart,» 2026.
- [16] Standard Norge, «NS 8141-1:2022 Vibrasjoner og støt - Veiledende grenseverdier for bygge og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk - Del 1: Virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt på byggverk, inkludert tunneler og bergrom.,» Standard Norge, Oslo.
- [17] Byggforskserien, «Klimadata for termisk dimensjonering og frostsikring,» mars 2026. [Internett]. Available: <https://www.byggforsk.n>.
- [18] Standard Norge, «NS 3458:2004 Komprimering - Krav og utførelse,» 2004. [Internett].

MELLOM AS

TJELDBERGODDEN TRANSFORMATORSTASJON

PROSJEKTERINGSFORUTSETNINGER

INNHold

1.1	Geoteknisk kategori	1
1.2	Konsekvensklasse og pålitelighetsklasse	1
1.3	Tiltaksklasse	1
1.4	Prosjekterings og utførelseskontroll klasse	2
1.5	Tiltakskategori	2
2	Grunntype i forbindelse med seismisk dimensjonering	2

1.1 Geoteknisk kategori

NS-EN 1997-1 stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori skal gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjektering». Tiltaket vurderes å kunne plasseres i **Geoteknisk kategori 2** som omfatter konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- eller belastningsforhold. Prosjektering baseres på kvantitative geotekniske data og analyser og rutinemessige prosedyrer som sikrer at grunnleggende krav blir oppfylt.

1.2 Konsekvensklasse og pålitelighetsklasse

Bestemmelse av pålitelighetsklasse er utført iht. NS-EN 1990, tabell NA. A1 (901). Tiltaket er vurdert å tilhøre kategorien "Industrianlegg" og plasseres i **CC2 / RC2**.

1.3 Tiltaksklasse

Bestemmelse av pålitelighetsklasse er utført iht. Sak 10 § 9-4. Prosjektet vurderes å kunne plasseres i **Tiltaksklasse 2** basert på prosjektets kompleksitet og vanskelighetsgrad, samt konsekvenser av eventuelle feil og mangler.

OPPDRAGSNR.

A295801

VERSJON

1

UTGIVELSESDATO

01.07.2026

BESKRIVELSE

Prosjekteringsforutsetninger

UTARBEIDET

AHTT

KONTROLLERT

ABTS

GODKJENT

KJNO

1.4 Prosjekterings og utførelseskontroll klasse

Som følge av at prosjektet er i tiltaksklasse 2 og konsekvens- og pålitelighetsklasse 2, plasseres tiltaket i **prosjekterings- (PKK) og utførelsesklasse (UKK) 2**. Dette medfører krav om uavhengig kontroll av geoteknisk prosjektering og utførelse.

I kontroll av prosjektering skal det kontrolleres at:

- Ansvarlig prosjekterende har rutiner for kvalitetssikring av arbeidet
- Utarbeidet konsept gir tilstrekkelig grunnlag for detaljprosjektering
- Detaljprosjekteringen er tilstrekkelig som produksjonsunderlag for utførelsen

I kontroll av utførelsen skal det kontrolleres at:

- Ansvarlig utførende har rutiner for kvalitetssikring av arbeidet
- Produksjonsunderlaget er tilgjengelig på byggeplassen og at tiltaket blir utført iht. produksjonsunderlaget
- Nødvendig produktdokumentasjon er tilgjengelig, og at produktene brukes i samsvar med forutsetningene

1.5 Tiltakskategori

Tiltaket ligger under marin grense, og følgelig skal områdestabiliteten utredes iht. NVE veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred. Tiltaket plasseres i **tiltakskategori 2** som omfatter større byggverk med begrenset personopphold eller stor verdi (mindre nærings- og industribygg).

2 Grunntype i forbindelse med seismisk dimensjonering

Løsmassemektingheten er forventet å være mindre enn 5 m innenfor tiltaksområdet. Bygg og konstruksjoner skal direktefundamenteres på sprengsteinfylling over berg. Det vurderes derfor at grunntype A kan legges til grunn for seismiske vurderinger, se tabell 3.1 fra NS-EN 1998.

Tabell 3.1 – Grunntyper

Grunntype	Beskrivelse av stratigrafisk profil	Parametere		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (slag/30cm)	c_u (kPa)
A	Fjell eller fjell-liknende geologisk formasjon, medregnet høyst 5 m svakere materiale på overflaten.	> 800	–	–
B	Avleiringer av svært fast sand eller grus eller svært stiv leire, med en tykkelse på flere titalls meter, kjennetegnet ved en gradvis økning av mekaniske egenskaper med dybden.	360 – 800	> 50	> 250
C	Dype avleiringer av fast eller middels fast sand eller grus eller stiv leire med en tykkelse fra et titalls meter til flere hundre meter.	180 – 360	15 - 50	70 - 250
D	Avleiringer av løs til middels fast kohesjonsløs jord (med eller uten enkelte myke kohesjonslag) eller av hovedsakelig myk til fast kohesjonsjord.	< 180	< 15	< 70
E	En grunnprofil som består av et alluviumlag i overflaten med v_s -verdier av type C eller D og en tykkelse som varierer mellom ca. 5 m og 20 m, over et stivere materiale med $v_s > 800$ m/s.			

Figur 1 Tabell 3.1 "Grunntyper" fra NS-EN 1998.

Bygget klassifiseres som "Industrianlegg", og plasseres dermed i seismisk klasse II. Seismisk klasse II gir $\gamma_1=1,0$.

Tabell NA.4 (902) — Veiledende valg av seismisk klasse

Byggverk	I	II	IIIa	IIIb	IV
Byggverk der konsekvensene av sammenbrudd er særlig store					x
Viktig infrastruktur: sykehus, brannstasjoner, redningssentraler, kraftforsyning og lignende			(x)	x	
Industrianlegg ^{a)}		x	x		
Tårn, skorsteiner, siloer	(x)	x			
Kaier og havneanlegg ^{b)}	x	(x)			
Støttemurer, nedgravde konstruksjoner, geotekniske konstruksjoner ^{c)}	x	(x)			
Byggverk med store, og vedvarende, ansamlinger av mennesker og som ofte er i bruk: kjøpesentre, konferanselokaler, kinosaler, kulturelle institusjoner			x		
Byggverk med store, men sjeldne, ansamlinger av mennesker: tribuner, sportshaller		x			
Byggverk med små, men vedvarende, ansamlinger av mennesker og som ofte er i bruk: idrettsbygg		x			
Skoler og institusjonsbygg		(x)	x		
Kontorer, forretningsbygg, hotell og boligbygg		x			
Småhus, rekkehus, mindre lagerhus	x				
Landbruksbygg ^{d)}	x				
Kaier og fortøyningsanlegg for sport og fritid	x				
MERKNAD Kryss uten parentes angir normalt valg av seismisk klasse.					
a Der det er fare for stor skade på miljø og/eller biomangfold bør klasse IIIa velges.					
b Der havneanlegg er en del av industrianlegg må disse vurderes også som industrianlegg					
c Der bortfall av konstruksjoner påvirker stabiliteten til en konstruksjon med høyere konsekvensklasse må tilsvarende høyere konsekvensklasse vurderes. Konstruksjoner som bidrar til stabilitet langs vei og spor bør vurderes tilsvarende som bruer, se NS-EN 1998-2/NA.					
d Landbruksbygg med fare for stor skade på miljø bør vurderes som industribygg					

Figur 2 Tabell NA.4 (902) Valg av seismisk klasse fra NS-EN 1998.

Berggrunnens akselerasjon i området kan leses ut fra NS-EN 1998, tabell NA.3.2 (910) hvor det for Aure kommune angis en verdi for $a_{gR} = 0,25\text{m/s}^2$.

Forsterkningsfaktor S tas ut av tabell 3.3 i NS-EN 1998, Tabell 3.2. For grunntype A er $S = 1,0$.

Tabell 3.3 – Verdier for parametere som beskriver de anbefalte elastiske responsspektrene av type 2

Grunntype	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,05	0,25	1,2
B	1,35	0,05	0,25	1,2
C	1,5	0,10	0,25	1,2
D	1,8	0,10	0,30	1,2
E	1,6	0,05	0,25	1,2

Figur 3 Tabell 3.3 valg av parametere fra NS-EN 1998.

Basert på disse vurderingene beregnes a_{gS} :

$$a_{gS} = a_{gR} \times \gamma_I \times S = 0,25\text{m/s}^2 \times 1,0 \times 1,0 = 0,25\text{m/s}^2$$

Krav for utelatelse ved seismisk klasse II er $a_{gS} < 0,50\text{ m/s}^2$. Utledningen viser at utelatelseskriteriet er oppfylt, og videre seismisk dimensjonering er ikke nødvendig.

Vedlegg B

Drenert Bæreevne (Stripecfundament)

MAL version 1.3 datert 10.07.2019

- Forutsetninger:**
- Bæreevne i henhold til SVV Håndbok V220 Kapittel 6.2
 - Bæreevne av punktfundament er ekskl. formfaktorer på N_q og N_γ
 - Setninger av fundament (Bruksgrensetilstand) må vurderes separat
 - Fundamentslaster skal angis i fundamentsunderkant
 - Delvis udrenert situasjon tas ikke i betraktning - det antas 100% drenert tilstand.
 - Stabilitet av eventuell skråning må vurderes separat

Krav:
 ruhet iht. V220 Figur 6.3
 $e \leq B/3$
 $\sigma_v > q_v$

Designlaster:

- Vertikal design last
- Horisontal design last - x-retning

$F_{v,d}$ 200 kN/m
 $F_{Hx,d}$ 20 kN/m

- Design moment om y-akse

$M_{y,d}$ 0 kNm/m

Geometri:

- Fundamentsbredde

B 0,6 m

- Fundamentsdybde

D 0,3 m

Design parametre - jord:

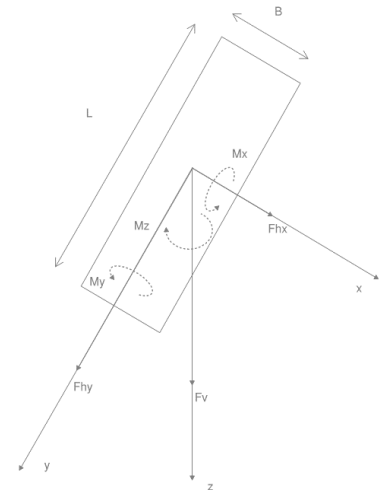
- Karakteristisk friksjonsvinkel
- Karakteristisk attraksjon
- Effektiv tyngdetetthet - over FUK
- Effektiv tyngdetetthet - under FUK

ϕ_k 42 grader
 a 5 kPa
 γ'_{overFUK} 19 kN/m³
 $\gamma'_{\text{underFUK}}$ 9 kN/m³

Terrengforhold:

- Helning, bredde (x)-retning

β_x 0,0 grader



Vertikal: Horizontal
 1: Inf

Krav til sikkerhet:

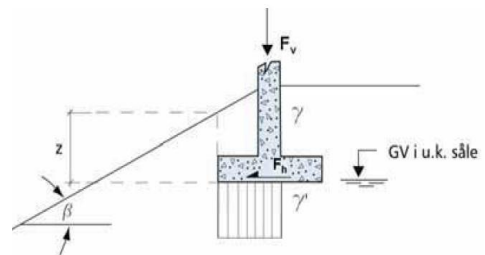
- materialefaktor
- krav til ruhet

γ_M 1,3
 r_b 0,9

Bæreevne beregninger:

- Dimensjonerende friksjonsvinkel
- Overlagringstrykk
- Eksentrisitet
- Effektiv fundamentsbredde/lengde
- ruhet
- Bæreevnefaktor, overlagringstrykk
- Bæreevnefaktor, egenvekt
- Reduksjonsfaktor, overlagringstrykk
- Reduksjonsfaktor, attraksjon
- Midlere vertikal bæreevne
- Vertikaltrykk, FUK

ϕ_d 34,7 grader
 p' 5,7 kPa
x-retning
 e 0,0 m
 B_0, L_0 0,6 m
 r_b 0,14
 N_q 26,3
 N_γ 34,1
 f_{sq} 1,00
 f_{sa} 1,00
 σ_v 368 kPa
 q_v 333,3 kPa



Kontrol

- Ruhet, bredde-retning
- Eksentrisitet, bredde-retning
- Loddret bæreevne, bredde-retning

Tilstrekkelig
 Tilstrekkelig
 Tilstrekkelig

Oppdrag:

Oppdragsnavn

Tilleggsbemerkning

Lastkombinasjon

Dato: 29.06.2026	Utarbeider: AHTT	Kontroll: ABTS	Godkjent: ABTS
Oppdrag nr.: A295801	Vedlegg nr.: AHTT	Versjon 1	Side 1 av 1

COWI

- Forutsetninger:**
- Bæreevne i henhold til SVV Håndbok V220 Kapittel 6.2
 - Bæreevne av punktfundament er ekskl. formfaktorer på N_q og N_γ
 - Setninger av fundament (Bruksgrensetilstand) må vurderes separat
 - Fundamentslaster skal angis i fundamentsunderkant
 - Delvis udrenert situasjon tas ikke i betraktning - det antas 100% drenert tilstand.
 - Stabilitet av eventuell skråning må vurderes separat

Krav:
 ruhet iht. V220 Figur 6.3
 $e \leq B/3$
 $\sigma_v > q_v$

Designlaster:

- Vertikal design last
- Horisontal design last - x-retning
- Horisontal design last - y-retning
- Design moment om x-akse
- Design moment om y-akse

$F_{v,d}$	400 kN
$F_{Hx,d}$	40 kN
$F_{Hy,d}$	0 kN
$M_{x,d}$	0 kNm
$M_{y,d}$	0 kNm

Geometri:

- Fundamentsbredde
- Fundamentslengde
- Fundamentsdybde

B	1 m
L	1 m
D	0,3 m

Design parametre - jord:

- Karakteristisk friksjonsvinkel
- Karakteristisk attraksjon
- Effektiv tyngdetetthet - over FUK
- Effektiv tyngdetetthet - under FUK

ϕ_k	42 grader
a	5 kPa
γ'_{overFUK}	19 kN/m ³
$\gamma'_{\text{underFUK}}$	9 kN/m ³

Terrengforhold:

- Helning, bredde (x)-retning
- Helning, lengde (y)-retning

β_x	0,0 grader
β_y	0,0 grader

Krav til sikkerhet:

- materialefaktor
- krav til ruhet

γ_M	1,3
r_b	0,9

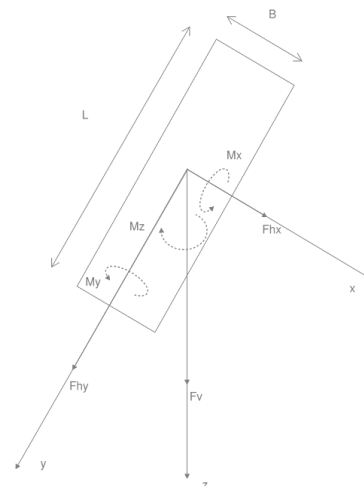
Bæreevne beregninger:

- Dimensjonerende friksjonsvinkel
- Overlagringstrykk

ϕ_d	34,7 grader
p'	5,7 kPa

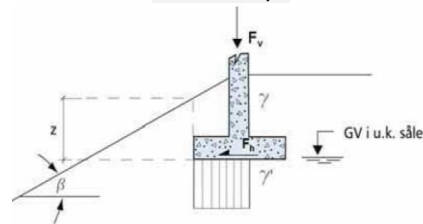
- Eksentrisitet
- Effektiv fundamentsbredde/lengde
- ruhet
- Bæreevnefaktor, overlagringstrykk
- Bæreevnefaktor, egenvekt
- Reduksjonsfaktor, overlagringstrykk
- Reduksjonsfaktor, attraksjon
- Midlere vertikal bæreevne
- Vertikaltrykk, FUK

	x-retning	y-retning
e	0,0 m	0,0 m
B_0, L_0	1,0 m	1,0 m
r_b	0,14	0,00
N_q	26,2	32,1
N_γ	34,1	44,8
f_{sq}	1,00	1,00
f_{sa}	1,00	1,00
σ_v	429 kPa	540 kPa
q_v	400,0 kPa	400,0 kPa



Vertikal: Horisontal

1:	3,0
1:	3,0

**Kontrol**

- Ruhet, bredde-retning
- Eksentrisitet, bredde-retning
- Loddret bæreevne, bredde-retning
- Ruhet, lengde-retning
- Eksentrisitet, lengde-retning
- Loddret bæreevne, lengde-retning

Tilstrekkelig
 Tilstrekkelig
 Tilstrekkelig
 Tilstrekkelig
 Tilstrekkelig
 Tilstrekkelig

Oppdrag:**Oppdragsnavn****Tilleggsbemerkning****Lastkombinasjon**

Dato: 26.08.2026	Utarbeider: AHTT	Kontroll: ABTS	Godkjent: ABTS
Oppdrag nr.: A295801	Vedlegg nr.: AHTT	Versjon 1	Side 1 av 1

- Forutsetninger:**
- Bæreevne i henhold til SVV Håndbok V220 Kapittel 6.2
 - Bæreevne av punktfundament er ekskl. formfaktorer på N_q og N_γ
 - Setninger av fundament (Bruksgrensetilstand) må vurderes separat
 - Fundamentslaster skal angis i fundamentsunderkant
 - Delvis udrenert situasjon tas ikke i betraktning - det antas 100% drenert tilstand.
 - Stabilitet av eventuell skråning må vurderes separat

Krav:
 ruhet iht. V220 Figur 6.3
 $e \leq B/3$
 $\sigma_v > q_v$

Designlaster:

- Vertikal design last
- Horisontal design last - x-retning
- Horisontal design last - y-retning
- Design moment om x-akse
- Design moment om y-akse

$F_{v,d}$	400 kN
$F_{Hx,d}$	40 kN
$F_{Hy,d}$	0 kN
$M_{x,d}$	0 kNm
$M_{y,d}$	0 kNm

Geometri:

- Fundamentsbredde
- Fundamentslengde
- Fundamentsdybde

B	2 m
L	2 m
D	1,8 m

Design parametre - jord:

- Karakteristisk friksjonsvinkel
- Karakteristisk attraksjon
- Effektiv tyngdetetthet - over FUK
- Effektiv tyngdetetthet - under FUK

ϕ_k	42 grader
a	5 kPa
γ'_{overFUK}	9 kN/m ³
$\gamma'_{\text{underFUK}}$	9 kN/m ³

Terrengforhold:

- Helning, bredde (x)-retning
- Helning, lengde (y)-retning

β_x	0,0 grader
β_y	0,0 grader

Krav til sikkerhet:

- materialefaktor
- krav til ruhet

γ_M	1,3
r_b	0,9

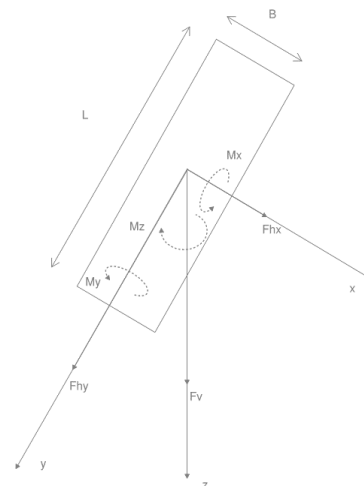
Bæreevne beregninger:

- Dimensjonerende friksjonsvinkel
- Overlagringstrykk

ϕ_d	34,7 grader
p'	16,2 kPa

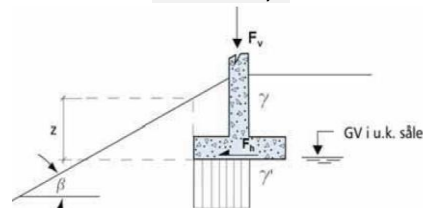
- Eksentrisitet
- Effektiv fundamentsbredde/lengde
- ruhet
- Bæreevnefaktor, overlagringstrykk
- Bæreevnefaktor, egenvekt
- Reduksjonsfaktor, overlagringstrykk
- Reduksjonsfaktor, attraksjon
- Midlere vertikal bæreevne
- Vertikaltrykk, FUK

	x-retning	y-retning
e	0,0 m	0,0 m
B_0, L_0	2,0 m	2,0 m
r_b	0,14	0,00
N_q	26,4	32,1
N_γ	34,5	44,8
f_{sq}	1,00	1,00
f_{sa}	1,00	1,00
σ_v	866 kPa	1079 kPa
q_v	100,0 kPa	100,0 kPa



Vertikal: Horisontal

1:	3,0
1:	3,0

**Kontrol**

- Ruhet, bredde-retning
- Eksentrisitet, bredde-retning
- Loddret bæreevne, bredde-retning
- Ruhet, lengde-retning
- Eksentrisitet, lengde-retning
- Loddret bæreevne, lengde-retning

Tilstrekkelig
 Tilstrekkelig
 Tilstrekkelig
 Tilstrekkelig
 Tilstrekkelig
 Tilstrekkelig

Oppdrag:**Oppdragsnavn****Tilleggsbemerkning****Lastkombinasjon**

Dato: 01.07.2026	Utarbeider: AHTT	Kontroll: ABTS	Godkjent: ABTS
Oppdrag nr.: A295801	Vedlegg nr.: AHTT	Versjon 1	Side 1 av 1

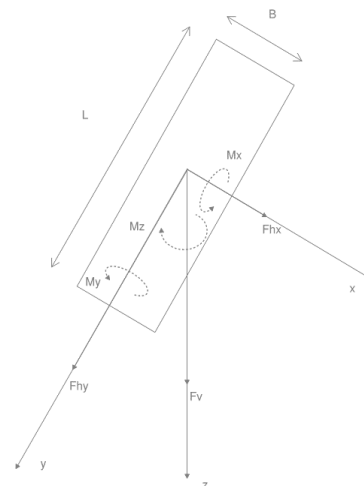
- Forutsetninger:**
- Bæreevne i henhold til SVV Håndbok V220 Kapittel 6.2
 - Bæreevne av punktfundament er ekskl. formfaktorer på N_q og N_γ
 - Setninger av fundament (Bruksgrensetilstand) må vurderes separat
 - Fundamentslaster skal angis i fundamentsunderkant
 - Delvis udrenert situasjon tas ikke i betraktning - det antas 100% drenert tilstand.
 - Stabilitet av eventuell skråning må vurderes separat

Krav:
 ruhet iht. V220 Figur 6.3
 $e \leq B/3$
 $\sigma_v > q_v$

Designlaster:

- Vertikal design last
- Horisontal design last - x-retning
- Horisontal design last - y-retning
- Design moment om x-akse
- Design moment om y-akse

$F_{v,d}$	400 kN
$F_{Hx,d}$	40 kN
$F_{Hy,d}$	0 kN
$M_{x,d}$	0 kNm
$M_{y,d}$	0 kNm

**Geometri:**

- Fundamentsbredde
- Fundamentslengde
- Fundamentsdybde

B	3 m
L	6 m
D	2,5 m

Design parametre - jord:

- Karakteristisk friksjonsvinkel
- Karakteristisk attraksjon
- Effektiv tyngdetetthet - over FUK
- Effektiv tyngdetetthet - under FUK

ϕ_k	42 grader
a	5 kPa
γ'_{overFUK}	9 kN/m ³
$\gamma'_{\text{underFUK}}$	9 kN/m ³

Terrengforhold:

- Helning, bredde (x)-retning
- Helning, lengde (y)-retning

β_x	0,0 grader
β_y	0,0 grader

Vertikal: Horisontal

1:	3,0
1:	3,0

Krav til sikkerhet:

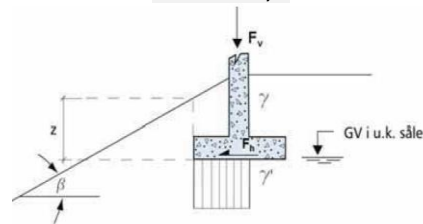
- materialefaktor
- krav til ruhet

γ_M	1,3
r_b	0,9

Bæreevne beregninger:

- Dimensjonerende friksjonsvinkel
- Overlagringstrykk

ϕ_d	34,7 grader
p'	22,5 kPa



		x-retning	y-retning
- Eksentrisitet	e	0,0 m	0,0 m
- Effektiv fundamentsbredde/lengde	B_0, L_0	3,0 m	6,0 m
- ruhet	r_b	0,12	0,00
- Bæreevnefaktor, overlagringstrykk	N_q	27,2	32,1
- Bæreevnefaktor, egenvekt	N_γ	36,0	44,8
- Reduksjonsfaktor, overlagringstrykk	f_{sq}	1,00	1,00
- Reduksjonsfaktor, attraksjon	f_{sa}	1,00	1,00
- Midlere vertikal bæreevne	σ_v	1229 kPa	2088 kPa
- Vertikaltrykk, FUK	q_v	22,2 kPa	22,2 kPa

Kontrol

- Ruhet, bredde-retning
- Eksentrisitet, bredde-retning
- Loddret bæreevne, bredde-retning
- Ruhet, lengde-retning
- Eksentrisitet, lengde-retning
- Loddret bæreevne, lengde-retning

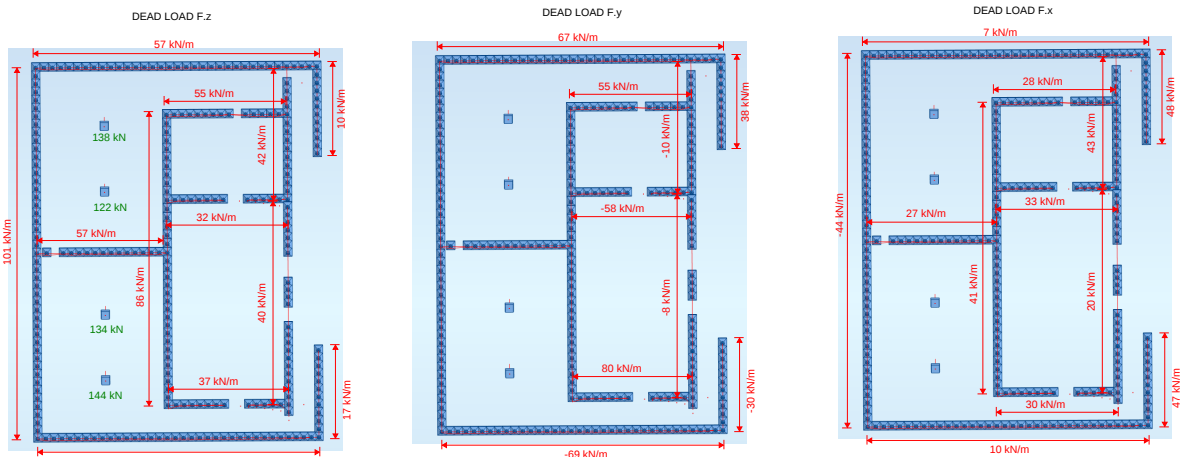
Tilstrekkelig
 Tilstrekkelig
 Tilstrekkelig
 Tilstrekkelig
 Tilstrekkelig
 Tilstrekkelig

Oppdrag:**Oppdragsnavn****Tilleggsbemerkning****Lastkombinasjon**

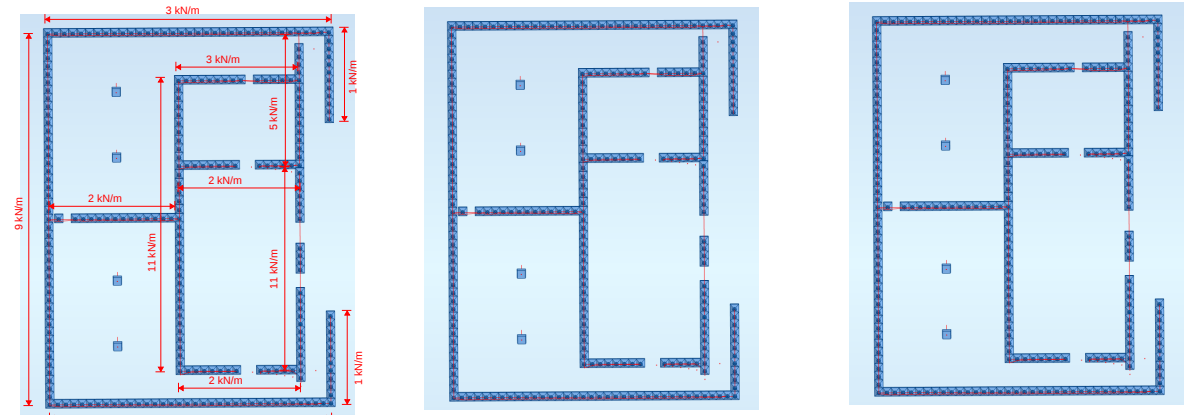
Dato:	Utarbeider:	Kontroll:	Godkjent:
30.06.2026	AHTT	ABTS	ABTS
Oppdrag nr.: A295801	Vedlegg nr.: AHTT	Versjon 1	Side 1 av 1

CHARACTERISTIC LOADS

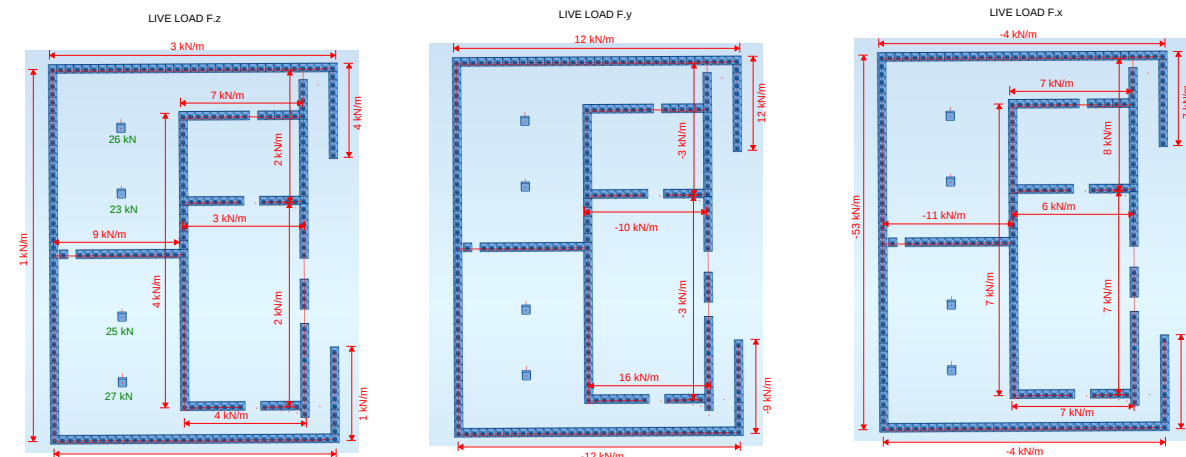
DEAD LOAD →



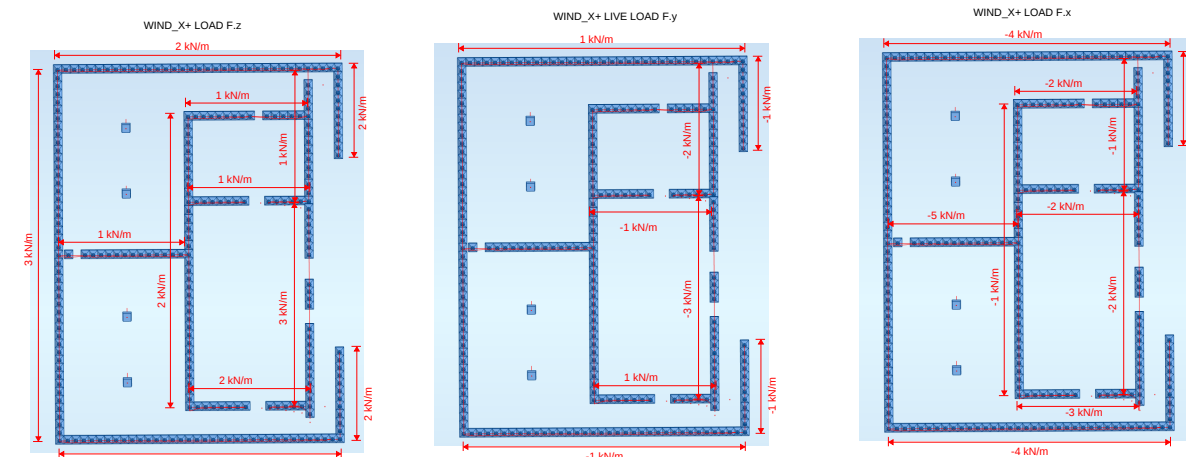
SNOW LOAD →



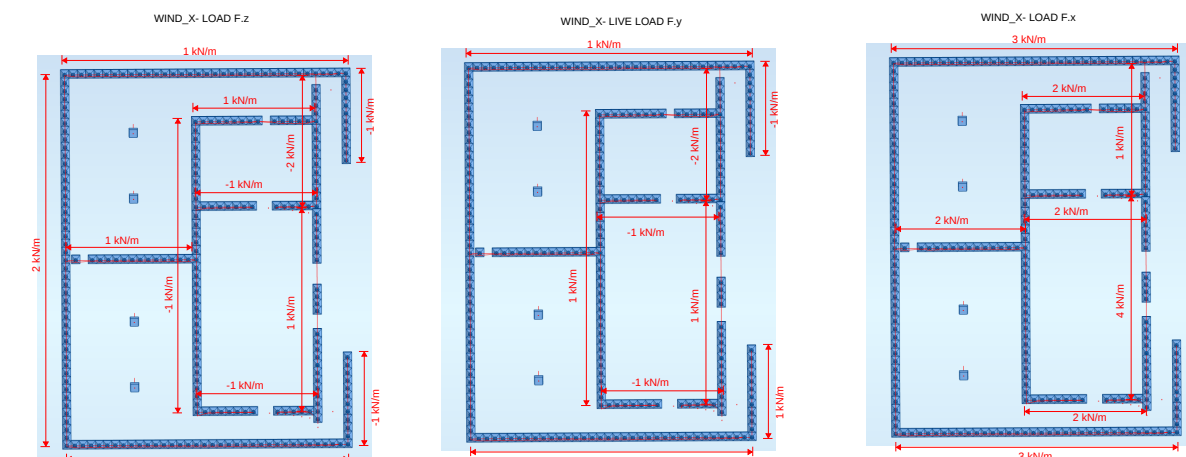
LIVE LOAD →



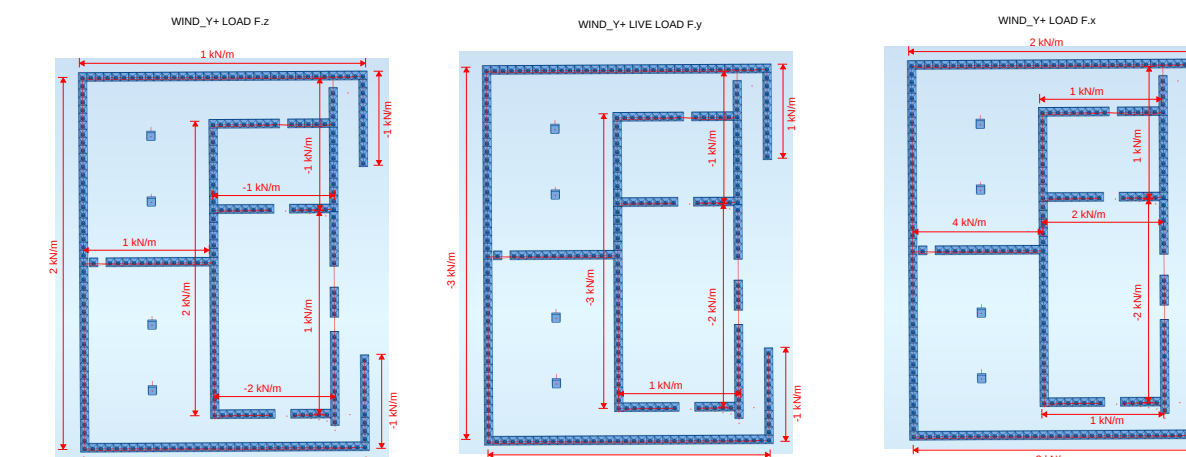
WIND_X+ →



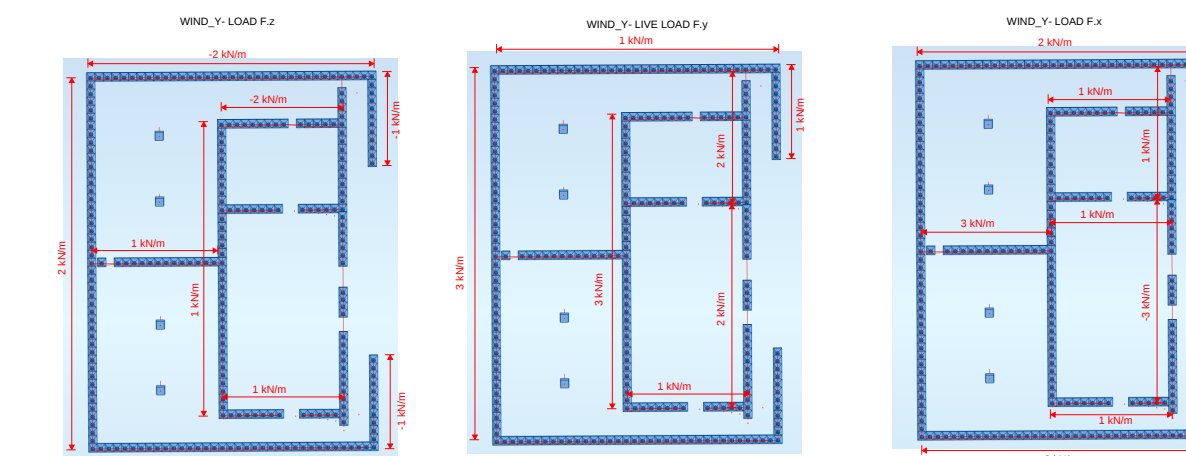
WIND_X-



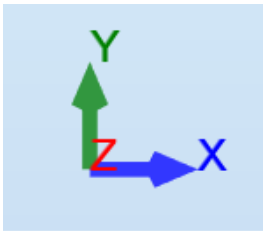
WIND_Y+



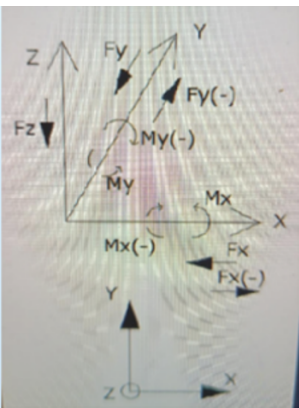
WIND_Y-



GLOBAL AXIS



REACTION DIRECTIONS



Plaxis-beregninger

Soil - Hardening Soil - Fyllmasser 1

General Mechanical Groundwater Thermal Interfaces Initial

Property Unit Value

Material set

Identification Fyllmasser 1

Soil model Hardening Soil

Drainage type Drained

Colour RGB 236, 232, 156

Comments

Unit weights

γ_{unsat} kN/m³ 19,00

γ_{sat} kN/m³ 19,00

Void ratio

e_{init} 0,3500

η_{init} 0,2593

Soil - Hardening Soil - Fyllmasser 1

General Mechanical Groundwater Thermal Interfaces Initial

Property Unit Value

Stiffness

$E_{ed,ref}$ kN/m² 60,00E3

$E_{oed,ref}$ kN/m² 60,00E3

$E_{ur,ref}$ kN/m² 180,0E3

ν_{ur} 0,2000

Alternatives

Use alternatives ☐

C_c 5,181E-3

C_s 4,697E-3

e_{init} 0,3500

Stress-dependency

power (n) 0,5000

p_{ref} kN/m² 100,0

Strength

Shear

c'_{ref} kN/m² 5,000

ϕ' (phi) ° 42,00

ψ (psi) ° 12,00

Depth-dependency

c'_{inc} kN/m²/m 0,000

γ_{ref} m 0,000

Dilatancy cut-off

Dilatancy cut-off ☐

Next OK Cancel

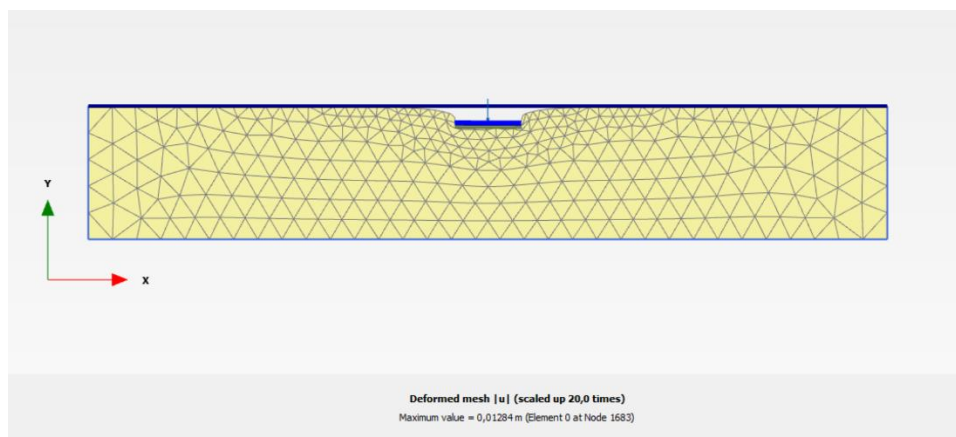
Plate - Concrete slab

Property	Unit	Value
Material set		
Identification		Concrete slab
Material type		Elastic
Colour		RGB 0, 0, 255
Comments		
Unit weights		
w	kN/m/m	0,000
Advanced		
Prevent punching		☐

Plate - Concrete slab

Property	Unit	Value
Properties		
Isotropic ☒		
Stiffness		
EA ₁	kN/m	9,000E6
EA ₂	kN/m	9,000E6
E ₁	kN/m ²	30,00E6
E ₂	kN/m ²	30,00E6
EI	kN m ² /m	67,50E3
v (nu)		0,4990
d	m	0,3000

Resultater for E-modulus = 30 000



Resultater for E-modulus = 60 000

