

Projekterings-PM Geoteknik

Ernemar IP Detaljplan Geoteknisk Undersökning
Oskarshamns Kommun

Datum: 2024-02-05
Uppdragsnummer 1320067709
Utgåva/Status Förstudie
Malmö Geoteknik

E. Rodriguez
Uppdragsledare

E. Rodriguez / E. Silfver
Handläggare

K. Husbjörk / M. Johansson
Granskare

Innehållsförteckning

1.	Uppdrag	1
1.1	Syfte/begränsning	2
2.	Styrande dokument.....	2
3.	Underlag	2
4.	Befintliga förhållanden.....	2
5.	Planerad byggnation	3
6.	Geotekniska förhållanden.....	3
7.	Grundvattenförhållanden	5
8.	Projekteringsanvisningar	5
8.1	Säkerhetsklass och geoteknisk kategori	5
8.2	Partialkoefficienter	5
8.3	Valda värden	5
8.4	Dimensionerande värden.....	6
9.	Beräkningar	7
10.	Rekommendation för grundläggning	8
11.	Markarbeten.....	9
12.	Hållbarhet	9
13.	Kontroll	10

Bilagor

Bilaga 1	Valda värden	(3s)
Bilaga 2	Bärighetsberäkning	(26s)

1. Uppdrag

Ramboll Sweden AB har på uppdrag av Oskarhamns kommun utfört en översiktlig geoteknisk markundersökning för att utreda materialparametrar samt bergdjup inom området. Detta arbete ska ligga till grund för att se över möjligheten att ändra detaljplan för byggnation av ett racketcenter. I denna rapport redovisas aktuella resultat från de utförda geotekniska fältarbetena.

Det aktuella undersökningsområdet är beläget vid Ernemar Idrottsplan som ligger cirka 2,0 km från Oskarhamns centrum. Undersökningsområdet avgränsas av Grøndalsvägen i norr och av Lotsgårdsvägen i öst samt fotbollsplaner samt parkeringsplatser i söder. Undersökningsområdet delas upp i tre delområden enligt *Figur 1*. Enstaka borrhöjningar presenterade i G-1-S-004 ligger syd och sydöst om markerade områden.



Figur 1: Undersökningsområdet visas översiktligt inom röd, orange och grön markering (källa: Google Earth Pro).

1.1 Syfte/begränsning

Syftet med detta Projekterings-PM är att beskriva geotekniska- och hydrogeologiska förhållanden, redovisa beräkningar samt ge grundläggningsrekommendationer.

Detta är ett förstudie inför ändring i detaljplan.

Framtagen information ska även ligga till grund för projektering av planerad anläggning.

2. Styrande dokument

Styrande dokument för detta Projekterings-PM är:

- Utförande - SS-EN 1997-2 Marktekniska undersökningar
- IEG Rapport 4:2008 Rev 1 – Tillämpningsdokument, dokumenthantering
- Dimensionering – SS EN 1997-1 TD Grunder (IEG Rapport 2:2008, rev 2)
- Jordens hållfasthet - Tillämpningsdokument SS-EN ISO 14688-1 och 14688-2:2004
- Jordens benämning - Tillämpningsdokument SS-EN ISO 14688-1 och 14688-2:2004

3. Underlag

- Markteknisk undersökningsrapport (MUR) – Ernemar IP Detaljplan Geoteknisk Undersökning, daterad 2024-01-19, upprättad av Ramboll Sweden AB
- Grundkarta tillhandahållit av Oskarshamns Kommun

4. Befintliga förhållanden

Undersökningsområdet utgörs av grus och gräsytor. Inmätt marknivå vid undersökningspunkterna påvisar en något ojämn markyta med nivåer mellan +1,4 och +3,8 i förhållande till RH2000. Markytan är högre i de norra och östra delarna av undersökningsområdet och lägre i de södra delarna. Punkt 23R06 till söder har dock en högre nivå på +2,94 m.

Inom undersökningsområdet finns det idag verksamheter i form av en idrottsanläggning samt uppställningsplats för småbåtar.

5. Planerad byggnation

Rackethallen har dimensionerna 40,4 m x 91,3 m. Rackethallen byggs upp av pelare med ett c/c-avstånd på 6 m. Pelarna går ner i enskilda fundament.

Fundament till primärpelarna längs rackethallens kortsida har dimensionerna 3,5 x 3,5 m med en tjocklek på 0,6 m. Dimensionerande last, beräknad enligt 6.10b, uppskattas i detta skede till 2000 kN för fundament vid primärpelare.

Längs rackethallens långsida sätts pelare vars fundament har dimensionerna 1,6 x 1,6 m med en tjocklek på 0,5 m. Dimensionerande last, beräknad enligt 6.10b, uppskattas i detta skede till 500 kN för fundament vid primärpelare.

Horisontella laster för fundament beror på hur entreprenör väljer inspänningsförhållanden mellan fundament och pelare. Horisontella laster på fundament med hävarm har en påverkan på bärigheten jorden under fundament. Ingen design gällande vindkryss eller motsvarande är vid upprättande av denna handling inte bestämda. I beräkningar antas höjd på rackethall vara 10 m och att vinden ger upphov till en horisontalkraft som tas med en influensbredd motsvarande c/c-avstånd mellan pelare där halva lasten går ner i fundament och halva lasten sprids vidare via byggnadens byggsystem. Lasten som går ner i fundament antas ha hävarm motsvarande halva byggnadens höjd.

Observera att dimensioner och laster kan ändras vid framtida projektering. I sådant fall bör bärighetsberäkning på jorden göras om.

Inga golvnivåer är bestämda vid upprättande av denna handling. Antagande görs att överkant av fundament placeras i marknivå.

6. Geotekniska förhållanden

Materialtyp och tjälfarlighetsklassning för samtliga områden, se Tabell 1. Risk för stora block finns i jordprofilen.

Tabell 1: Materialtyp och tjälfarlighetsklassning

Jordart	Materialtyp	Tjälfarlighetsklass
Stenig grusig Sand (cogrSa), grusig Sand (grSa), Sandmorän (SaTi), grusig sandig Morän (2	1
Siltig Sand (siSa) grusig sandig siltig morän (grsasiTi)	3A,3B	2
Sandig lerig morän (sacTi), sandig siltig morän (sasiTi)	4A	3

Lera (Cl)	4B	3
Grusig Humusjord (Hu)	6A	3
Gyttja (Gy)	6B	1

6.1 Område för tennishall

Jordlagerföljden i området består av fyllnadsmassor av stenig grusig Sand med visst organiskt material i form av mull eller gyttja. Detta underlagras av ett tunt lager lera. Leran underlagras av morän. Moränen underlagras av berg. För materialtyp och tjälfarlighetsklassning, se Tabell 1. Risk för stora block finns i jordprofilen.

Lagret med fyllnadsmassor av stenig grusig Sand förekommer mellan 0 – 3 m under markytan och är mycket fast.

Lerlagret i området förekommer mellan 2–4 m under markytan. Lerans fasthet är okänd eftersom trycksonderingen inte kunde komma igenom fyllnadsmaterialet. Lerlagrets största noterade tjocklek är ca 0,9 m.

Moränen i området är mycket fast och förekommer i västra delen av det undersökta området. Moränen förekommer mellan 3 – 8 m under markytan.

Berg i området förekommer mellan 2 - 8 m under markytan. Bergsytan lutar mot väst. Bergmodellen i dwg form skickas in med denna rapport.

6.2 Område för tennisbanor

Jordlagerföljden i området består av fyllnadsmassor av grusig Sand med visst organiskt material i form av mull. Denna underlagras av sandig gyttja i områdets västra delar. I områdets östra del finns grusig humusjord i marknivå. Dessa lager underlagras delvis av ett tunt lerlager på upp till en tjocklek av 0,9 m. Där under finns sandig siltig morän eller sandig lerig morän. Moränen innehåller organiskt material som humus. Moränen underlagras av berg. Bergnivån i området ligger ytligt, ca 2 m under marknivån i de södra delarna av området, till 0 m i de norra delarna av området. För materialtyp och tjälfarlighetsklassning, se Tabell 1. Risk för stora block finns i jordprofilen.

6.3 Område för båtuppställningsplats

Jordlagerföljden i området består av ett lager av organisk jord som humus och mull, med en mäktighet på 3 dm. Den organiska jorden är grusig. Delvis underlagras detta av ett tunt lerlager på 3 dm. Detta underlagras av grusig siltig sandig morän som innehåller visst organiskt material ner till berg. Bergnivån i området ligger ytligt, mellan 0 – 2 m under markytan.

7. Grundvattenförhållanden

Uppmätt grundvattenyta i området ligger 0,6 m till 1,5 m under markytan, vilket motsvarar nivåer på +0,3 till +1,8 enligt RH2000. Under torra månader ligger grundvattennivån ca 1,5 m under markytan, medan under vinterhalvåret befinner sig grundvattennivån mellan 0,6 och 0,9 m under markytan. Grundvattennivån kan förväntas variera med årstid och nederbörd, samt mellan nederbördsrika respektive nederbördsfattiga år.

8. Projekteringsanvisningar

8.1 Säkerhetsklass och geoteknisk kategori

Geokonstruktioner dimensioneras för Geoteknisk kategori 2 (GK2) och säkerhetsklass 1 (SK1) enligt IEG Rapport 7:2008.

8.2 Partialkoefficienter

Partialkoefficienter för beräkning av dimensionerande värden har hämtats från tillämpningsdokument EN 1997-1 Kapitel 6. Partialkoefficienter redovisas i Tabell 2.

Tabell 2: Partialkoefficienter

Jordparameter	Partialkoefficienter enligt nationell bilaga, γ_M	Omräkningsfaktorer $\eta_1\eta_2\eta_3\eta_4 = 0,9$ $\eta_5\eta_6 = 1,0$ $\eta_7\eta_8 = 1,0$
Tunghet, ρ	1,0	1,0
Friktionsvinkel, Φ	1,3	$\eta_{1-8} = 0,9$
E-modul, M	1,0	1,0
Odränerad skjuvhållfasthet, C_u	1,5	$\eta_{1-8} = 0,9$

8.3 Valda värden

Valda värden har tagits fram utifrån härledda värden. Valda värden presenteras i Tabell 3 nedan, samt anpassning till härledda värden i Bilaga 1.

Tunghet har hämtats från tabell A1-1 i TRVINFRA-00230. Valda värden har tagits fram genom en grafisk sammanställning och med en ingenjörsmässig värdering. I Tabell 3 redovisas valda värden.

Tabell 3: Valda värden

Jordart	Djup från markytan [m]	Tunghet över/under gvy γ/γ' [kN/m ³]	Friktionsvinkel ϕ [°]	E-modul [MPa]	Odränerad skjuvhållfasthet c_u [kPa]
Fyllnadsmassor (Mull, sand, grus, sten)	0-2,0	17/10 ^A	31+2d ^B Max 35 grader	5+7,5d ^B Max 20 Mpa	-
Sand	0-2,0	17/10 ^A	34 ^D	5 ^D	-
Torrskorpelera	0,5-1,0	17/7 ^A	30 ^C	-	$c_u=30^C$ $C' = 0,1c_u = 3,0$
Lera	2,1-2,7	16/7 ^A	30 ^C	-	$c_u=12$ $C' = 0,1c_u = 1,2$
Siltig sandig morän	0,2-2,0	20/13 ^A	38 ^D	30 ^D	-

^A Tunghet vald utifrån Tabell A1-1 i TRVINFRA-00230.

^B d är djup från lagrets överkant

^C Friktionsvinkel för lera enligt Kapitel A.1.7.2 i TRVINFRA-00230. Odränerad skjuvhållfasthet enligt erfarenhetsmässigt åtagande.

^D Friktionsvinkel och elasticitetsmodul för friktionsmaterial utifrån vikt- och CPT-sonderingar samt Tabell A1-3 resp. A1-4 i TRVINFRA-00230.

8.4 Dimensionerande värden

Dimensionerande värden har framtagits enligt formeln:

$$X_d = \frac{1}{\gamma_M} \cdot \eta \cdot X$$

Där:

X är valt värde

γ_M är egenskapens partialkoefficient som erhålls från den national bilagan och redovisas i Tabell 2.

η är omräkningsfaktor som tar hänsyn till osäkerheter relaterade till jordens egenskaper och aktuell geokonstruktion och redovisas i Tabell 2.

För dimensionerande friktionsvinkel formeln ändras till:

$$X_d = \arctan\left(\frac{1}{\gamma_M} \cdot \eta \cdot \tan(X)\right)$$

Dimensionerande värden redovisas i Tabell 4.

Tabell 4: Dimensionerande värden

Jordart	Djup från markytan [m]	Tunghet över/under gvy γ/γ' [kN/m ³]	Friktionsvinkel ϕ [°]	E-modul [MPa]	Odränerad skjuvhållfasthet c_u [kPa]
Fyllnadsmassor (Mull, sand, grus, sten)	0-2,0	17/10	24	10	-
Sand	0-2,0	17/10	25	5	-
Torrskorpelera	0,3-0,6	17/7	21	-	$C_u=18^{***}$ $C' = 0,1C_u = 1,8$
Lera	0,5-0,8 2,1-2,7	16/7	21	-	$C_u=7,2$ $C' = 0,1C_u = 0,72$
Siltig sandig morän	0,2-2,0	20/13	28	30	-

9. Beräkningar

Beräkningar för bärighet har tagits fram med resultat presenterade i Bilaga 2. Antaganden är presenterade i kapitel 5, gällande dimensionerande last, byggsystem och geometrier på byggnaden. Vid beräkningar är inga inspänningsförhållanden mellan pelare och fundament bestämda. Observera att geometrierna och byggsystemet i rackethallen inte är bestämda i detta skede och fördelningen av horisontallaster kan se annorlunda ut när rackethallens byggsystem är bestämt. Då beräkningarna visar en mycket hög utnyttjandegrad ska nya bärighetsberäkningar göras under projektering för att säkerställa att bärigheten i jordmaterial uppfylls.

Antaganden kring horisontallast har en väsentlig påverkan på bärigheten. Resultaten visar att vid en karaktäristisk vindlast på 1,2 kPa där halva vindlasten fördelas vidare i byggnaden fås en utnyttjandegrad i moränen på fundamenten vid långsidan (storlek 1,6 x 1,6 m) på 99 %. Ingen hänsyn är tagen till andra horisontallaster. Främsta påverkan kommer ifrån en reducerad effektiv bredd och effektiv längd. När byggsystem bestäms och laster är givna behöver storlek på fundament behöva ses över för att bärigheten inte ska överskridas.

Resultat från beräkningar med beskrivna antaganden presenteras i Tabell 5.

Tabell 5: Resultat från bärighetsberäkning

Element	Material	Maximal utnyttjandegrad
Fundament vid primärpelare	Nytt fyllnadsmaterial	21%
	Morän	42%
Fundament vid långsida	Nytt fyllnadsmaterial	49%
	Morän	99%

Jorden består av fyllnadsmaterial av sand med underliggande morän där endast momentana sättningar kan uppkomma i samband med byggnation. Leran finns endast i tunna skikt där bedömningen görs att inga betydande sättningar kommer uppstå. För att säkerhetsställa detta bör beräkningar på sättningar i leran göras när laster är kända. Leran har inte upptäckts i många undersökningspunkter och finns i direkt anslutning till fyllnadsmaterial med organiskt material som ska tas bort i samband med grundläggning och bör därmed inte vara omfattande att schakta ut.

10. Rekommendation för grundläggning

Grundläggningsförhållandena är relativt goda. Det finns möjligheter att kunna grundlägga med fundament på grundläggningsbädd av nytt krossmaterial på befintlig underliggande morän eller på berg. Bärighetsberäkningar ska göras i projekteringsstadiet där storlek på fundament kan behöva ändras för att grundläggningsförhållanden ska vara uppfyllda.

Vid området för tänkt tennishall är västra delen djupare utfylld än den östra delen. Därmed rekommenderas att grundläggning av tennishall görs i den östra delen av det undersökta området av där tennishall tänks byggas. För grundläggning på berg kan man ta nytta av bergmodellen som skickas med denna rapport.

För hantering av fyllnadsmassor rekommenderas konditionering och återanvändning av befintliga fyllnadsmassor om miljöbedömningar tillåter det. Med konditionering av fyllnadsmassor menas det urschaktning, sortering, återfyllning och packning enligt AMA. Konditionering anses vara fördelaktigt för minimering av sättningar i ojämna fyllnadsmassor. Observera att fyllnadsmassorna till stor del innehåller organiskt material som inte ska användas som fyllnadsmassor inom byggnation.

Block i området plockas bort från färdig schaktbotten.

Grundläggning ska utföras frostfritt och väl dränerad. All organisk jord schaktas bort.

Materialskiljande geotextil erfordras vid terrass i naturligt lagrad sedimentjord.

Packning ska utföras enligt AMA.

Vid grundläggningsarbeten ska aktuell grundvattenyta vara temporärt belägen minst 0,5 m under färdig schaktbotten.

11. Markarbeten

Alla schaktarbeten ska bedrivas med hänsyn till aktuell jordart och rådande grundvattenyta. Schakt ska utföras så att färdig schaktbotten ej påverkas negativt. Avslutande schakt ska utföras med otandad skopa.

Vid kraftig nederbörd kan schaktslänter erfordra tillfälligt erosions skydd. Vid schakt under grundvattenytan kan det behövas en lokal, temporär grundvattensänkning för säker schakt och schakt i torrhet. Detta görs exempelvis genom länshållning med pumpar.

Vintertid ska färdig schaktbotten skyddas mot frysning.

Schaktslänter utförs enligt senaste utgåva av "Schakta Säkert".

12. Hållbarhet

Hållbarhet är viktig aspekt för att kunna samhällsplanerna för framtiden. En viktig del av hållbarhet ur ett geotekniskt perspektiv är val av grundläggning, geotekniska förstärkningsåtgärder eller val av placering. För att kunna välja den mest optimala metoden för just ert projekt är tidsaspekten viktig.

Om geoteknik kan kopplas in i ett tidigt skede av projekt så kan geotekniska förstärkningsåtgärder främst mot sättningar men även för stabiliteten utföras, ett exempel på det är överlast. En överlast skulle kunna minska utsläpp av koldioxid samt kostnaden genom att den enbart får tid att verka. Om inte tid finns så finns flera andra typer av geotekniska åtgärder som kan jämföras mot varandra i kostnad och hållbarhet.

En annan viktig aspekt ur ett geotekniskt hållbarhetsperspektiv är placering av konstruktionen i både plan- och höjdded. Detta kan utredas i ett tidigt skede i samråd med en geotekniker efter en översiktlig geoteknisk utredning för att optimera konstruktionens placering.

13. **Kontroll**

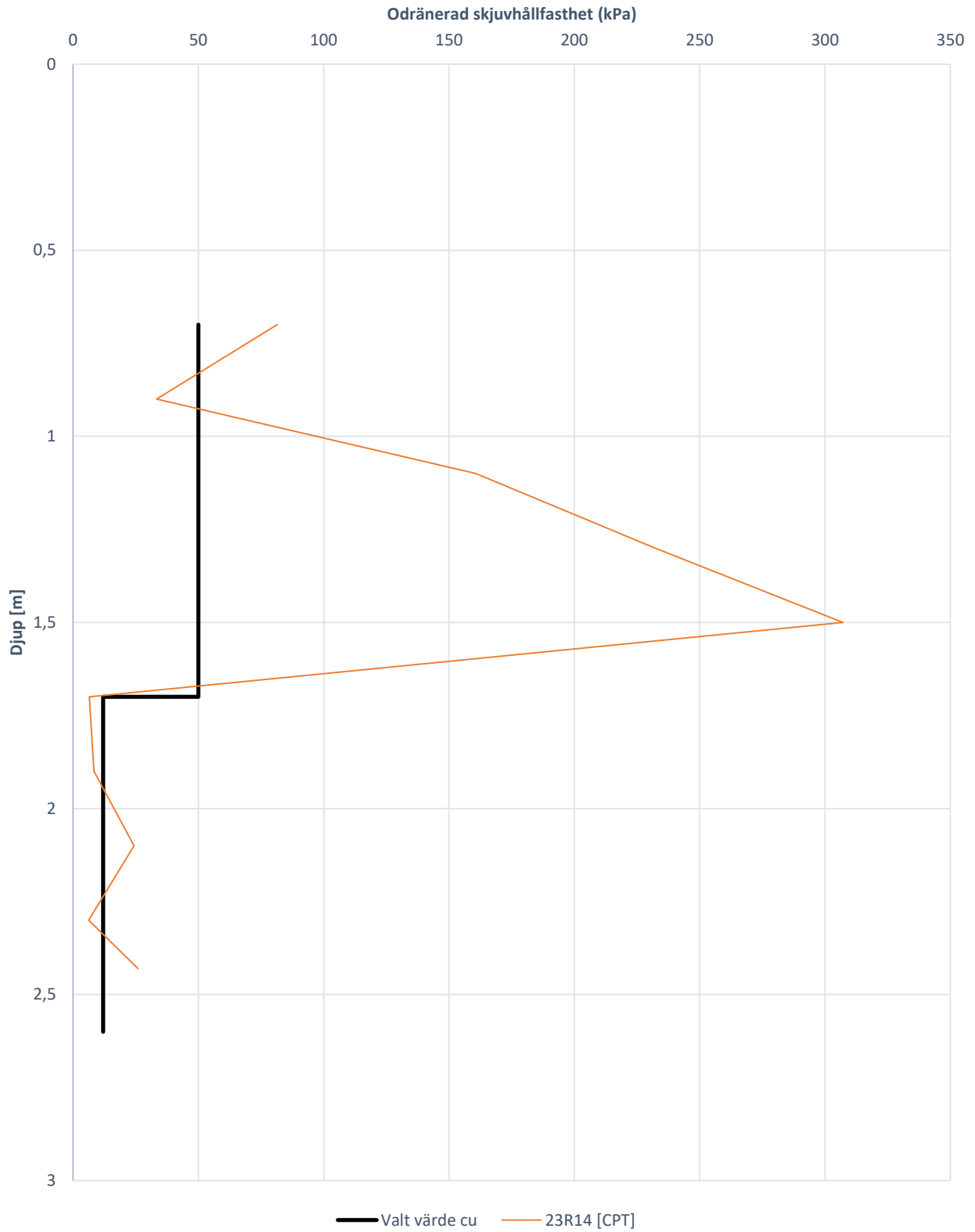
Kontroll av utförande och uppföljning skall ske enligt SS-EN1997-1, kapitel 4 (platta på mark).

I utförandeskedet ska det kontrolleras att angivna förhållanden och övriga antaganden stämmer överens med verkliga förhållanden. Om det konstateras att de verkliga förhållandena inte stämmer överens med beskrivna förhållanden i rapporten ska ansvarig geotekniker kontaktas för bedömning av åtgärd.

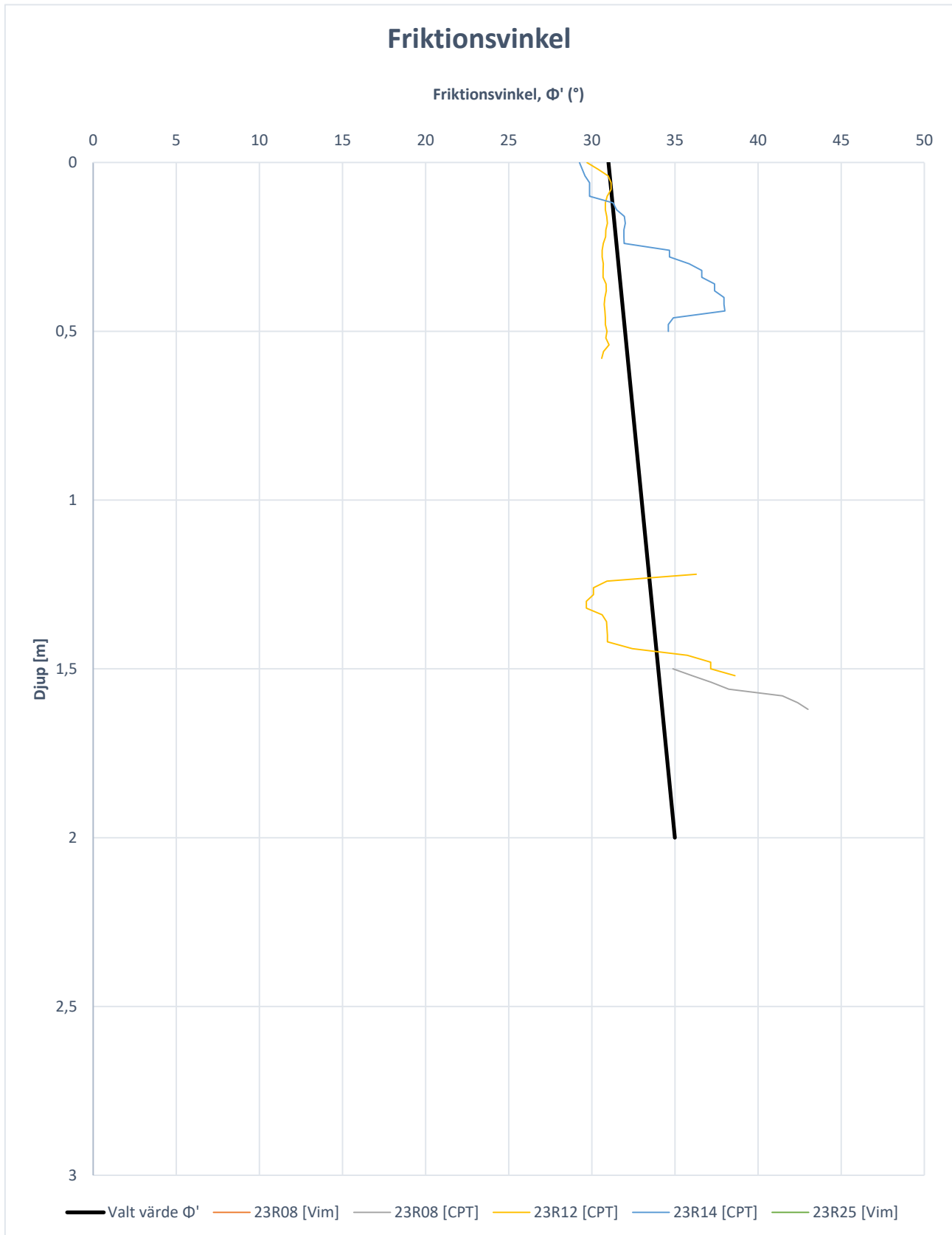
Innan grundläggningsarbetet påbörjas ska en schaktbottenbesiktning utföras av en sakkunnig geotekniker. Kontroll att grundvattennivån är avsänkt skall också göras.



Odränerad skjuvhållfasthet



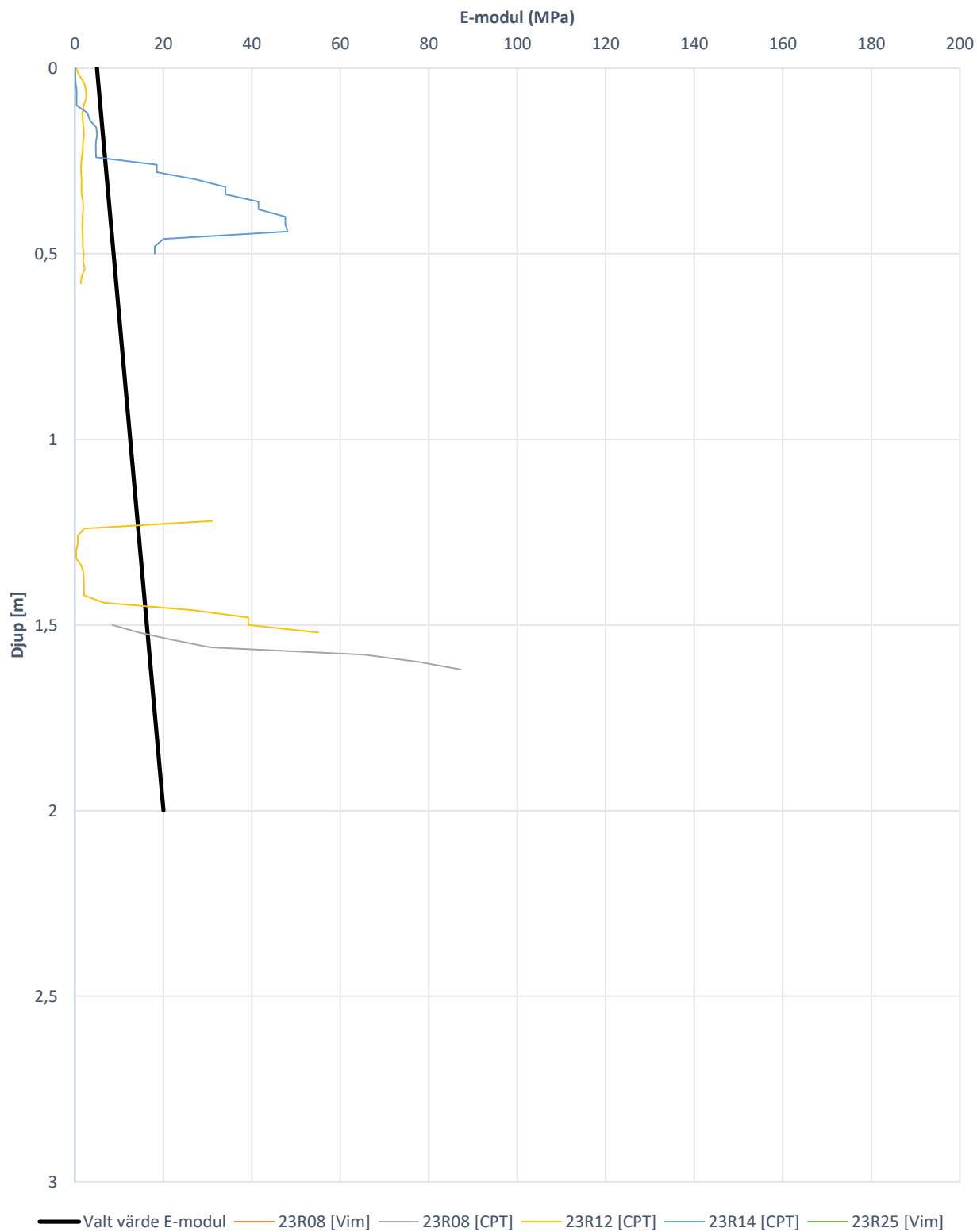
Uppdrag: Ernermar IP Detaljplan - Oversiktlig Geoteknisk Markundersökning
Uppdragsnummer: 1320067709
Delområde: 0



Uppdrag: Ernermar IP Detaljplan - Oversiktlig Geoteknisk Markundersökning
Uppdragsnummer: 1320067709
Delområde: 0



E-modul friktionsjord



Uppdrag: Ernermar IP Detaljplan - Oversiktlig Geoteknisk Markundersökning
Uppdragsnummer: 1320067709
Delområde: 0

Bärighetsberäkning Ernemar

Innehållsförteckning

Inledning	2
Planerad byggnation	2
Fundament till primärpelare	3
Fundament till pelare på långsida	15

Inledning

Ramboll Sweden AB har på uppdrag av Oskarhamns kommun utfört en översiktlig geoteknisk markundersökning för att utreda materialparametrar samt bergdjup inom området. Det aktuella undersökningsområdet är beläget vid Ernemar Idrottsplan som ligger cirka 2,0 km från Oskarhamns centrum. Denna beräkning syftar till att övergripande ge en uppskattning om jordens bärighet i samband med ändring av detaljplan i området.

Dimensionering görs i säkerhetsklass 1 enligt IEG 7:2008

$$\gamma_d := 0.83$$

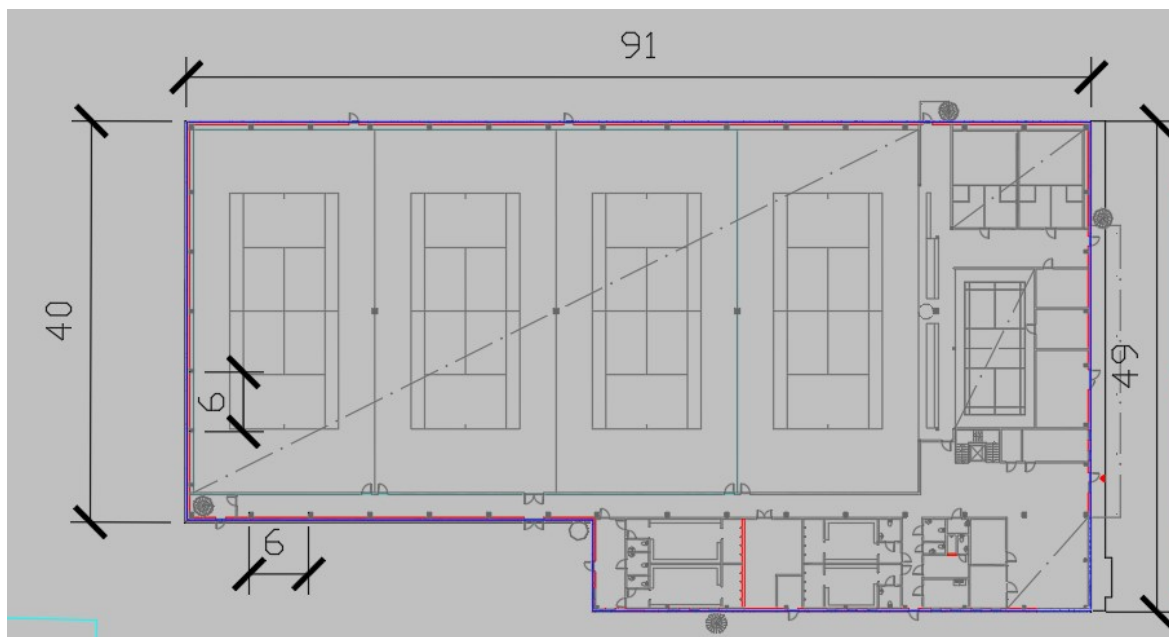
IEG 7:2008

Planerad byggnation

Området som undersöks är området där rackethall ska anläggas. Rackethallen uppskattas ha dimensionerna 91 m x 40 m med en utstickande del för omklädningsrum med bredd 49 m.

Rackethallen byggs upp med primärpelare med fundament på 3,5 x 3,5 m, samt pelare längsgående byggnaden med fundament på 1,6 x 1,6 m. Tänka geometier enligt figur 1.

Figur 1: Tänka geometier på rackethall



Fundament till primärpelare

Under varje primärpelare antas fundament med följande dimensioner. Observera att detta kan ändras i totalentreprenad.

$$b := 3.5 \text{ m} \quad \text{bredd på primärfundament}$$

$$l := 3.5 \text{ m} \quad \text{längd på primärfundament}$$

Grundläggning antas göras med fundament under varje pelare. Fundament antas vara 600 mm tjock betong.

$$t_{bet} := 0.6 \text{ m}$$

$$\gamma_{bet} := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{Armerad betong. SS-EN 1991-1-1.}$$

$$q_{k_bet} := t_{bet} \cdot \gamma_{bet} = 15 \text{ kPa}$$

Varje fundament belastas med från last från pelare:

$$P_d := 2000 \text{ kN} \quad \text{Uppgift från arkitekt}$$

Lasten är dimensionerande last enligt 6.10b med snö som huvudlast. Då bärigheten påverkas av förhållandet mellan horisontella laster och vertikala laster samt momentet som de horisontella lasterna gör upphov till så görs en uppskattning på vindlast som påverkar pelare. I denna beräkning antas en fast inspänning mellan pelare och fundament, samt att vindlasten påverka pelaren med en influensbredd. Hur byggsystemet är uppbyggt är inte bestämt i samband med dessa beräkningar, men horisontallast behöver föras ner till fundament. Horisontallast antas verka från två håll i fundament för att ge ogynnsamma förhållanden, dvs kontroll av hörnpelare. *Observera att detta kan ändras i samband med att totalentreprenad bestämmer rackethallens byggsystem.*

Rackethallen uppskattas från ritning ha ett c/c avstånd mellan pelarna på maximalt 6 m, se figur 1.

$$b_{bygg} := 41 \text{ m} \quad \text{Antagen bredd på byggnad}$$

$$h_{bygg} := 10 \text{ m} \quad \text{Antagen höjd på byggnad}$$

$$IB_{pelare} := 6 \text{ m} \quad \text{Influensbredd för en pelare, c/c-avstånd mellan pelare}$$

Vindlaster bedöms enligt SS-EN 1991-1-4

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe.10}$$

Terrängtyp 0

SS-EN 1991-1-4. Vindutsatt område

$$v_b := 24 \frac{m}{s}$$

Grundvärde för Oskarshamn

$$q_{k_vind} := 1.0 \frac{kN}{m^2}$$

Interpolering från avläsning i tabell från EKS10.

$$\frac{h_{byggn}}{b_{byggn}} = 0.244$$

SS EN 1991-1-4 7.2.2 för framtagning av cpe.10 på vägg

$$c_{pe.10} := 1.2$$

Zon A

$$z_e := h_{byggn}$$

SS EN 1991-1-4 7.2.2

$$w_e := q_{k_vind} \cdot c_{pe.10} = 1.2 \text{ kPa}$$

$$\psi_{0_vind} := 0.3$$

SS-EN 1990

$$e_{vind} := \frac{h_{byggn}}{2} + t_{bet} = 5.6 \text{ m}$$

Hävarm för vind antas verka mitt på vägg

$$q_{vind} := \frac{w_e \cdot IB_{pelare} \cdot h_{byggn}}{2} = 36 \text{ kN}$$

Vindlast antas spridas till parallellt fundament via byggnadens byggsystem, t.ex. med hjälp av vindkryss

$$q_{d_vind} := \gamma_d \cdot 1.5 \cdot \psi_{0_vind} \cdot q_{vind} = 13.4 \text{ kN}$$



Geotekniska förhållanden

Topografin i området bedöms som flackt i bärighetsberäkning.

Fullständigt beskrivning och utvärdering av de geotekniska förhållanden finns i tillhörande geotekniskt MUR och PM. Jordlagerföljden i området består av fyllnadsmassor (stenig grusig Sand) med visst organiskt material i form av mull eller gyttja. Detta underlagras av ett tunt lager lera. Leran underlagras av sandmorän. Sandmoränen underlagras av berg. Fyllning med organiskt material samt leran rekommenderas grävas ur i geotekniskt PM och tas inte med i dessa beräkningar. Fyllningsmaterial samt lera antas ersättas med sprängsten eller motsvarande.

Grundläggningsförhållanden

Grundläggning antas göras med fundament under varje pelare. Fundament antas läggas så överkant är i marknivå. Kontroller görs för nya fyllnadsmassor samt för underliggande morän. Vid beräkning av bärighet för morän antas moränen ligga ytligt då detta ger ett ogynnsamt förhållande för moränen då lastkoncentrationen är högre.

Fyllningsmaterial antas läggas runt fundament samt 0,4 m under fundamentet. Se figur 2.

$$d_{fyll} := t_{bet} = 0.6 \text{ m}$$

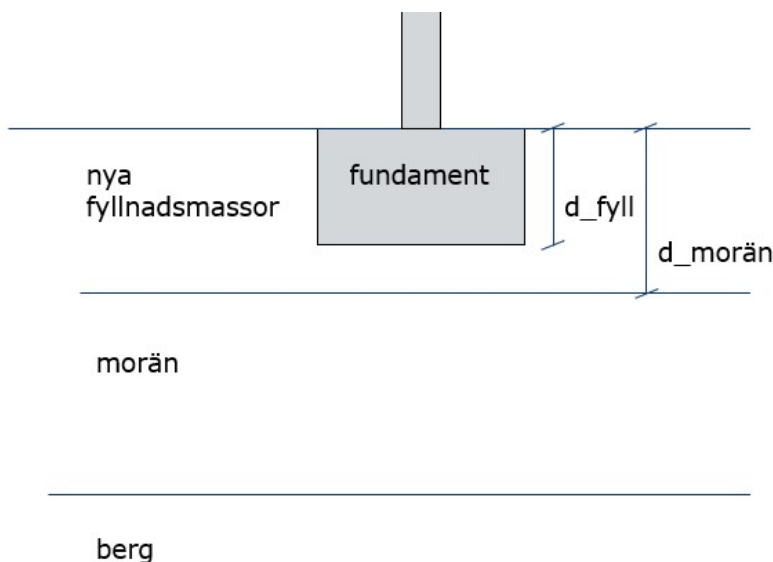
Grundläggningsdjup där fundament belastar fyllningsmaterial

$$grundläggningsbädd := 0.4 \text{ m}$$

$$d_{morän} := d_{fyll} + grundläggningsbädd = 1 \text{ m}$$

Nivå överkant morän (inklusive ovanliggande fyllningsmaterial)

Figur 2: Nivåer och grundläggningsförhållanden



Tunghet

Tungheter för nya fyllnadsmaterial och befintlig morän enligt geotekniskt PM och TRVINFRA-00230

$$\gamma_{fyll} := 18 \frac{kN}{m^3}$$

$$\gamma'_{fyll} := 11 \frac{kN}{m^3}$$

Uppgifter från TRVINFRA-00230

$$\gamma_{morän} := 20 \frac{kN}{m^3}$$

$$\gamma'_{morän} := 13 \frac{kN}{m^3}$$

Uppgifter från geotekniskt PM

Dimensionerande värden

Karaktäristiska värden på befintlig morän hämtas från geotekniskt PM.

Karaktäristiska värden på nytt fyllnadsmaterial antas enligt TRVINFRA-00230.

Omräkningsfaktor hämtas från geotekniskt PM och appliceras på morän.

$$\eta := 0.9$$

$$\phi'_{k_fyll} := 45 \text{ deg}$$

$$\phi'_{d_fyll} := \text{atan} \left(\tan \left(\frac{\phi'_{k_fyll}}{1.3} \right) \right) = 34.6 \text{ deg}$$

$$\phi'_{k_morän} := 38 \text{ deg}$$

$$\phi'_{d_morän} := \text{atan} \left(\tan \left(\frac{\phi'_{k_morän}}{1.3} \cdot \eta \right) \right) = 26.3 \text{ deg}$$

Grundvattenförhållanden

Grundvattenytan befinner sig 0.6 till 1.5 m under markytan enligt geotekniskt PM

$$GVY := \begin{bmatrix} 0.6 \\ 1.5 \end{bmatrix} m$$

Lastkombinering

Lastkombinering ska göras enligt DA3 enligt IEG 7:2008.

Fundamentet har en dimensionerande last från primärpelare utifrån 6.10b på:

$$P_d = 2 \text{ MN}$$

Lasten antas verka centriskt på fundamentet med både nyttig last, snölast och vindlast inräknat. Lasten antas spridas till hela fundamentet vid kontakt mellan fundament och jord.

Laster på fyllnadsmaterial:

Lastkombinering av strukturella laster enligt DA3 blir enligt SS-EN 1990 tabell A1.2(A) med permanent last som huvudlast:

$$E_{d_A} := \gamma_d \cdot 1.35 \cdot q_{k_bet} + \frac{P_d \cdot 1.35}{1.2 \cdot b \cdot l} = 200.5 \text{ kPa}$$

$$E_{d_fyll} := E_{d_A} = 200.5 \text{ kPa}$$

$$V_{fyll} := P_d \cdot \frac{1.35}{1.2} + \gamma_d \cdot 1.35 \cdot q_{k_bet} \cdot b \cdot l = 2.456 \text{ MN}$$

$$H := q_{d_vind} = 13.4 \text{ kN}$$

Laster på morän:

Lastkombinering av geotekniska laster och strukturella laster för underliggande morän enligt DA3 blir enligt SS-EN 1990 tabell A1.2(A&C) med permanent last som huvudlast:

$$E_{d_A_C} := \gamma_d \cdot 1.1 \cdot \gamma_{fyll} \cdot (d_{morän} - d_{fyll}) + \frac{\gamma_d \cdot 1.35 \cdot q_{k_bet} \cdot b \cdot l + P_d \cdot \frac{1.35}{1.2}}{(b + d_{morän}) \cdot (l + d_{morän})} = 128 \text{ kPa}$$

$$E_{d_morän} := E_{d_A_C}$$

$$V_{morän} := E_{d_A_C} \cdot b \cdot l = 1.57 \text{ MN}$$

$$H = 13.4 \text{ kN}$$

Bärighetsberäkning på fyllnadsmaterial

Dränerade förhållande då endast friktionsjord med organiskt material

$$\phi'_d := \phi'_{d_fyll} = 34.615 \text{ deg}$$

Beräkning av bärförmåga kan enligt TRVINFRA-00230 göras med allmänna bärighetsekvationen. Underliggande material ska enligt geotekniskt PM beräknas som en friktionsjord. Beräkningar är gjorda enligt IEG 7:2008.

$$q_{bd} = c_d \cdot N_{cd} \cdot \xi_c + q \cdot N_{qd} \cdot \xi_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot b_{ef} \cdot N_{\gamma d} \cdot \xi_\gamma$$

Allmänna
bärighetsekvationen.

$$q_{bd} = q \cdot N_{qd} \cdot \xi_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot b_{ef} \cdot N_{\gamma d} \cdot \xi_\gamma$$

Dränerad analys för $c'=0$

$$d := d_{fyll} = 0.6 \text{ m}$$

Laster på fyllnadsmaterial

$$V := V_{fyll} = 2.456 \text{ MN}$$

$$e_b := \frac{H \cdot e_{vind}}{V_{fyll}} = 0.031 \text{ m}$$

$$b_{ef} := b - 2 \cdot e_b = 3.439 \text{ m}$$

$$l_{ef} := b_{ef}$$

Vinden antas påverka pelaren med samma storlek från två håll

$$A_{ef} := \overrightarrow{l_{ef}} \cdot \overrightarrow{b_{ef}} = 11.8 \text{ m}^2$$

Bärighetsfaktorer

$$N_{qd} := \frac{1 + \sin(\phi'_d)}{1 - \sin(\phi'_d)} \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi'_d)} = 31.747$$

$$F := 0.08705 + 0.3231 \cdot \sin(2 \cdot \phi'_d) - 0.04836 \cdot \sin(2 \cdot \phi'_d)^2 = 0.347$$

$$N_{\gamma d} := F \cdot \left(\frac{1 + \sin(\phi'_d)}{1 - \sin(\phi'_d)} \cdot e^{\left(\frac{3 \cdot \pi}{2} \cdot \tan(\phi'_d)\right)} - 1 \right) = 32.219$$

Inverkan av grundläggningsdjup

$$d_q := 1 + 0.35 \cdot \frac{d}{b_{ef}} = 1.061$$

$$d_\gamma := 1$$

Inverkan av fundamentform

$$s_q := 1 + \tan(\phi'_d) \cdot \frac{b_{ef}}{l_{ef}} = 1.69$$

$$s_\gamma := 1 - 0.4 \cdot \frac{b_{ef}}{l_{ef}} = 0.6$$

Inverkan av lutande last

$$m_b := \frac{2 \cdot l_{ef} + b_{ef}}{l_{ef} + b_{ef}} = 1.5$$

$$i_q := \left(1 - \frac{H}{V}\right)^{m_b} = 0.992$$

$$i_\gamma := \left(1 - \frac{H}{V}\right)^{m_b + 1} = 0.986$$

Inverkan av lutande intilliggande markyta

$$\beta := 0$$

$$g_q := 1 - \sin(\beta \cdot 2) = 1$$

$$g_\gamma := 1 - \sin(\beta \cdot 2) = 1$$

Ingen slänt finns i direkt anslutning till fundamentets bottenplatta.

Inverkan av lutande basyta

$$\alpha := 0$$

Ingen lutande basyta finns.

$$b_q := (1 - \alpha \cdot \tan(\phi'_d))^2 = 1$$

$$b_\gamma := (1 - \alpha \cdot \tan(\phi'_d))^2 = 1$$

Bärighet

$$\xi_q := \overrightarrow{d_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q} = 1.779$$

$$\xi_\gamma := \overrightarrow{d_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma} = 0.592$$

$$q := \gamma_{fyll} \cdot d = 10.8 \text{ kPa}$$

Material ovan stöd antas vara fyllningsmaterial. GVY under grundläggning

Grundläggning antas vara direkt i anslutning till mark, endast med fundament nedlagd i marken, men där grundvattenytan är på ett avstånd som är närmre grundläggningsdjupet än bredden på grundläggning

$$d_2 := GVY - d_{fyll} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0.9 \end{bmatrix} \text{ m}$$

Avstånd mellan grundläggningsdjup och grundvattenytan

$$\gamma := \frac{\gamma_{fyll} \cdot d_2}{b_{ef}} + \frac{\gamma'_{fyll} \cdot (b_{ef} - d_2)}{b_{ef}} = \begin{bmatrix} 11 \\ 12.832 \end{bmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Fyllnadsmaterial

$$q_{bd} := \overrightarrow{q \cdot N_{qd} \cdot \xi_q} + \overrightarrow{0.5 \cdot \gamma \cdot b_{ef} \cdot N_{\gamma d} \cdot \xi_\gamma} = \begin{bmatrix} 970.509 \\ 1.031 \cdot 10^3 \end{bmatrix} \text{ kPa}$$

$$R_d := \overrightarrow{A_{ef} \cdot q_{bd}} = \begin{bmatrix} 11.476 \\ 12.186 \end{bmatrix} \text{ MN}$$

$$\eta_{fyll} := \frac{E_{d_fyll} \cdot b \cdot l}{R_d} = \begin{bmatrix} 21\% \\ 20\% \end{bmatrix}$$

Utnyttjandegrad

Bärighetsberäkning på morän

Dränerade förhållande då endast friktionsjord med organiskt material

$$\phi'_d := \phi'_{d_morän} = 26.308 \text{ deg}$$

Beräkning av bärförmåga kan enligt TRVINFRA-00230 göras med allmänna bärighetsekvationen. Underliggande material ska enligt DOC-PM-GEO-001 beräknas som en friktionsjord. Beräkningar är gjorda enligt IEG 7:2008.

$$q_{bd} = c_d \cdot N_{cd} \cdot \xi_c + q \cdot N_{qd} \cdot \xi_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot b_{ef} \cdot N_{\gamma d} \cdot \xi_\gamma$$

Allmänna
bärighetsekvationen.

$$q_{bd} = q \cdot N_{qd} \cdot \xi_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot b_{ef} \cdot N_{\gamma d} \cdot \xi_\gamma$$

Dränerad analys för $c'=0$

$$d := d_{morän} = 1 \text{ m}$$

Laster på fyllnadsmaterial

$$V := V_{morän} = 1.566 \text{ MN}$$

$$e_b := \frac{H \cdot e_{vind}}{V} = 0.048 \text{ m}$$

$$b_{ef} := b - 2 \cdot e_b = 3.404 \text{ m}$$

$$l_{ef} := b_{ef}$$

$$A_{ef} := l_{ef} \cdot b_{ef} = 11.6 \text{ m}^2$$

Bärighetsfaktorer

$$N_{qd} := \frac{1 + \sin(\phi'_d)}{1 - \sin(\phi'_d)} \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi'_d)} = 12.251$$

$$F := 0.08705 + 0.3231 \cdot \sin(2 \cdot \phi'_d) - 0.04836 \cdot \sin(2 \cdot \phi'_d)^2 = 0.313$$

$$N_{\gamma d} := F \cdot \left(\frac{1 + \sin(\phi'_d)}{1 - \sin(\phi'_d)} \cdot e^{\left(\frac{3 \cdot \pi}{2} \cdot \tan(\phi'_d) \right)} - 1 \right) = 8.03$$

Inverkan av grundläggningsdjup

$$\overline{d}_q := 1 + 0.35 \cdot \frac{d}{b_{ef}} = 1.103$$

$$\overline{d}_\gamma := 1$$

Inverkan av fundamentform

$$\overline{s}_q := 1 + \tan(\phi'_d) \cdot \frac{b_{ef}}{l_{ef}} = 1.494$$

$$\overline{s}_\gamma := 1 - 0.4 \cdot \frac{b_{ef}}{l_{ef}} = 0.6$$

Inverkan av lutande last

$$\overline{m}_b := \frac{2 \cdot l_{ef} + b_{ef}}{l_{ef} + b_{ef}} = 1.5$$

$$\overline{i}_q := \left(1 - \frac{H}{V}\right)^{\overline{m}_b} = 0.987$$

$$\overline{i}_\gamma := \left(1 - \frac{H}{V}\right)^{\overline{m}_b + 1} = 0.979$$

Inverkan av lutande intilliggande markyta

$$\beta := 0$$

$$\overline{g}_q := 1 - \sin(\beta \cdot 2) = 1$$

$$\overline{g}_\gamma := 1 - \sin(\beta \cdot 2) = 1$$

Ingen slänt finns i direkt anslutning till fundamentets bottenplatta.

Inverkan av lutande basyta

$$\alpha := 0$$

Ingen lutande basyta finns.

$$b_q := (1 - \alpha \cdot \tan(\phi'_d))^2 = 1$$

$$b_\gamma := (1 - \alpha \cdot \tan(\phi'_d))^2 = 1$$

Bärighet

$$\xi_q := \overrightarrow{d_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q} = 1.627$$

Avstånd mellan
 grundläggningsdjup och
 grundvattenytan

$$\xi_\gamma := \overrightarrow{d_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma} = 0.587$$

$$q := \gamma'_{fyll} \cdot d = 11 \text{ kPa}$$

Grundläggning antas vara direkt i anslutning till mark, med överkant av fundament i marknivå. Grundvattenytan varierar, och befinner sig både över och under moränen.

$$d_2 := GVV - d = \begin{bmatrix} -0.4 \\ 0.5 \end{bmatrix} \text{ m}$$

$$\gamma := \text{for } i \in 0 \dots \text{last}(d_2) \left| \begin{array}{l} \text{Result}_i \leftarrow \text{if } d_{2_i} < 0 \\ \quad \left\| \gamma'_{morän} \right. \\ \quad \text{else if } d_{2_i} > b_{ef} \\ \quad \quad \left\| \gamma_{morän} \right. \\ \quad \quad \text{else} \\ \quad \quad \left\| \frac{\gamma_{morän} \cdot d_{2_i}}{b_{ef}} + \frac{\gamma'_{morän} \cdot (b_{ef} - d_{2_i})}{b_{ef}} \right. \\ \text{Result} \end{array} \right| = \begin{bmatrix} 13 \\ 14.028 \end{bmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\vec{q}_{bd} := \vec{q} \cdot N_{qd} \cdot \xi_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot b_{ef} \cdot N_{\gamma d} \cdot \xi_\gamma = \begin{bmatrix} 323.6 \\ 331.8 \end{bmatrix} \text{ kPa}$$

$$\vec{R}_d := A_{ef} \cdot \vec{q}_{bd} = \begin{bmatrix} 3.75 \\ 3.84 \end{bmatrix} \text{ MN}$$

Utnyttjandegrad:

$$\eta_{morän} := \frac{E_{d_{morän}} \cdot b \cdot l}{R_d} = \begin{bmatrix} 42\% \\ 41\% \end{bmatrix}$$

Fundament till pelare på långsida

Under varje primärpelare antas fundament med följande dimensioner. Observera att detta kan ändras i totalentreprenad.

$$b := 1.6 \text{ m} \quad \text{bredd på pelare längs långsida}$$

$$l := 1.6 \text{ m} \quad \text{längd på pelare längs långsida}$$

Grundläggning antas göras med fundament under varje pelare. Fundament antas vara 500 mm tjock betong.

$$t_{bet} := 0.5 \text{ m}$$

$$\gamma_{bet} := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{Armerad betong. SS-EN 1991-1-1.}$$

$$q_{k_bet} := t_{bet} \cdot \gamma_{bet} = 12.5 \text{ kPa}$$

Varje fundament belastas med från last från pelare:

$$P_d := 500 \text{ kN} \quad \text{Uppgift från arkitekt}$$

Lasten är dimensionerande last enligt 6.10b med snö som huvudlast. Då bärigheten påverkas av förhållandet mellan horisontella laster och vertikala laster samt momentet som de horisontella lasterna gör upphov till så görs en uppskattning på vindlast som påverkar pelare. I denna beräkning antas en fast inspänning mellan pelare och fundament, samt att vindlasten påverka pelaren med en influensbredd. Hur byggsystemet är uppbyggt är inte bestämt i samband med dessa beräkningar, men horisontallast behöver föras ner till fundament. Horisontallast antas verka från två håll i fundament för att ge ogynnsamma förhållanden, dvs kontroll av hörnpelare. *Observera att detta kan ändras i samband med att totalentreprenad bestämmer rackethallens byggsystem.*

Rackethallen uppskattas från ritning ha ett c/c avstånd mellan pelarna på maximalt 6 m, se figur 1.

$$b_{bygg} := 41 \text{ m} \quad \text{Antagen bredd på byggnad}$$

$$h_{bygg} := 10 \text{ m} \quad \text{Antagen höjd på byggnad}$$

$$IB_{pelare} := 6 \text{ m} \quad \text{Influensbredd för en pelare, c/c-avstånd mellan pelare}$$

Vindlaster bedöms enligt SS-EN 1991-1-4

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe.10}$$

Terrängtyp 0

SS-EN 1991-1-4. Vindutsatt område

$$v_b := 24 \frac{m}{s}$$

Grundvärde för Oskarshamn

$$q_{k_vind} := 1.0 \frac{kN}{m^2}$$

Interpolering från avläsning i tabell från EKS10.

$$\frac{h_{bygggn}}{b_{bygggn}} = 0.244$$

SS EN 1991-1-4 7.2.2 för framtagning av $c_{pe.10}$ på vägg

$$c_{pe.10} := 1.2$$

Zon A

$$z_e := h_{bygggn}$$

SS EN 1991-1-4 7.2.2

$$w_e := q_{k_vind} \cdot c_{pe.10} = 1.2 \text{ kPa}$$

$$\psi_{0_vind} := 0.3$$

SS-EN 1990

$$e_{vind} := \frac{h_{bygggn}}{2} + t_{bet} = 5.5 \text{ m}$$

Hävarm för vind antas verka mitt på vägg

$$q_{vind} := \frac{w_e \cdot IB_{pelare} \cdot h_{bygggn}}{2} = 36 \text{ kN}$$

Vindlast antas spridas till parallellt fundament via byggnadens byggsystem, t.ex. med hjälp av vindkruss

$$q_{d_vind} := \gamma_d \cdot 1.5 \cdot \psi_{0_vind} \cdot q_{vind} = 13.4 \text{ kN}$$



Geotekniska förhållanden

Topografin i området bedöms som flackt i bärighetsberäkning.

Fullständigt beskrivning och utvärdering av de geotekniska förhållanden finns i tillhörande geotekniskt MUR och PM. Jordlagerföljden i området består av fyllnadsmassor (stenig grusig Sand) med visst organiskt material i form av mull eller gyttja. Detta underlagras av ett tunt lager lera. Leran underlagras av sandmorän. Sandmoränen underlagras av berg. Fyllning med organiskt material samt leran rekommenderas grävas ur i geotekniskt PM och tas inte med i dessa beräkningar. Fyllningsmaterial samt lera antas ersättas med sprängsten eller motsvarande.

Grundläggningsförhållanden

Grundläggning antas göras med fundament under varje pelare. Fundament antas läggas så överkant är i marknivå. Kontroller görs för nya fyllnadsmassor samt för underliggande morän. Vid beräkning av bärighet för morän antas moränen ligga ytligt då detta ger ett ogynnsamt förhållande för moränen då lastkoncentrationen är högre.

Fyllningsmaterial antas läggas runt fundament samt 0,4 m under fundamentet. Se figur 2.

$$d_{fyll} := t_{bet} = 0.5 \text{ m}$$

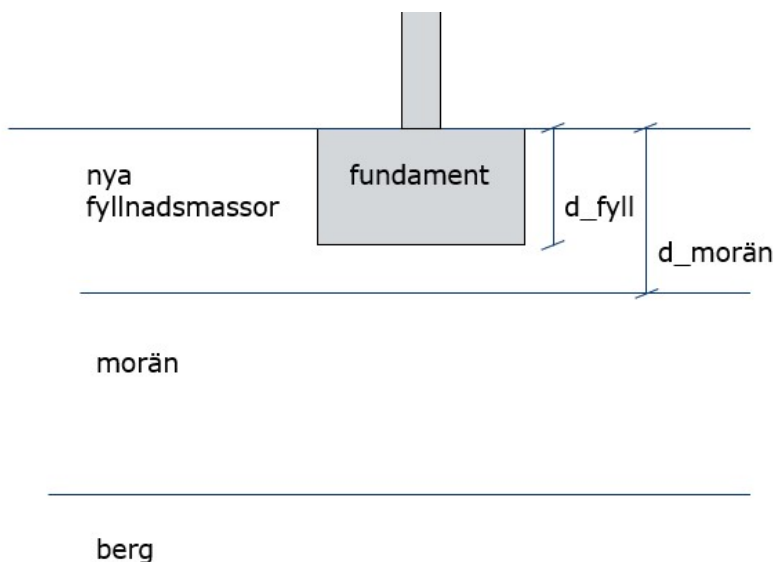
Grundläggningsdjup där fundament belastar fyllningsmaterial

$$grundläggningsbädd := 0.4 \text{ m}$$

$$d_{morän} := d_{fyll} + grundläggningsbädd = 0.9 \text{ m}$$

Nivå överkant morän (inklusive ovanliggande fyllningsmaterial)

Figur 2: Nivåer och grundläggningsförhållanden



Tunghet

Tungheter för nya fyllnadsmaterial och befintlig morän enligt geotekniskt PM och TRVINFRA-00230

$$\gamma_{fyll} := 18 \frac{kN}{m^3}$$

$$\gamma'_{fyll} := 11 \frac{kN}{m^3}$$

Uppgifter från TRVINFRA-00230

$$\gamma_{morän} := 20 \frac{kN}{m^3}$$

$$\gamma'_{morän} := 13 \frac{kN}{m^3}$$

Uppgifter från geotekniskt PM

Dimensionerande värden

Karaktäristiska värden på befintlig morän hämtas från geotekniskt PM.

Karaktäristiska värden på nytt fyllnadsmaterial antas enligt TRVINFRA-00230.

Omräkningsfaktor hämtas från geotekniskt PM och appliceras på morän.

$$\eta := 0.9$$

$$\phi'_{k_fyll} := 45 \text{ deg}$$

$$\phi'_{d_fyll} := \text{atan} \left(\tan \left(\frac{\phi'_{k_fyll}}{1.3} \right) \right) = 34.6 \text{ deg}$$

$$\phi'_{k_morän} := 38 \text{ deg}$$

$$\phi'_{d_morän} := \text{atan} \left(\tan \left(\frac{\phi'_{k_morän}}{1.3} \cdot \eta \right) \right) = 26.3 \text{ deg}$$

Grundvattenförhållanden

Grundvattenytan befinner sig 0.6 till 1.5 m under markytan enligt geotekniskt PM

$$GVY := \begin{bmatrix} 0.6 \\ 1.5 \end{bmatrix} m$$

Lastkombinering

Lastkombinering ska göras enligt DA3 enligt IEG 7:2008.

Fundamentet har en dimensionerande last från primärpelare utifrån 6.10b på:

$$P_d = 0.5 \text{ MN}$$

Lasten antas verka centriskt på fundamentet med både nyttig last, snölast och vindlast inräknat. Lasten antas spridas till hela fundamentet vid kontakt mellan fundament och jord.

Laster på fyllnadsmaterial:

Lastkombinering av strukturella laster enligt DA3 blir enligt SS-EN 1990 tabell A1.2(A) med permanent last som huvudlast:

$$E_{d_A} := \gamma_d \cdot 1.35 \cdot q_{k_bet} + \frac{P_d \cdot 1.35}{1.2 \cdot b \cdot l} = 233.7 \text{ kPa}$$

$$E_{d_fyll} := E_{d_A} = 233.7 \text{ kPa}$$

$$V_{fyll} := P_d \cdot \frac{1.35}{1.2} + \gamma_d \cdot 1.35 \cdot q_{k_bet} \cdot b \cdot l = 0.598 \text{ MN}$$

$$H := q_{d_vind} = 13.4 \text{ kN}$$

Laster på morän:

Lastkombinering av geotekniska laster och strukturella laster för underliggande morän enligt DA3 blir enligt SS-EN 1990 tabell A1.2(A&C) med permanent last som huvudlast:

$$E_{d_A_C} := \gamma_d \cdot 1.1 \cdot \gamma_{fyll} \cdot (d_{morän} - d_{fyll}) + \frac{\gamma_d \cdot 1.35 \cdot q_{k_bet} \cdot b \cdot l + P_d \cdot \frac{1.35}{1.2}}{(b + d_{morän}) \cdot (l + d_{morän})} = 102 \text{ kPa}$$

$$E_{d_morän} := E_{d_A_C}$$

$$V_{morän} := E_{d_A_C} \cdot b \cdot l = 0.26 \text{ MN}$$

$$H = 13.4 \text{ kN}$$

Bärighetsberäkning på fyllnadsmaterial

Dränerade förhållande då endast friktionsjord med organiskt material

$$\phi'_d := \phi'_{d_fyll} = 34.615 \text{ deg}$$

Beräkning av bärförmåga kan enligt TRVINFRA-00230 göras med allmänna bärighetsekvationen. Underliggande material ska enligt geotekniskt PM beräknas som en friktionsjord. Beräkningar är gjorda enligt IEG 7:2008.

$$q_{bd} = c_d \cdot N_{cd} \cdot \xi_c + q \cdot N_{qd} \cdot \xi_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot b_{ef} \cdot N_{\gamma d} \cdot \xi_\gamma$$

Allmänna
bärighetsekvationen.

$$q_{bd} = q \cdot N_{qd} \cdot \xi_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot b_{ef} \cdot N_{\gamma d} \cdot \xi_\gamma$$

Dränerad analys för $c'=0$

$$d := d_{fyll} = 0.5 \text{ m}$$

Laster på fyllnadsmaterial

$$V := V_{fyll} = 0.598 \text{ MN}$$

$$e_b := \frac{H \cdot e_{vind}}{V_{fyll}} = 0.124 \text{ m}$$

$$b_{ef} := b - 2 \cdot e_b = 1.353 \text{ m}$$

$$l_{ef} := b_{ef}$$

Vinden antas påverka pelaren med samma storlek från två håll

$$A_{ef} := \overrightarrow{l_{ef}} \cdot \overrightarrow{b_{ef}} = 1.8 \text{ m}^2$$

Bärighetsfaktorer

$$N_{qd} := \frac{1 + \sin(\phi'_d)}{1 - \sin(\phi'_d)} \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi'_d)} = 31.747$$

$$F := 0.08705 + 0.3231 \cdot \sin(2 \cdot \phi'_d) - 0.04836 \cdot \sin(2 \cdot \phi'_d)^2 = 0.347$$

$$N_{\gamma d} := F \cdot \left(\frac{1 + \sin(\phi'_d)}{1 - \sin(\phi'_d)} \cdot e^{\left(\frac{3 \cdot \pi}{2} \cdot \tan(\phi'_d)\right)} - 1 \right) = 32.219$$

Inverkan av grundläggningsdjup

$$d_q := 1 + 0.35 \cdot \frac{d}{b_{ef}} = 1.129$$

$$d_\gamma := 1$$

Inverkan av fundamentform

$$s_q := 1 + \tan(\phi'_d) \cdot \frac{b_{ef}}{l_{ef}} = 1.69$$

$$s_\gamma := 1 - 0.4 \cdot \frac{b_{ef}}{l_{ef}} = 0.6$$

Inverkan av lutande last

$$m_b := \frac{2 \cdot l_{ef} + b_{ef}}{l_{ef} + b_{ef}} = 1.5$$

$$i_q := \left(1 - \frac{H}{V}\right)^{m_b} = 0.966$$

$$i_\gamma := \left(1 - \frac{H}{V}\right)^{m_b + 1} = 0.945$$

Inverkan av lutande intilliggande markyta

$$\beta := 0$$

$$g_q := 1 - \sin(\beta \cdot 2) = 1$$

$$g_\gamma := 1 - \sin(\beta \cdot 2) = 1$$

Ingen slänt finns i direkt anslutning till fundamentets bottenplatta.

Inverkan av lutande basyta

$$\alpha := 0$$

Ingen lutande basyta finns.

$$b_q := (1 - \alpha \cdot \tan(\phi'_d))^2 = 1$$

$$b_\gamma := (1 - \alpha \cdot \tan(\phi'_d))^2 = 1$$

Bärighet

$$\xi_q := \overrightarrow{d_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q} = 1.845$$

$$\xi_\gamma := \overrightarrow{d_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma} = 0.567$$

$$q := \gamma_{fyll} \cdot d = 9 \text{ kPa}$$

Material ovan stöd antas vara fyllningsmaterial. GVY under grundläggning

Grundläggning antas vara direkt i anslutning till mark, endast med fundament nedlagd i marken, men där grundvattenytan är på ett avstånd som är närmre grundläggningsdjupet än bredden på grundläggning

$$d_2 := GVY - d_{fyll} = \begin{bmatrix} 0.1 \\ 1 \end{bmatrix} \text{ m}$$

Avstånd mellan grundläggningsdjup och grundvattenytan

$$\gamma := \frac{\gamma_{fyll} \cdot d_2}{b_{ef}} + \frac{\gamma'_{fyll} \cdot (b_{ef} - d_2)}{b_{ef}} = \begin{bmatrix} 11.517 \\ 16.174 \end{bmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Fyllnadsmaterial

$$q_{bd} := \overrightarrow{q \cdot N_{qd} \cdot \xi_q} + \overrightarrow{0.5 \cdot \gamma \cdot b_{ef} \cdot N_{\gamma d} \cdot \xi_\gamma} = \begin{bmatrix} 669.422 \\ 726.952 \end{bmatrix} \text{ kPa}$$

$$R_d := \overrightarrow{A_{ef} \cdot q_{bd}} = \begin{bmatrix} 1.225 \\ 1.33 \end{bmatrix} \text{ MN}$$

$$\eta_{fyll} := \frac{E_{d_fyll} \cdot b \cdot l}{R_d} = \begin{bmatrix} 49\% \\ 45\% \end{bmatrix}$$

Utnyttjandegrad

Bärighetsberäkning på morän

Dränerade förhållande då endast friktionsjord med organiskt material

$$\phi'_d := \phi'_{d_morän} = 26.308 \text{ deg}$$

Beräkning av bärförmåga kan enligt TRVINFRA-00230 göras med allmänna bärighetsekvationen. Underliggande material ska enligt DOC-PM-GEO-001 beräknas som en friktionsjord. Beräkningar är gjorda enligt IEG 7:2008.

$$q_{bd} = c_d \cdot N_{cd} \cdot \xi_c + q \cdot N_{qd} \cdot \xi_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot b_{ef} \cdot N_{\gamma d} \cdot \xi_\gamma$$

Allmänna
bärighetsekvationen.

$$q_{bd} = q \cdot N_{qd} \cdot \xi_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot b_{ef} \cdot N_{\gamma d} \cdot \xi_\gamma$$

Dränerad analys för $c'=0$

$$d := d_{morän} = 0.9 \text{ m}$$

Laster på nytt fyllnadsmaterial

$$V := V_{morän} = 0.262 \text{ MN}$$

$$e_b := \frac{H \cdot e_{vind}}{V} = 0.282 \text{ m}$$

$$b_{ef} := b - 2 \cdot e_b = 1.035 \text{ m}$$

$$l_{ef} := b_{ef}$$

$$A_{ef} := l_{ef} \cdot b_{ef} = 1.1 \text{ m}^2$$

Bärighetsfaktorer

$$N_{qd} := \frac{1 + \sin(\phi'_d)}{1 - \sin(\phi'_d)} \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi'_d)} = 12.251$$

$$F := 0.08705 + 0.3231 \cdot \sin(2 \cdot \phi'_d) - 0.04836 \cdot \sin(2 \cdot \phi'_d)^2 = 0.313$$

$$N_{\gamma d} := F \cdot \left(\frac{1 + \sin(\phi'_d)}{1 - \sin(\phi'_d)} \cdot e^{\left(\frac{3 \cdot \pi}{2} \cdot \tan(\phi'_d) \right)} - 1 \right) = 8.03$$

Inverkan av grundläggningsdjup

$$d_g := 1 + 0.35 \cdot \frac{d}{b_{ef}} = 1.304$$

$$d_\gamma := 1$$

Inverkan av fundamentform

$$s_d := 1 + \tan(\phi'_d) \cdot \frac{b_{ef}}{l_{ef}} = 1.494$$

$$s_\gamma := 1 - 0.4 \cdot \frac{b_{ef}}{l_{ef}} = 0.6$$

Inverkan av lutande last

$$m_b := \frac{\overrightarrow{2 \cdot l_{ef} + b_{ef}}}{l_{ef} + b_{ef}} = 1.5$$

$$i_q := \left(1 - \frac{H}{V}\right)^{m_b} = 0.924$$

$$i_\gamma := \left(1 - \frac{H}{V}\right)^{m_b + 1} = 0.877$$

Inverkan av lutande intilliggande markyta

$$\beta := 0$$

$$g_q := 1 - \sin(\beta \cdot 2) = 1$$

$$g_\gamma := 1 - \sin(\beta \cdot 2) = 1$$

Ingen slänt finns i direkt anslutning till fundamentets bottenplatta.

Inverkan av lutande basyta

$$\alpha := 0$$

Ingen lutande basyta finns.

$$b_q := (1 - \alpha \cdot \tan(\phi'_d))^2 = 1$$

$$b_\gamma := (1 - \alpha \cdot \tan(\phi'_d))^2 = 1$$

Bärighet

$$\xi_q := \overrightarrow{d_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q} = 1.801$$

Avstånd mellan
 grundläggningsdjup och
 grundvattenytan

$$\xi_\gamma := \overrightarrow{d_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma} = 0.526$$

$$q := \gamma'_{fyll} \cdot d = 9.9 \text{ kPa}$$

Grundläggning antas vara direkt i anslutning till mark, med överkant av fundament i marknivå. Grundvattenytan varierar, och befinner sig både över och under moränen

$$d_2 := GVVY - d = \begin{bmatrix} -0.3 \\ 0.6 \end{bmatrix} \text{ m}$$

$$\gamma := \text{for } i \in 0 \dots \text{last}(d_2) \left| \begin{array}{l} \text{Result}_i \leftarrow \text{if } \overrightarrow{d_{2_i}} < 0 \\ \quad \left| \begin{array}{l} \gamma'_{morän} \\ \text{else if } d_{2_i} > b_{ef} \\ \quad \left| \begin{array}{l} \gamma_{morän} \\ \text{else} \\ \quad \left| \frac{\gamma_{morän} \cdot d_{2_i}}{b_{ef}} + \frac{\gamma'_{morän} \cdot (b_{ef} - d_{2_i})}{b_{ef}} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. \right| = \begin{bmatrix} 13 \\ 17.057 \end{bmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$q_{bd} := \overrightarrow{q \cdot N_{qd} \cdot \xi_q} + \overrightarrow{0.5 \cdot \gamma \cdot b_{ef} \cdot N_{\gamma d} \cdot \xi_\gamma} = \begin{bmatrix} 246.8 \\ 255.7 \end{bmatrix} \text{ kPa}$$

$$R_d := \overrightarrow{A_{ef} \cdot q_{bd}} = \begin{bmatrix} 0.26 \\ 0.27 \end{bmatrix} \text{ MN}$$

Utnyttjandegrad:

$$\eta_{morän} := \frac{\overrightarrow{E_{d_morän} \cdot b \cdot l}}{R_d} = \begin{bmatrix} 99\% \\ 96\% \end{bmatrix}$$