

Til: COWI AS
v/ Andre Manskow
Kopi til:
Dato: 2017-06-14
Rev.nr. / Rev.dato: 1 / 2017-06-28
Dokumentnr.: 20170514-01-TN
Prosjekt: Nygaardsgata, Fredrikstad
Prosjektleder: Aleksander Worren
Utarbeidet av: Aleksander Worren
Kontrollert av: Ørjan Nerland

Områdestabilitetsvurdering for Nygaardsgata

Innhold

1	Innledning	2
2	Sikkerhetskrav	3
3	Beregningsgrunnlag	6
3.1	Topografi	6
3.2	Jordparametere	6
3.3	Laster	7
3.4	Beregningsprofiler	7
4	Resultater	8
4.1	Beste estimat i kritisk snitt	8
4.2	Last sensitivitet	9
5	Konklusjon	10
6	Referanser	11

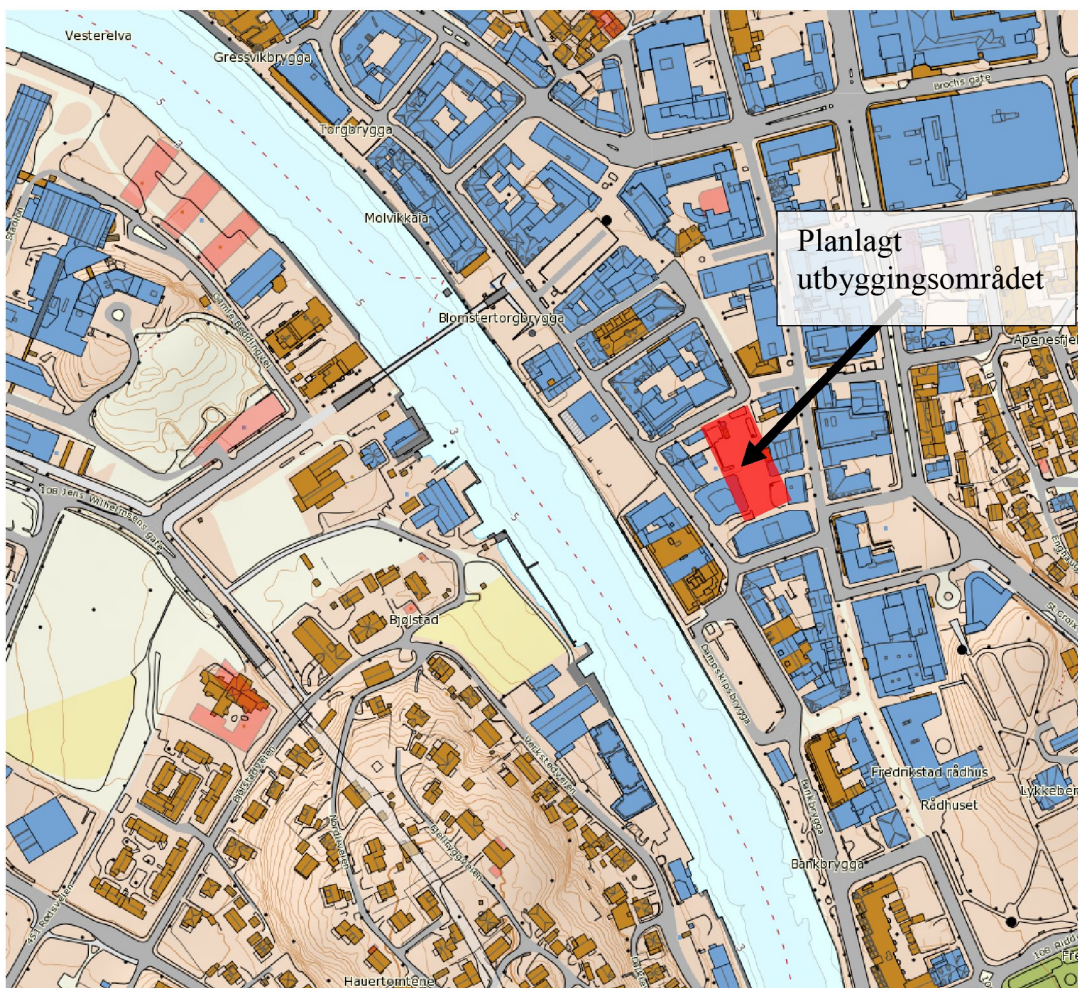
Vedlegg

Vedlegg A Tverrsnitt Vesterelven

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Norges Geotekniske Institutt (NGI) har fått i oppdrag fra COWI AS å foreta vurdering av områdestabilitet i forbindelse med utbygging i Nygaardsgata (bakgården mellom Nygaardsgata, Storgata, Olaf M. Holwechs gate og Dr. Geibelhausens gate) i Fredrikstad sentrum (se Figur 1.1). NGI har tidligere foretatt vurdering av områdestabilitet i forbindelse med utvikling av Værstetorvet. I den forbindelsen ble det identifisert en kvikkleire sone i sentrum av Fredrikstad med middels faregrad. Denne sonen er undersøkt nærmere i dette tekniske notatet, og da i form av stabilitetsberegninger. Hensikten er å tilfredsstille krav gitt i plan- og bygningsloven og i NVEs kvikkleireveileder som omhandler vurdering av områdestabilitet ved utbygging i områder med kvikkleire.



Figur 1.1 Oversiktskart

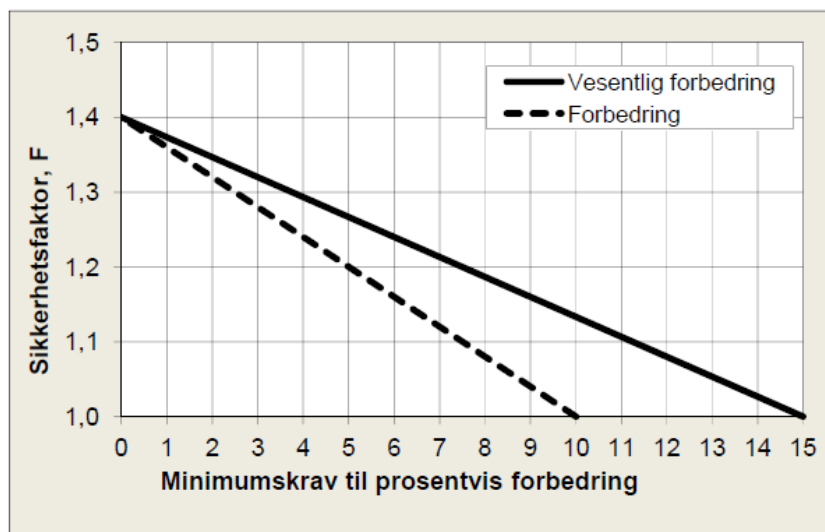
2 Sikkerhetskrav

Generelle krav til skredsikring er gitt i plan- og bygningsloven /1/, og tilhørende Teknisk forskrift (TEK10) /2/. Kravene knytter seg både til områdestabilitet og lokalstabilitet. Begrepet "områdestabilitet" knytter seg til stabilitet av området i sin helhet, i områder der det antas eller allerede er dokumentert, forekomst av sensitiv løsmasser i grunnen (f.eks. kvikkleire). Dersom det er sensitive løsmasser i sammenhengende lag inn under et område må stabiliteten av hele området vurderes selv om kritiske skråninger/profiler ligger utenfor selve utbyggingsområdet/tomta som skal bebygges. Kravet til områdestabiliteten innebærer altså at alle skråninger som ligger innenfor en kartlagt eller antatt kvikkleiresone skal ha tilfredsstillende sikkerhet iht. regelverket.

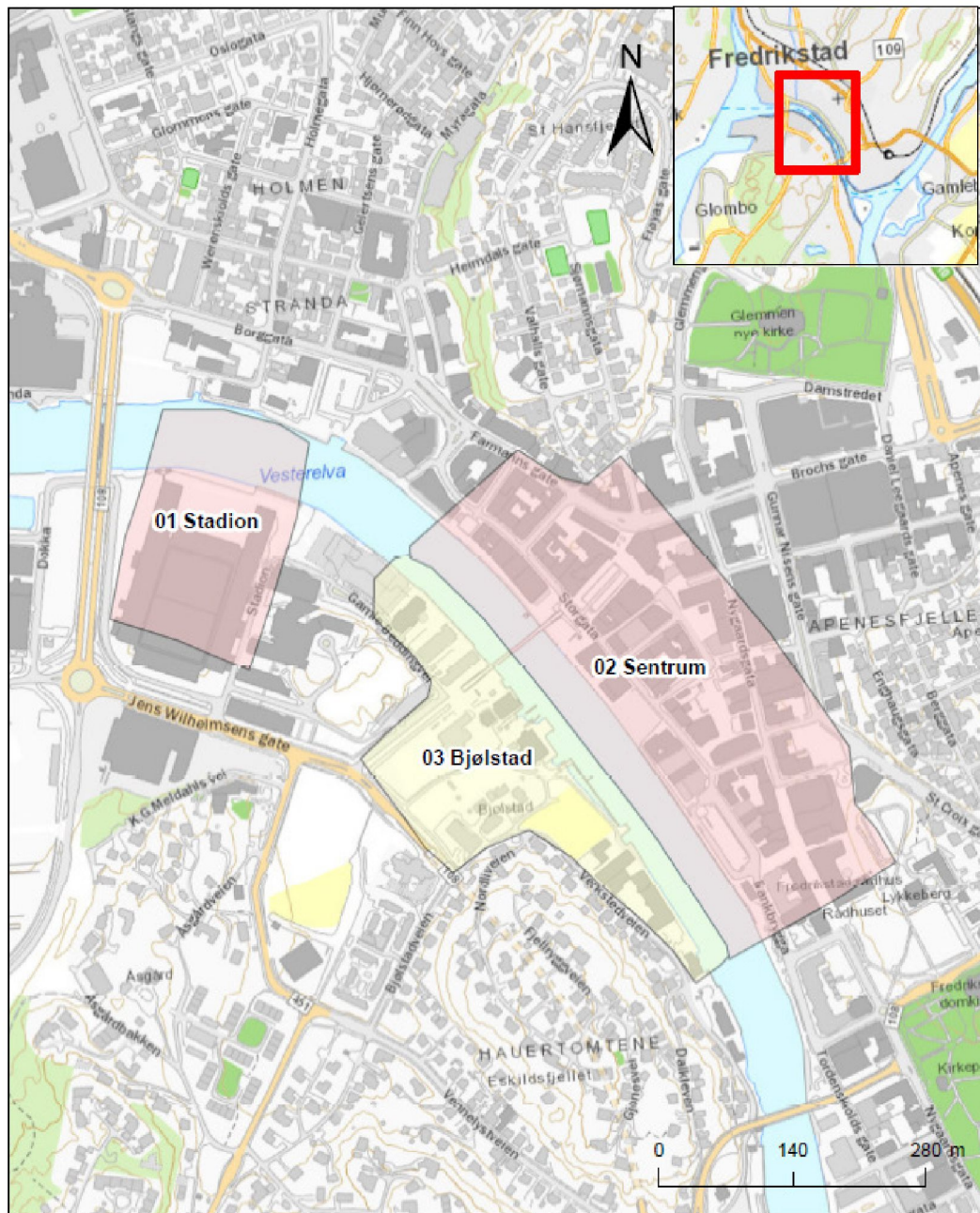
For stabilitet i områder med kvikkleire angir TEK10 at utbygginger må ha tilfredsstillende sikkerhet mot kvikkleireskred i henhold til NVEs kvikkleireveileder /3/. Krav til sikkerhet avhenger av type tiltak, ut fra tiltakskategori K0-K4. Byggeprosjektet faller inn under tiltakskategori K4, og da vil stabilitetsforbedrende tiltak være påkrevet dersom beregnet materialfaktor for dagens situasjon er mindre enn 1,4, se Tabell 2.1. Byggeprosjektet ligger innenfor en sone med middels faregrad /4/ (se Figur 2.2), og alternativt kan prinsippet om prosentvis forbedring benyttes (se Figur 2.1 og Tabell 2.1).

Tabell 2.1 Utsnitt av tiltakskategori hentet fra /3/

Tiltakskategori. Type tiltak som inngår i tiltakskategorien	Hvordan oppnå tilfredsstillende sikkerhet for ulike faregrad		
	Faregrad før utbygging: Lav	Faregrad før utbygging: Middels	Faregrad før utbygging: Høy
K4: Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold enn tiltak i K3 samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner. Eksempler er mer enn to eneboliger /fritidsboliger, rekkehus/boligblokk, bolig- og hyttefelt, skole og barnehage, sykehjem, større næringsbygg, kontorbygg, idretts- og industrianlegg, større utendørs publikumsanlegg, lokale beredskapsinstitusjoner.	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller b) Forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1.	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller b) Vesentlig forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1.	Kvalitetssikres av uavhengig foretak*



Figur 2.1 Krav til prosentvis forbedring ved topografiske endringer eller bruk av lette masser /3/



Kvikkleire soner

Faregrad

- 1 - Lav
- 2 - Middels
- 3 - Høy

Målestokk (A4): 1:5 614 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM 32

Områdestabilitet Værstetorvet		
Oversiktkart	Prosjektnr.	Tegning nr.
	20160593	002
Oversikt over kvikkleiresoner med tilhørende faregrad	Utført	Dato
	YKI	2016-10-11
	Kontrollert	Godkjent
	ON	ON

Figur 2.2 Kvikkleire soner og faregrad fra /4/

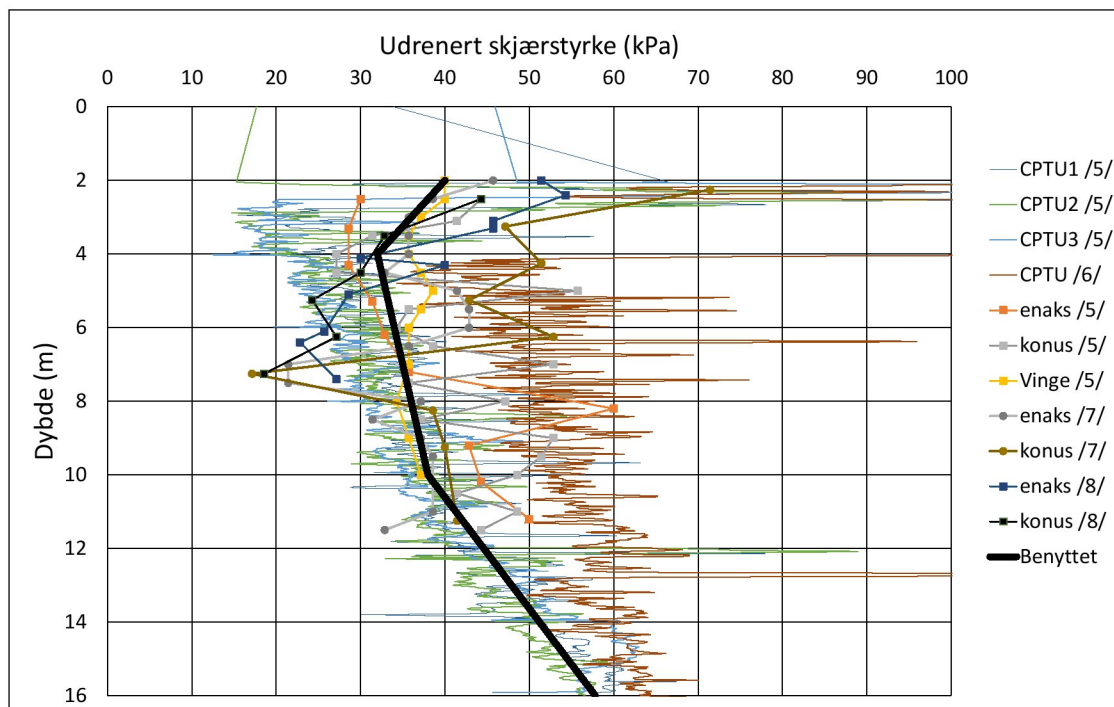
3 Beregningsgrunnlag

3.1 Topografi

Terrenget i området er relativt flatt med koter varierende fra ca. +2 ved Vesterelva til ca. +6 ved Gunnar Nilsens gate i nordøst. Dybden av elven antas å variere fra ca. 8 m ved Blomstertorgbrygga, til ca. 5.5 ved dampskipsbrygga /9/. Dybden til berg antas å variere fra ca. 6-22 m på land til opp mot 100 m i Vesterelva /5/-/8/. Bergforløpet forventes enkelte steder å være ekstremt bratt. Det er forutsatt vannstand tilsvarende lavvann med 20 års gjentakintervall, som er 75 cm under normalnull 2000 /9/.

3.2 Jordparametere

Valg av jordparameterne benyttet i beregningene er basert på /5/-/8/. Disse er oppsummert i Figur 3.1, sammen med benyttet skjærstyrkeprofil i stabilitetsberegningene. Det er valgt å ta et slags gjennomsnitt av styrkeparameterne der det er lagt mest vekt på resultatene fra /5/, da disse ligger nærmest elven samt inneholder CPTU, og er generelt utført i relativt nyere tid. Det er antatt at tørrskorpen har en tykkelse på ca. 1.5m og en friksjonsvinkel på 32 grader. Tyngdetettheten er satt til 18 kN/m³.



Figur 3.1 Oppsummerte udrenerte skjærstyrker fra /5/-/8/, samt benyttet profil i stabilitetsberegningene. Enaks, konus og vingeboringsresultater (S_uD) er multiplisert med 1.4 for å være sammenlignbare med CPTu.

3.3 Laster

Det er antatt at bygningene langs Vesterelva enten er fundamentert på peler til berg, eller delvis kompenserende fundamentering. For å ta hensyn til at enkelte av byggene eventuelt ikke har fullstendig kompenserende masseutskifting, er det lagt til grunn en terrenglast på 10 kPa, med utstrekning på 15 m fra Vesterelva. Denne lasten vil også ta hensyn til belastning fra parkeringsplassene lang elven.

3.4 Beregningsprofiler

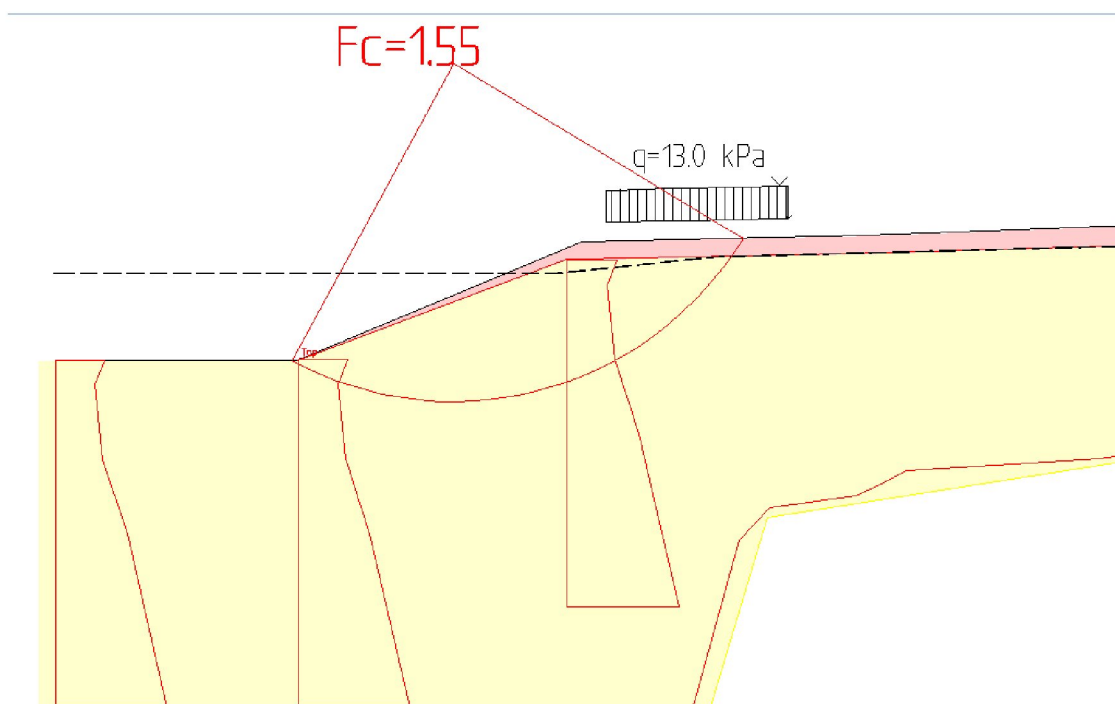
Etter første gjennomgang av områdestabiliteten ble det klart at det ikke var tilstrekkelig kapasitet under de gitte forutsetningene. Et av usikkerhetsmomentene var dybdeprofilene fra brygga og ut i elven. På bakgrunn av dette ble det gjort innmålinger av dybder i elven. Resultatet av dette er vist i vedlegg A – Tverrsnitt Vesterelven. Kritisk snitt med tanke på stabilitet vil være snitt K-K hovedsakelig fordi det er det dypeste punktet i elva, samt at alle profilene viser relativt lik skråningshelning (19-22 grader). Basert på dette legges det til grunn et konservativt profil med elvedybde på kote -8.0 og skråningshelning 23 grader. Samt et "beste estimat" profil med helning 21 grader og elvebunn på kote -6.0.

4 Resultater

Stabilitetsberegningene er gjort i GeoSuite stability versjon 15.3.0.0, som er et LE program (Limit equilibrium). For beregningene er topografi fra /9/ og de nye målingene av elvedybden (vedlegg A) lagt til grunn. Terrennglast er satt til 10 kPa (multiplisert ned lastfaktor 1.3), og kan anses som noe usikker, da fundamenteringsløsning på alle byggene langs elva ikke er kjent. For jordparameterne er det også noe usikkerhet, men et beste estimat er benyttet.

4.1 Beste estimat i kritisk snitt

Når beste estimatet av lasten og jordprofil benyttes, samt et konservativt anslag av beregningsnittet (dybde på 8m og 23 grader helning) får vi en sikkerhetsfaktor på 1.55. Kritisk glidesirkel er vist i Figur 4.1.

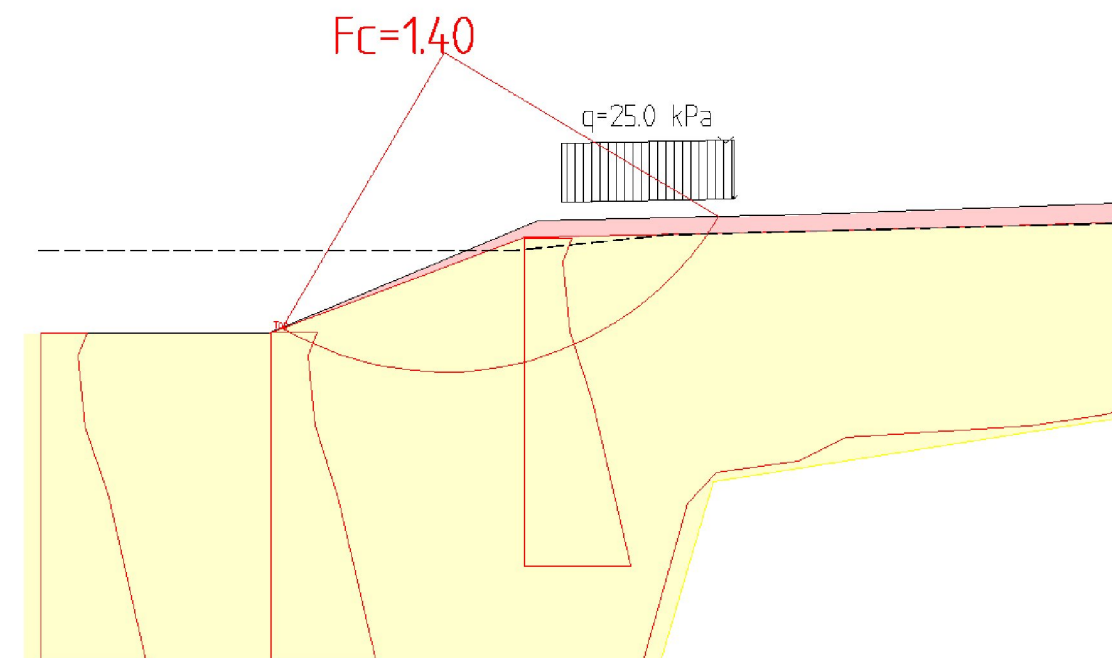


Figur 4.1 Kritisk bruddflate og beregnet sikkerhetsfaktor ut i Vesterelva for mest kritisk snitt

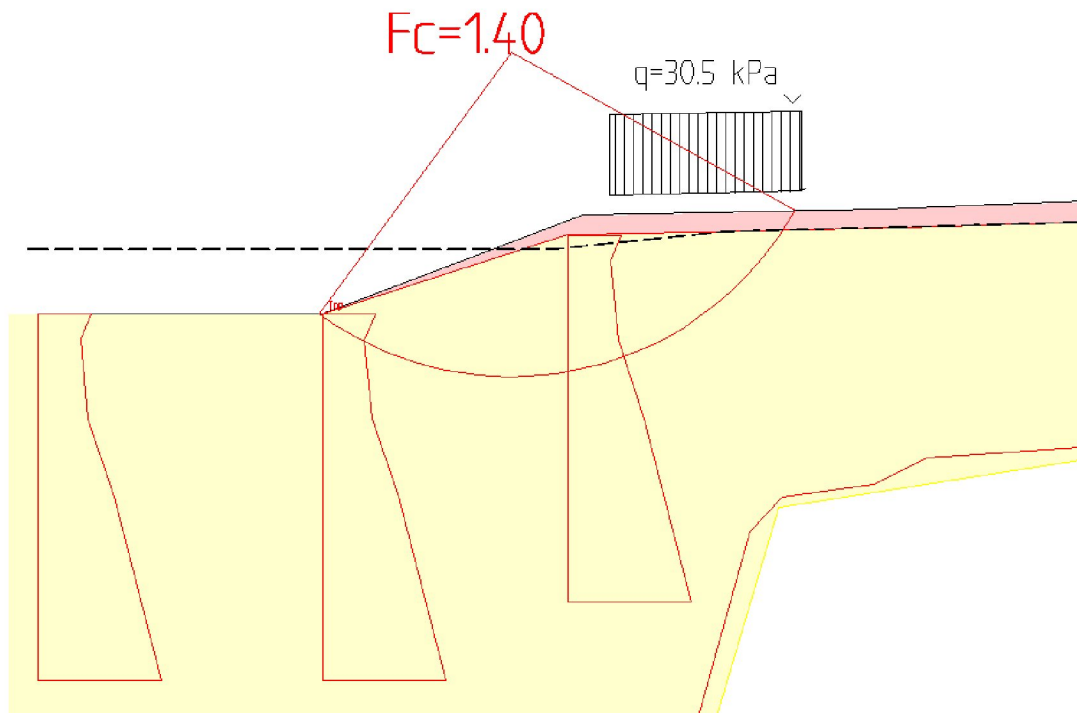
4.2 Last sensitivitet

Som det nevnes i innledningen til resultatkapitlet er det en del usikkerheter i lasten da for eksempel fundamenteringsløsningen i alle byggene langs elven ikke er kjent. For det kritiske snittet (8 m dybde 23 grader helning) er det kjent at byggene er fundamentert på peler eller er lave (1-2 etasjer). Det sjekkes allikevel for hvilken maksimallast som kan påføres terrenget uten å få for lav beregningsmessig sikkerhet. Resultatet er vist i Figur 4.2, og vi kan se at den dimensjonerende lasta kan være opp mot 25 kPa uten at stabiliteten i snittet blir under 1.40. Dette tilsvarer ca. normal trafikklast eller et direktefundamentert bygg på ca. 2-3 etasjer uten kjeller. Dette vil være gjeldene for et kort område rett sør for Blomsterbrygga. Byggene i dette området er enten lave, eller fundamentert på peler, og vi kan derfor konkludere videre med at vi har tilfredsstillende stabilitet i dette området.

Gjøres samme vurdering for det mer generelle profilet (dypde på 6 m og helning på 21 grader) oppnår vi en tillatt dimensjonerende last på 30.5 kPa. Kritisk glideflate er vist i Figur 4.3. Dette tilsvarer en bygning på ca. 3 etasjer som er direktefundamentert uten kjeller, eller en bygning på ca. 4 etasjer som har kjeller. Til NGIs kjennskap finnes det ingen bygninger som overskrider dette kriteriet langs elva (det finnes høyere bygninger, men disse er fundamentert på peler). Det kan dermed konkluderes med at områdestabiliteten er tilfredsstillende.



Figur 4.2 Maksimal dimensjonerende last for kritisk snitt i Vestereelva.



Figur 4.3 Maksimal dimensjonerende last for "beste estimat" profil i Vesterelva

5 Konklusjon

Basert på den informasjonen NGI sitter på i dag kan det konkluderes med at områdestabiliteten er tilfredsstillende iht. dagens regelverk.

6 Referanser

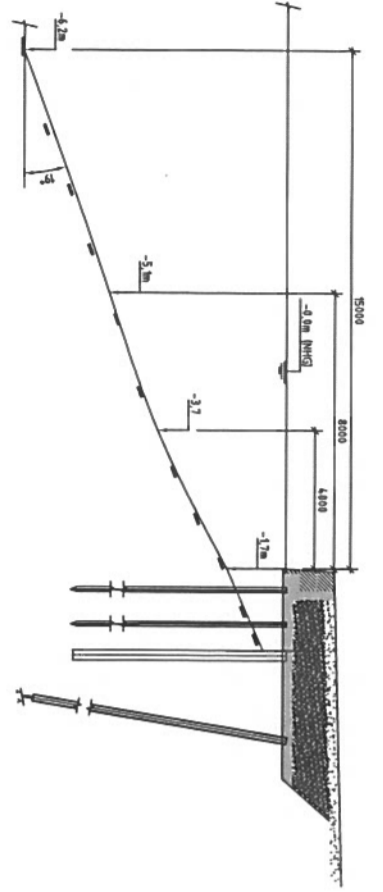
- /1/ Plan- og bygningsloven (2008)
Kunngjort av Kommunal- og moderniseringsdepartementet 27. juni 2008. Online versjon tilgjengelig på <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>.
- /2/ Direktoratet for byggkvalitet, DIBK (2011)
Byggeteknisk forskrift med veiledning (TEK10). Publikasjonsnummer: HO-2/2011. Online versjon tilgjengelig på <http://www.dibk.no/no/byggeregler/tek/>.
- /3/ Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE (2014)
Veiledning nr. 7-2014. Sikkerhet mot leirskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
- /4/ NGI (2016)
Områdestabilitet, Værstetorvet, Fredrikstad
Rapport nr. 20160593-01-TN, datert 10. november 2016
- /5/ NGI (2008)
Reza Maktabi
Storgata 3, Fredrikstad
Grunnundersøkelser
Rapport nr. 20071698-1, datert 16. juni 2008
- /6/ NGI (2007)
Værste AS
Masterplan grunnundersøkelser
Prosjekt nr. 20071388
- /7/ NGI (1962)
Grunnundersøkelser på Fredrikstad Samvirkelags tomt i Nygårdsgt. 33
Rapport nr. 62/41-01, datert 31. oktober 1962
- /8/ NGI (1964)
Grunnundersøkelser for nytt forretningsbygg, Nygårdsgate 28, Fredrikstad
Rapport nr. 64/11, datert 15. september 1964
- /9/ Karverket
Norgeskart.no

Vedlegg A

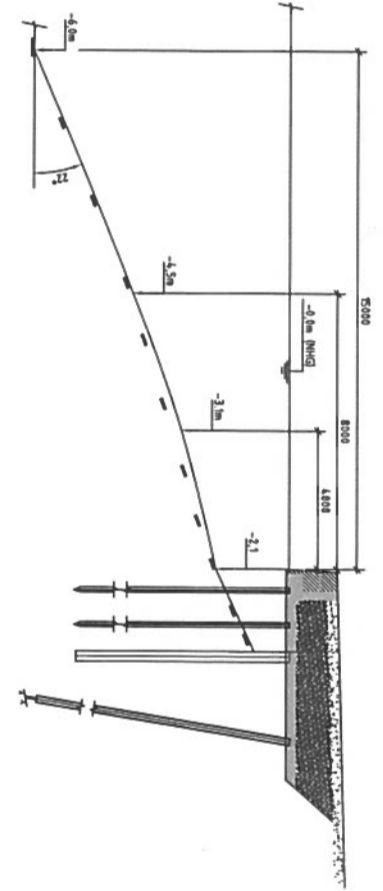
TVERSNITT VESTERELVEN



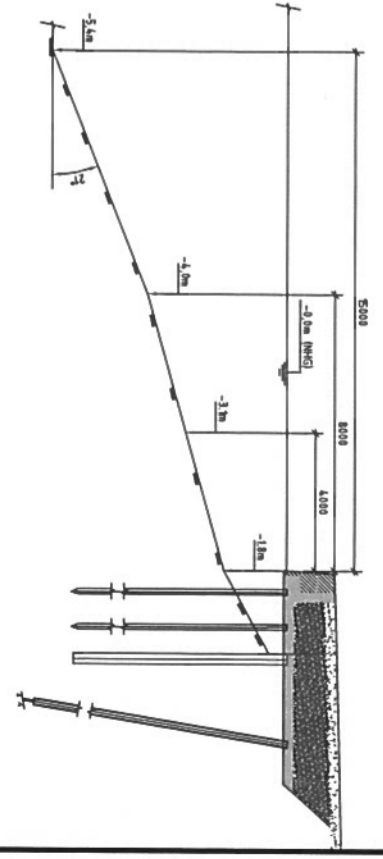
Plot: anmw 27.06.2017 09:46



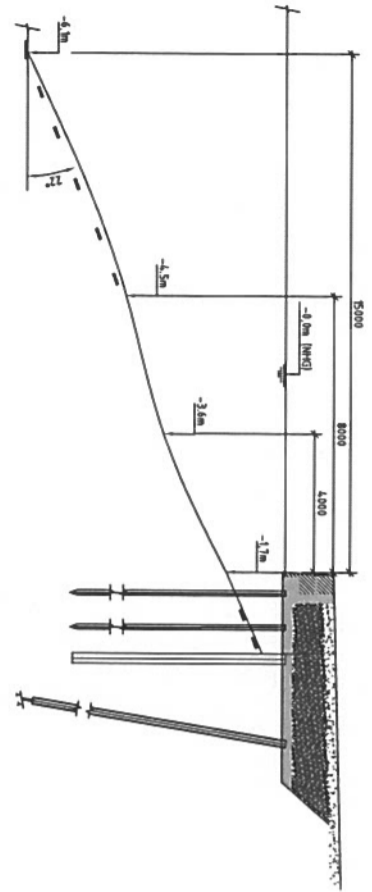
SNITT A-A



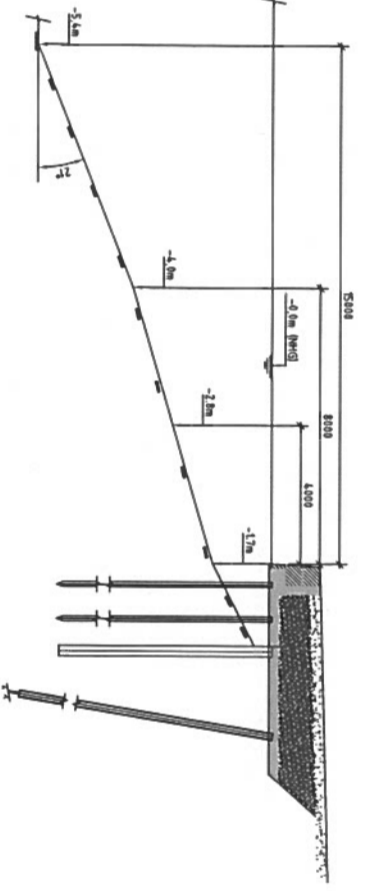
SNITT B-B



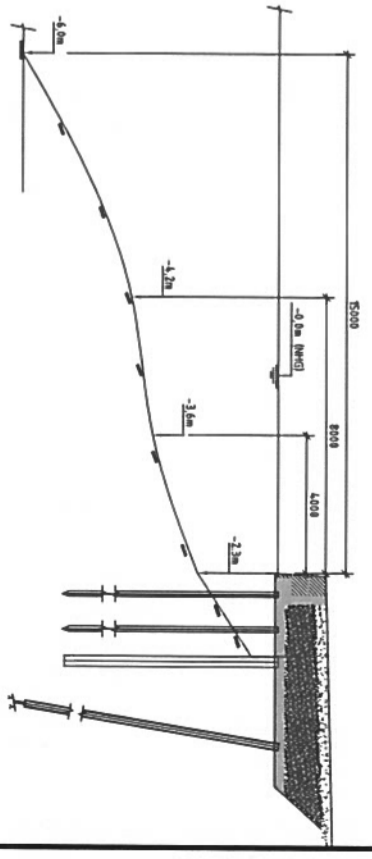
SNITT C-C



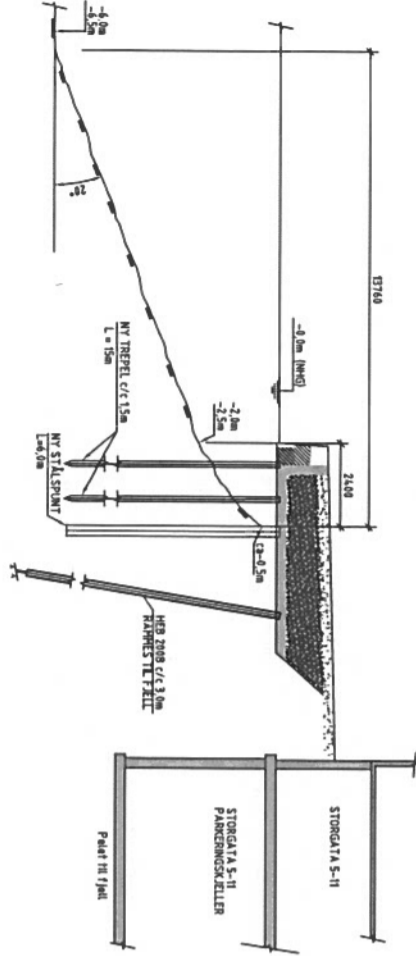
SNITT D-D



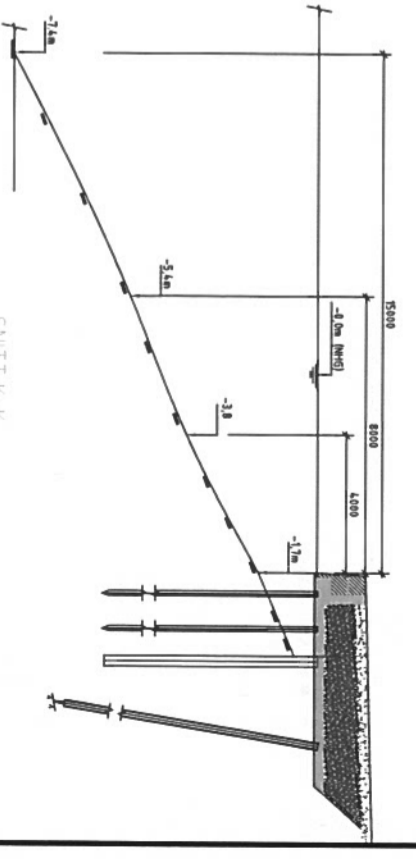
SNITT E-E / F-F



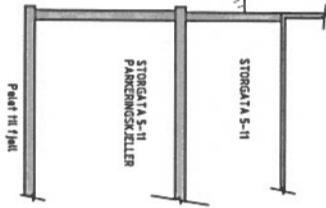
SNITT G-G



SNITT H-H / I-I / J-J



SNITT K-K



Rev. Dato		Revisjonen gjelder	
CITYPLAN AS		Tilgjengelighet	
TYVERSNITT VESTERLIVEN		Tilgjengelighet	
Kalfrent og dybder		Tilgjengelighet	
Leses sammen med snittangver.pdf		Tilgjengelighet	
COWI		Tilgjengelighet	
088080-01		Tilgjengelighet	
21.06.17		Tilgjengelighet	
N/A		Tilgjengelighet	
TIL ORIENTERING		Tilgjengelighet	

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Områdestabilitetsvurdering for Nygaardsgata		Dokumentnr./Document no. 20170514-01-TN
Dokumenttype/Type of document Teknisk notat / Technical note	Oppdragsgiver/Client COWI AS v/ Andre Manskow	Dato/Date 2017-06-14
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/Proprietary rights to the document according to contract NGI		Rev.nr. & dato/Rev.no. & date 1 / 2017-06-28
Distribusjon/Distribution BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/Keywords Områdestabilitet		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge, Østfold	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Fredrikstad	Felt navn/Field name
Sted/Location Fredrikstad sentrum	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: Øst: Nord:	Koordinater/Coordinates Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/Document control Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/Self review by:	Sidemannskontroll av/Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/Inter-disciplinary review by:
0	Originaldokument	2017-06-14 Aleksander Worren	2017-06-14 Ørjan Nerland		
1	Oppdatert grunnlag fra innmålinger av elven	2017-06-27 Aleksander Worren	2017-06-27 Ørjan Nerland		

Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release	Dato/Date 28. juni 2017	Prosjektleder/Project Manager Aleksander Worren
---	-----------------------------------	---

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

