

# RAPPORT

Asplan Viak AS

Fredrikstad. Ny bru Glomma  
Vurderinger foreløpig

Geoteknisk rapport  
111590r2

30.05.2016

Prosjekt: Fredrikstad. Ny bru Glomma  
Dokumentnavn: Vurderinger foreløpig  
Dokumentnr: 111590r2  
Dato: 30.05.2016

Kunde: Asplan Viak AS  
Kontaktperson: Olav Schou Knutsen  
Kopi:

Rapport utarbeidet av: Erik Skredsvig  
Rapport kontrollert av: ..  
Prosjektleder: Erik Skredsvig

---

### Sammendrag:

Asplan Viak AS arbeider med en kommunedelplan for ny brukryssing over Glomma for Fredrikstad kommune. GrunnTeknikk AS er engasjert av Asplan Viak AS for å grunnforholdene og kryssingsmulighetene.

Planprogrammet skal sikre at man gjør de utredningen som er nødvendig, for å kunne foreta utvelgelse av alternativ for bro- og vegløsninger.

Det er fastsatt at det skal foretas utredning av 3 soner for ny kryssing av Glomma. Dette har vi kalt sør-, midt-, og nordalternativet. Krysningalternativene ligger mellom Kjæråsen i sør og Valle i nord.

Grunnforholdene langs Glomma er generelt preget av bløt leire med stor mektighet. Løsmasser av siltig leire og kvikkleire kan forventes. Fjellforholdene kan variere mye lokalt, og det er på enkelte steder bart fjell nær krysningalternativene.

Denne rapporten omhandler innledende vurderinger av de 3 alternative krysningssonene. Rapporten beskriver stabilitets og setningsvurderinger, og er et første utkast som ikke er kvalitetssikret.

---

## INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	5
2	Grunnundersøkelser.....	5
3	Terreng og grunnforhold Glomma.....	5
3.1	Terreng.....	5
3.2	Historikk.....	5
3.3	Grunnforhold .....	5
4	Generelle vurderinger.....	6
4.1	Setninger.....	6
4.2	Stabilitet .....	6
4.3	Brufundament .....	7
4.4	Områdestabilitet.....	7
5	Alternativ Syd.....	7
5.1	Grunnundersøkelser .....	7
5.2	Terreng vestsiden.....	7
5.3	Grunnforhold vestsiden.....	8
5.4	Setningsvurderinger vest.....	10
5.5	Stabilitetsvurderinger vest.....	10
5.6	Terreng østsiden .....	10
5.7	Grunnforhold Østsiden.....	11
5.8	Setningsvurderinger øst.....	11
5.9	Stabilitetsvurderinger øst.....	11
6	Alternativ Midt.....	12
6.1	Grunnundersøkelser .....	12
6.2	Terreng vestsiden.....	12
6.3	Grunnforhold Vestsiden .....	13
6.4	Setningsvurderinger vest.....	15
6.5	Stabilitetsvurderinger vest.....	15
6.6	Terreng østsiden .....	15
6.7	Grunnforhold Østsiden.....	15
6.8	Setningsvurderinger øst.....	16
6.9	Stabilitetsvurderinger øst.....	16
7	Alternativ Nord.....	16

---

7.1	Grunnundersøkelser .....	16
7.2	Terreng vestsiden .....	16
7.3	Grunnforhold vestsiden .....	17
7.4	Setningsvurderinger vest .....	19
7.5	Stabilitetsvurderinger vest .....	20
7.6	Terreng østsiden .....	20
7.7	Grunnforhold østsiden .....	21
7.8	Setningsvurderinger øst .....	21
7.9	Stabilitetsvurderinger øst .....	21
8	Overordnet rangering av linjer .....	22
9	Videre arbeider .....	22

---

## REFERANSER

- [1] Geoteknisk datarapport 40601-1, Multiconsult AS, 24.09.1987
- [2] Borplan og prøver 49616-1, Noteby AS, 28.09.1989
- [3] Geoteknisk datarapport 511268-1, Multiconsult AS, 21.02.2009
- [4] Geoteknisk vurdering 511530 RIG02, Multiconsult AS, 08.02.2012
- [5] Geoteknisk datarapport 511530-2, Multiconsult AS, 08.02.2012
- [6] Geoteknisk datarapport 511652-1, Multiconsult AS, 09.09.2011
- [7] Geoteknisk rapport 20031598, NGI, 10.10.2005
- [8] Geoteknisk rapport 0287-2, NGI, 04.04.1961
- [9] Geotekniske tegninger 4520, Noteby, 15.10.1964
- [10] Geotekniske tegninger 40601, Noteby, 17.09.1987
- [11] Geoteknisk datarapport 102608-1, Multiconsult AS, 06.09.2002
- [12] Geotekniske tegninger 511924, Multiconsult AS, 26.06.2003
- [13] Geoteknisk datarapport 20021001-1, NGI, 04.04.2002
- [14] Geoteknisk oversikt grunnforhold 111590r1, GrunnTeknikk AS, 11.04.2016
- [15] Statens vegvesen Håndbok V220, Geoteknikk i vegbygging (2014)
- [16] Statens vegvesen Håndbok V221, Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (2014)
- [17] Eurocode 0, og 7.
- [18] Statens vegvesen, Trafikklast i håndbok N400 Bruprosjektering, NA rundskriv 07/2015
- [19] «New design procedure for stability of soft clays», utarbeid av C.C. Ladd og T.W. Tambe datert 1963. Journal for the Geotechnical Engineering Division, ASCE, 100(7): 763 -786
- [20] «Strength and deformation properties of Norwegian clays from laboratory tests on high quality block samples» utarbeidet av Kjell Karlsrud, 2014
- [21] NVE veileder 7, Sikkerhet mot kvikkleireskred (2014)

## 1 Innledning

Asplan Viak AS arbeider med en kommunedelplan for ny brukryssing over Glomma for Fredrikstad kommune. GrunnTeknikk AS er engasjert av Asplan Viak AS for å grunnforholdene og kryssingsmulighetene.

Planprogrammet skal sikre at man gjør de utredningen som er nødvendig, for å kunne foreta utvelgelse av alternativ for bro- og vegløsninger.

Det er fastsatt at det skal foretas utredning av 3 soner for ny kryssing av Glomma. Dette har vi kalt sør-, midt-, og nordalternativet. Kryssingsalternativene ligger mellom Kjæråsen i sør og Valle i nord.

Denne rapporten omhandler innledende vurderinger av de 3 alternative kryssingssoner. Rapporten beskriver stabilitets og setningsvurderinger, og er et første utkast som ikke er kvalitetssikret.

## 2 Grunnundersøkelser

Det er gjennom årene foretatt en rekke grunnundersøkelser langs Glomma og i Fredrikstad kommune. Grunnundersøkelsene er de GrunnTeknikk har fått tilsendt så langt i prosjektet og danner derfor grunnlaget for våre tolkninger og vurderinger.

## 3 Terreng og grunnforhold Glomma

### 3.1 Terreng

Områdene langs Glomma er preget av forholdsvis flatt terreng ut mot strandkanten bestående av industri, boliger, dyrket mark, og utmark. Større fjellformasjoner følger parallelt med Glomma i tilnærmet nord øst retning. I hovedtrekk ligger dalene mellom åser og koller langstrakt i nord øst retning.

Langs Glomma er det avsatt ellevoller og terrasser. Elvesletta i strandsonen ned mot Glomma er forholdsvis flatt.

Fra strandlinjen og ned mot bunn av Glomma varierer skråningshelningen fra omkring 10 til opp mot 40 grader. Enkelte steder er det også tendens til terrasse formasjon ute i selve Glomma. Bunnkoten i elva er mellom kote -15 til kote -20 som gir en skråningshøyde fra elvebunn og opp mot strandlinja på mellom 15 - 20 m.

### 3.2 Historikk

Forandring av Glommas løp er en pågående prosess med både naturlig erosjon og utbygging og utfylling i strandsonen.

### 3.3 Grunnforhold

Fjelloverflaten på begge sider av Glomma følger en nordøst retning med dypeste punkt i elven. Det er høyereliggende områder i form av enkelte langstrakte åsrygger langs Glomma i strandsonen eller

lengre inne på land. Tilsendte geotekniske rapporter og tegninger viser imidlertid at det kan forekomme lokale spylerenner, forsenkinger og rygger under terreng i strandsonen.

Strandsonen ligger på mellom kote 1 og 5 avhengig av sted og historikk med utfylling og erosjon. Det er platålandskap som stiger til omkring kote 15 bak strandsonen de fleste stedene. Prøver fra strandsone og i Glomma tyder på et opprinnelig terreng på omkring kote 15. Massen i Glomma og strandsonen er derfor overkonsolidert til dette nivået.

Typisk er det lagdeling med topplaget bestående av bl.a. fyllmasser, tørrskorpe, og sandige masser. Videre ned mot fjell er det bløt til middels siltig leire over morene, eller fjell. I enkelte områder forekommer det større sammenhengende lag av kvikkleire med stor utbredelse. Andre områder har kun lokale lommer av kvikkleire.

Udrenert skjærstyrke ( $S_u$ ) varierer med område og avstand fra Glomma og er normalt økende med dybden.  $S_u$  under topplaget variere mellom 10 – 30 kPa, mens  $S_u$  på 10 m kan vær opp mot 50 kPa.

Store deler av strandsonen er tidligere industriområder og dette kan ha betydning for skråningshelning og terrengnivå pga tidligere mudring og utfylling.

## 4 Generelle vurderinger

### 4.1 Setninger

Det kan fylles opp mellom ca. 2 – 3 m med konvensjonelle fyllmasser på flatt terreng. Dette kan gi rundt 35 cm setninger ved omkring 20 m til fjell og ca. 25 cm ved en fjelldybde på ca. 10 m avhengig av lokale grunnforhold.

Det er imidlertid ikke tillatt med setninger inn mot brukar og stive konstruksjoner, og det er derfor nødvendig å full kompensere hele oppfyllingen med lette masser fra brukar og ca. 20 m ut fra brukaret for deretter å avtrappe de neste 20 – 30 m. En annen metode er stabilisering av grunn.

### 4.2 Stabilitet

#### Strandsone

For en del steder langs Glomma, hvor strandsone er forholdsvis flat med en terrenghøyde på rundt kote 2 er det beregnet en stabiliteten ut i Glomma med sikkerhetsfaktor (SF) = 1,4 med elvebunn på kote -21 og en SF = 1,6 med elvebunn på ca. kote -11. Dette gjelder for dagens situasjon med en glidesirkel fra strandsonen og ned til foten av elvebunn. For å forbedre denne situasjonen kan enten terrenget senkes, eller det kan legges motfylling i Glomma. Vi antar at elveløpet ikke skal innsnevres og løsning med motfylling dermed utgår.

En permanent oppfylling og belastning i strandsonen må ha en avstand på minst 20 m fra elvebredden for å unngå en eventuell raskant ut i Glomma.

#### Platåterreng

Stabiliteten fra platåterreng er generelt noe mindre enn ved elvebredden. Typisk snitt med platå terreng på kote 12 - 14 og et lavereliggende område på kote 2 til 5 gir en skråningshøyde på omkring 10 m med SF = 1,2. Dette er for lav sikkerhet og en kan enten senke terrenget på toppen,

eller legge motfylling i bunn. Platåsenking må starte på toppen av platået og strekke seg minst 10 - 15 m bakover.

Avhengig av avstand til Glomma kan motfylling i selve strandsonen bli et problem for strandsone stabiliteten ut i Glomma. Generelt er dette derfor ikke mulig.

### 4.3 Brufundament

Vi har forutsatt at fjelldybden stort sett samsvarer med boret dybde i de forskjellige geotekniske rapportene i grunnlaget. Og vi har derfor antatt brufundamenter med peling til fjell. Enkelte steder kan de være boret forholdsvis dypt uten å treffe fjell, eller faste masser. Her må det brukes friksjons peler.

Plassering i forhold skråning er vurdert langs Glomma, og det er generelt antatt at brufundamentet må plasseres ca. 20 m fra elvekant for å ligge utenfor en eventuell raskant fra strandsonen ut i Glomma. Dette er vurdert i forhold til belastning og poretrykksoppbygging under bygging, og risiko i forhold til permanente fundament. For brufundament i platåterreng gjelder det å øke stabiliteten ved å senket toppen av platået.

### 4.4 Områdestabilitet

For at et større skred skal forplante seg kreves det bl.a. et sammenhengende lag av kvikklere/sprøbruddmateriale og en skråningshelning  $> 1:15$ . Dette kriteriet er tilstede i enkelte områder langs Glomma og er spesielt utfordrende. Lislebystranda er et slikt område.

Tiltak for å tilfredsstillte områdestabiliteten er først og fremst terrenginngrep i form av motfylling i bunn av skråning, eller avlaste toppen av skråning. Topografien avgjør om dette er mulig å gjennomføre. Generelt anbefales avlasting som tiltak.

Da grunnlaget i denne fasen er noe begrenset kan det ikke utelukkes at det eksisterer andre kvikklere forekomster som ikke er nevnt i denne rapporten.

Det bør planlegges erosjonssikring mot Glomma i området hvor valgt veglinje blir liggende.

## 5 Alternativ Syd

### 5.1 Grunnundersøkelser

I vårt grunnlag er følgende grunnundersøkelser vurdert for alternativ Syd

- Geoteknisk datarapport 40601-1, Multiconsult AS, 24.09.1987, ref. [1]
- Borplan og prøver 49616-1, Noteby AS, 28.09.1989, ref. [2]
- Geoteknisk datarapport 511268-1, Multiconsult AS, 21.02.2009, ref. [3]
- Geoteknisk vurdering 511530 RIG02, Multiconsult AS, 08.02.2012, ref. [4]
- Geoteknisk datarapport 511530-2, Multiconsult AS, 08.02.2012, ref. [5]

### 5.2 Terreng vestsiden

#### Bart fjell

Det er bart fjell i store deler av området langs Kjæråsen og Lislebyfjellet som har en nordøst retning



langs Glomma. Noe bart fjell langs åskammen og opp mot Lislebystranda. Det er stedvis bart fjell langs Lislebyveien og nordover.

### Strandsone

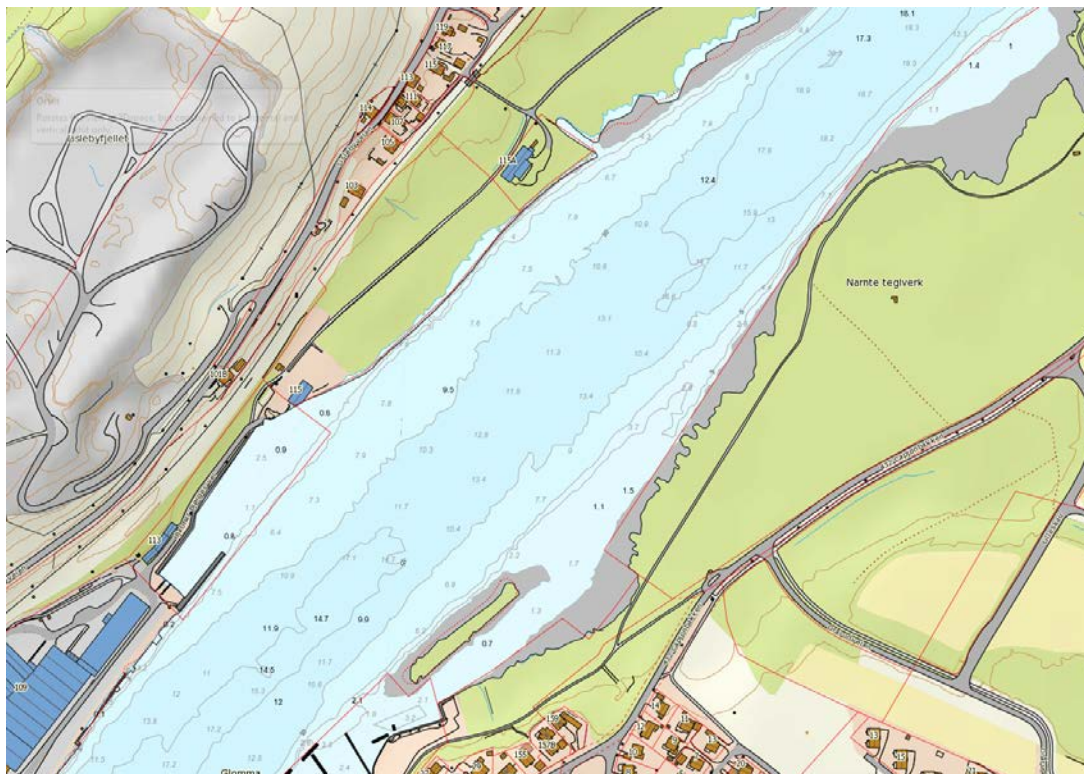
Mellom østre kant av Lislebyfjellet og Glomma er det svakt skrånende terreng ned mot elva med arealer som består av industri, dyrket mark og boliger. Strandsonen ligger mellom kote 1 og 8 opp mot jernbanesporet.

### Jernbane

Jernbanesporet ligger mellom Lislebyveien og strandsonen med en fylling på opp mot 3 - 4 m

### Glomma

Glomma ligger med laveste kote på fra -10 til -20. dette betyr at skråningshøyden fra strandlinje og ned til elvebunn er mellom 10 - 20 m. Skråningshelning og eventuell marbakke er vanskelig å anslå ut fra dagens grunnlag, men vi antar at det er tilsvarende som for østsiden med helning mellom 20 - 45 grader



Figur 1 viser online Arealis kart med bunnkoter midt i Glomma på mellom kote - 12 og kote - 18.

## 5.3 Grunnforhold vestsiden

### Generelt

Søndre veglinje er ikke dekket av grunnundersøkelser, men her er det stedvis bart fjell helt ned til Jernbanen som ligger forholdsvis nærme strandkanten.

Nordre linje er dekket av Rapport 511530-2, mellom Glomma og Lislebyveien.

### Fjellforhold

Søndre veglinje er ikke dekket av grunnundersøkelser, men her er det bart fjell helt ned til Lislebyveien som ligger forholdsvis nærme strandkanten.

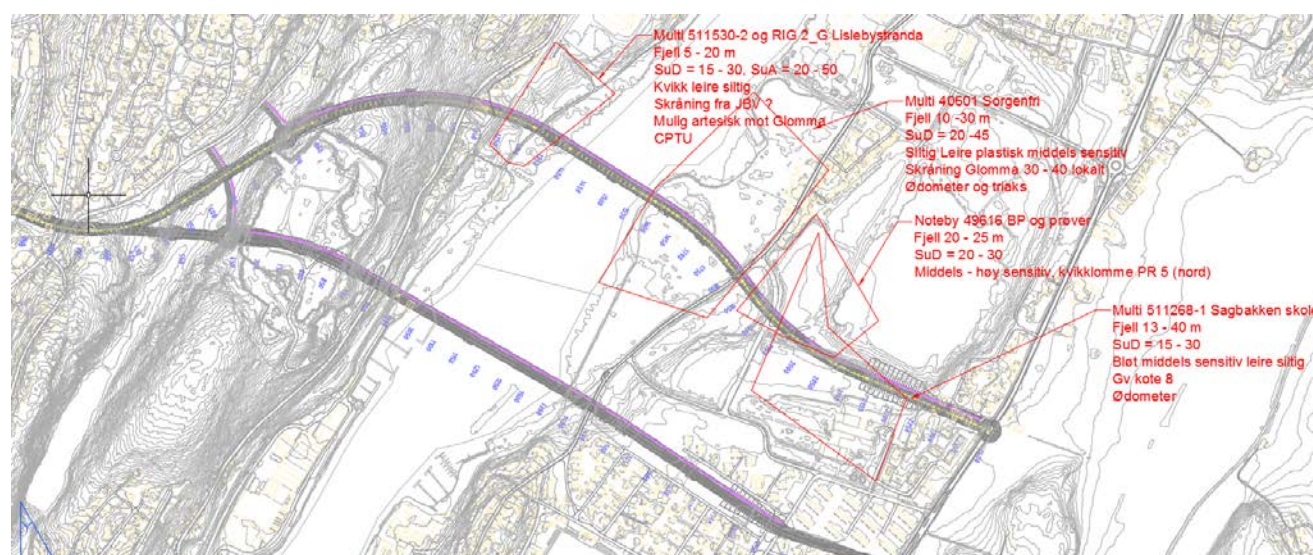
Rapport 511530-2 som ligger ved nordre veglinje viser antatt fjell ved jernbanen på mellom 10 – 20 m (mulig forsenking under jernbane). Fra strandsonen og ut i Glomma er det boret omkring 15 - 20 m til stopp mot faste masser, eller fjell.

### Grunnvann

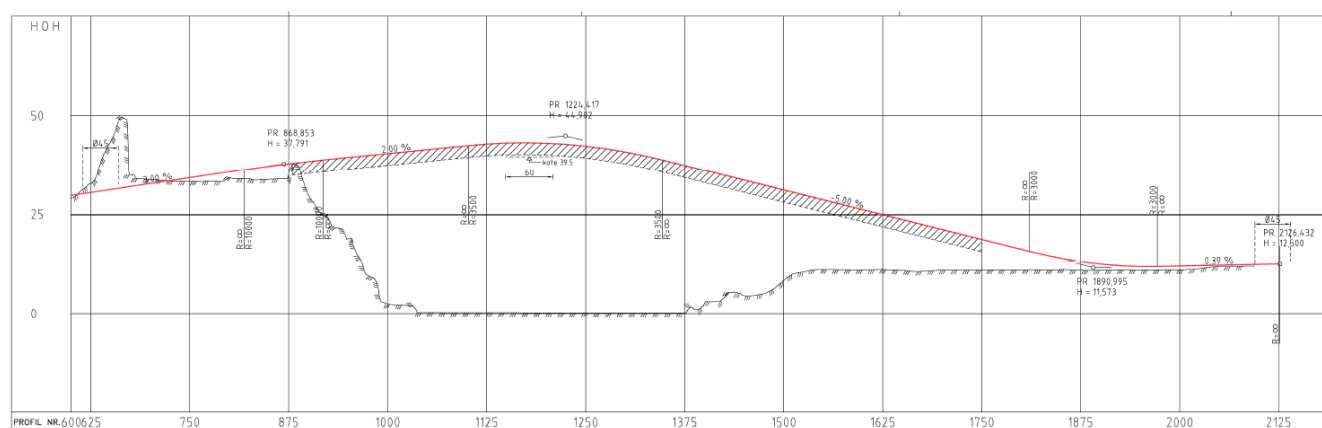
Ved Lislebyfjellet er det trolig artesiske trykk som dekker området ut mot Glomma. Dette er imidlertid ikke målt.

### Løsmasser

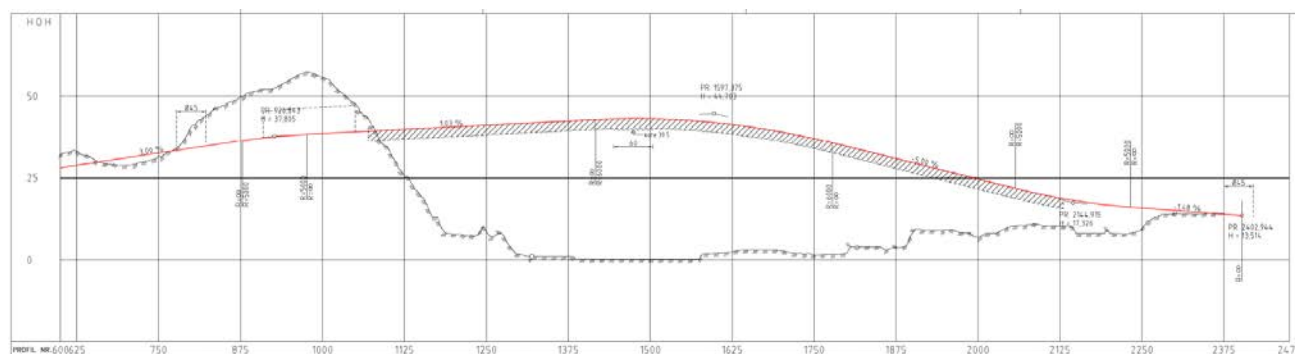
Det tatt opp prøver som viser sensitiv og kvikklere fra 3 m dybde. Leira er siltig med organisk innhold og enkelte sandige lag. Kvikkleire er konsentrert til midtre og nordre del av området og strekker seg ut i Glomma. Tyngdetetthet,  $\gamma = 17,5 - 18,5 \text{ kN/m}^3$ . Prøveserien viser SuD på mellom 15 -20 kPa, og CPTU i samme område viser SuA mellom 20 - 50 kPa, med tilsynelatende noe overkonsolidering ned til 5 – 6 m under terreng.



Figur 2 viser oversikt over rapporter i området for søndre alternativ



Figur 3 viser lengdeprofil for søndre linje



Figur 4 viser lengdeprofil for nordre linje

## 5.4 Setningsvurderinger vest

Det henvises til generelle setningsvurderinger og krav. Det er stabilitetsforhold som er dominerende for løsning på denne siden av Glomma.

## 5.5 Stabilitetsvurderinger vest

### Stabilitet

Stabiliteten fra jernbanen og ned mot Glomma er meget lav i dette området. Dette er på bakgrunn av skrånende terreng og registrert kvikklere som gir lav skjærstyrke.

### Eksisterende stabilitet fra jernbane ut i strandsone

Stabiliteten for en glidesirkel fra jernbanen og ut i strandsone ved Lislebystranda er svært lav. Med antatt  $SuA = 10 + 2,4z$  blir sikkerhetsfaktoren 1,1 med Janbus direkte metode. Dette er svært lav sikkerhet i kvikke- og sensitive masser.

Tiltak for å forbedre stabiliteten kan være motfylling, eller kalk- sementstabilisering (ks-stabilisering) i form av kalk- sementpeler. Motfylling i strandsone er ikke mulig da dette vil forverre stabiliteten for en glidesirkel ut i Glomma. Ks-stabilisering vil være svært krevende i skrånende terreng med lav sikkerhet og trolig ikke gjennomførbart.

### Bru

Brua må bygges uten å belaste området hverken permanent, eller i anleggsfasen pga. stor fare for skred. Dette innebærer å flytte brukar/fundament vestover forbi jernbanesporet og inn på fjell. Dette gjelder nordre linje. Bart fjell ligger ved Lislebyveien og derfor nærmere Glomma for søndre linje.

### Områdestabilitet

For nordre linje er det registrert kvikklere i området som trolig består av et sammenhengende lag, samtidig som skrånings helningen  $> 1:15$ . Dette betyr at det må sikres mot større skred i området iht. NVE veileder. Som nevnt ovenfor om stabilitet fra jernbanefylling vil dette være svært krevende og trolig ikke gjennomførbart.

## 5.6 Terreng østsiden

### Bart fjell

Det er ikke kjennskap til bart fjell på østsiden i strandsone, men det er trolig noe bart fjell langs Sarpsborgveien Rv 111.

### Strandsone

Det er flat terreng ut i elva som består av industri arealer, dyrket mark og boliger. Strandsonen ligger på omkring kote 1. Det er noe platå landskap hvor terrenget stiger opp 6-7 m bak strandsonen.

Bak strandsonen, i nordøstre del av området har det tidligere vært et leire uttak og her er det stående vann i dag.

### Glomma

Glomma ligger med laveste kote på fra -10 til -20. dette betyr at skråningshøyden fra strandlinje og ned til elvebunn er mellom 10 - 20 m. Skråningshelning fra rapport 40601 viser en helning mellom 20 - 45 grader

## 5.7 Grunnforhold Østsiden

### Generelt

Søndre veglinje er ikke dekket av grunnundersøkelser. Nordre linje er dekket av flere rapporter med strandsonen og bakenforliggende områder.

### Fjellforhold

Rapport 40601 som ligger ved strandkanten for nordre linje viser antatt fjell på mellom 10 - 30 m. Bakenforliggende område i rapport 49616 og 511268-1 viser borede dybder på 13 - 40 m. Det er enkelte steder med bart fjell langs Sarpsborgveien (Rv. 111). Lokalt kan det være bratt fjelloverflate.

### Grunnvann

Det er antatt at grunnvannet i strandsonen tilnærmet følger Glommas nivå mens bakenforliggende områder har en grunnvannstand litt under terreng.

### Løsmasser

Det tatt opp prøver som viser bløt siltig leire med høyt vanninnhold. Leira er siltig med organisk innhold og enkelte sandige lag. Leira er middels sensitiv i strandsonen, men det er også registrert lommer med kvikklere øst for Galtungveien. Tyngdetetthet,  $\gamma = 16,5 - 18,5 \text{ kN/m}^3$ . I strandsonen viser prøveserien SuD på mellom 20 - 45 kPa. Triaks er tolket med en friksjon,  $\phi = 25$ , og attraksjon,  $a = 10 \text{ kPa}$ . Ødoemter viser overkonsolidering med  $p_c$  mellom 200 - 250 kPa ved kote 1, noe som indikerer et tidligere effektivt vertikalt trykk som var 100 - 150 kPa større enn dagens vertikalt trykk (opprinnelig terreng trolig kote 15).  $C_v$  er målt til ca.  $4 \text{ m}^2/\text{år}$  for normalkonsolidert område.

## 5.8 Setningsvurderinger øst

Generelle setningsberegning på flatt terreng viser at en kan fylle opp mellom ca. 2 m med konvensjonelle masser. Dette er imidlertid ikke mulig i strandsonen med dagens stabilitet for både søndre og nordre linje. Samtidig som det eksisterer et kompressibelt topplag av treflis og fyllmasser for nordre linje.

## 5.9 Stabilitetsvurderinger øst

### Nordre linje

Nordre linje går over en flat strandsone mellom kote 1 og 2 som er utsatt for flom. Skråningen fra strandsonen og ned til elvebunn er opp mot 20 m høy og dette gir  $SF = 1,4$ .

For nordre linje må pelefundamentering for bru bør gjøres minst 20 m fra elvekanten for å ikke redusere stabiliteten i strandsonen under anlegget og for å trekke fundamentet utenfor potensielt

rasområde. Det må videre undersøkes om kvikklere som er funnet langs linja utgjør et sammenhengende lag.

#### Søndre linje

Det er ikke noe grunnlag for søndre linje. Vi antar ut fra terreng formasjon at det er noe grunnere til fjell. For søndre linje er terrenget annerledes og det er kun en liten strandlinje som går rett over i skråning opp mot kote 11. Her må det trolig avlastes fra kote 11 et par meter, for å få tilfredsstillende stabilitet fra platåterreng og ned mot strandsonen og for å kunne etablere pelefundament. Pelefundamentet må trolig etableres bak strandsonen i skråningen. Ved bløte masser og stor dybde til fjell er stabiliteten for dette alternative meget lav.

## 6 Alternativ Midt

### 6.1 Grunnundersøkelser

I vårt grunnlag er følgende grunnundersøkelser vurdert for alternativ Midt

- Geoteknisk datarapport 511652-1, Multiconsult AS, 09.09.2011, ref. [6]
- Geoteknisk rapport 20031598, NGI, 10.10.2005, ref. [7]

### 6.2 Terreng vestsiden

#### Bart fjell

Det er ikke kjent om det er registrert bart fjell i dette området.

#### Strandsone

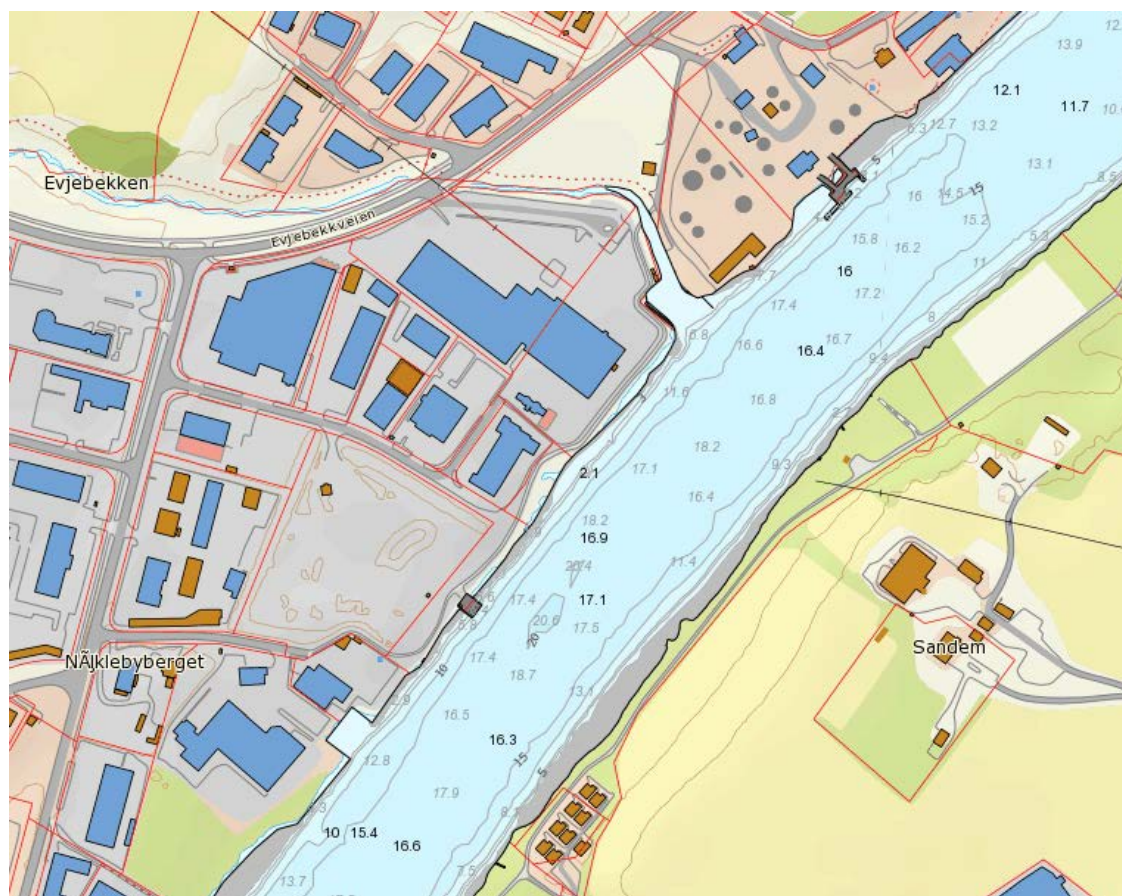
Terrenget er tilnærmet flatt i hele strandsonen på omkring kote 1. Området består av bl.a. småbåthavn og tankanlegg.

#### Jernbane

Jernbanesporet ligger over 700 m fra strandkanten.

#### Glomma

Glomma ligger med laveste kote på -21. dette betyr at skråningshøyden fra strandlinje og ned til elvebunn er opp til 22 m. Skråningshelning i Glomma er antatt å være mellom 25 – 45 grader.



Figur 5 viser online Arealis kart med bunnkoter midt i Glomma på mellom kote - 15 og kote - 21

### 6.3 Grunnforhold Vestsiden

#### Generelt

Søndre veglinje er ikke dekket av grunnundersøkelser. Nordre linje er delvis dekket av rapport 511652-1.

#### Fjellforhold

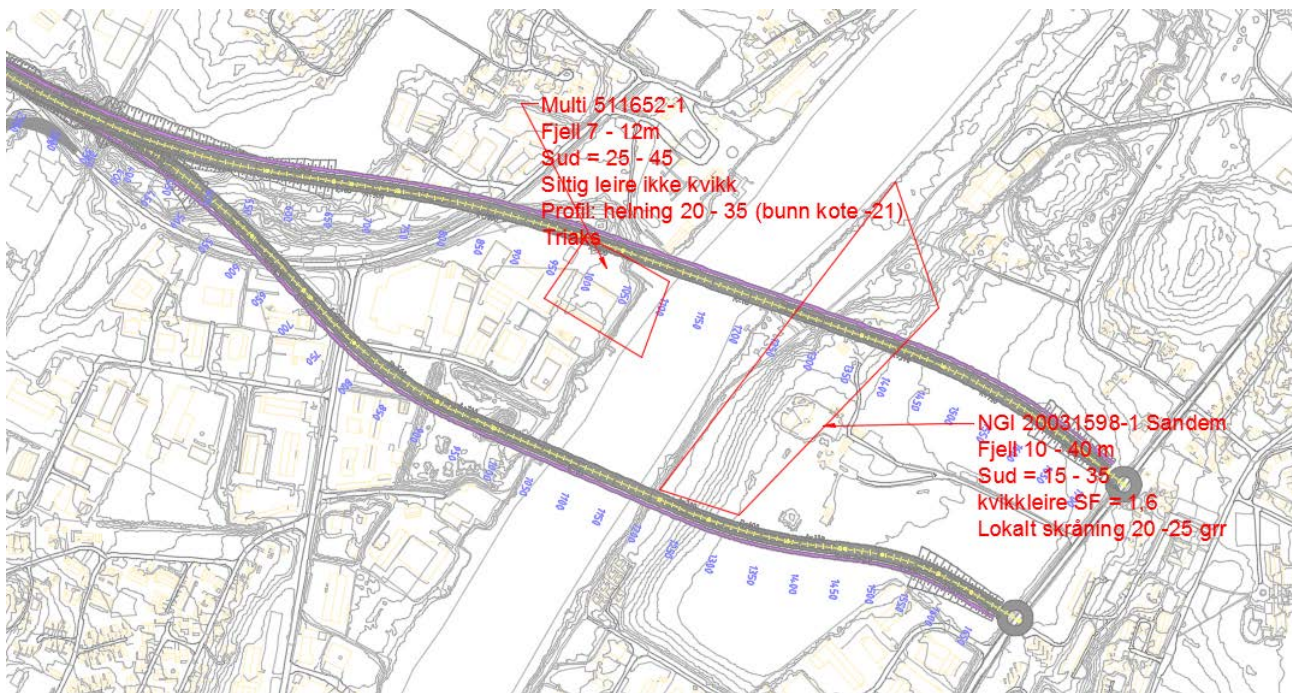
Rapport 511652-1 inneholder sonderinger som har stoppet på dybder mellom 7 - 12 m. Dette er ikke sikker påvisning av fjell.

#### Grunnvann

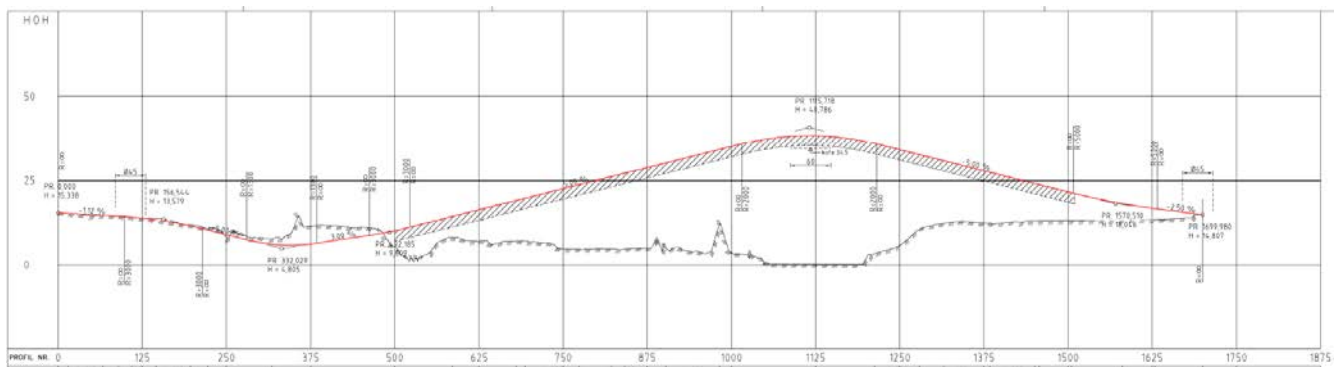
Det er antatt at grunnvannet i strandsonen tilnærmet følger Glommas nivå mens bakenforliggende områder har en grunnvannstand litt under terreng.

#### Løsmasser

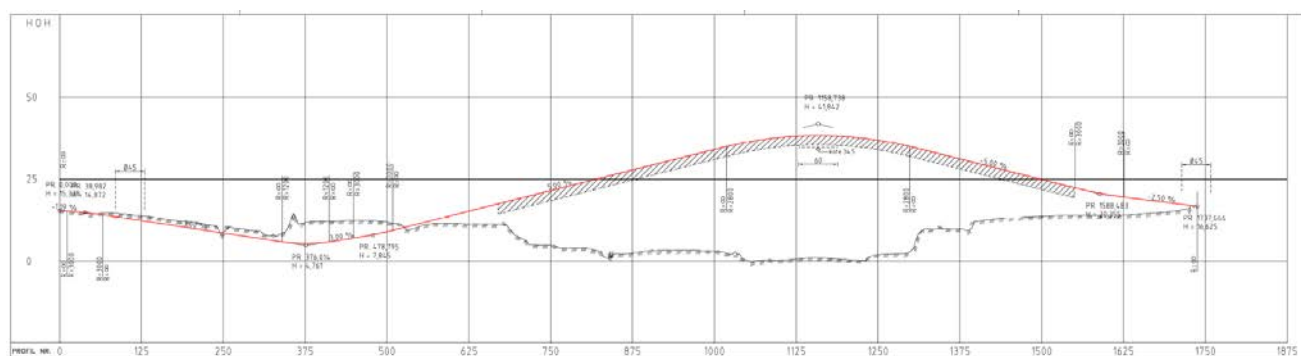
Det tatt opp prøver som viser bløt siltig leire. Leira er siltig med organisk innhold. Leira er middels sensitiv i strandsonen med et mindre lag på 2,5 m dybde som kan karakteriseres som sprøbruddmateriale iht. ref. [6]. Tyngdetetthet er registrert med gjennomsnitt mellom 17,5 - 18,5 kN/m<sup>3</sup>. I strandsonen viser prøveserien SuD på mellom 20 - 35 kPa. Triaks utført på kote -8 og kote -11 er tolket med en friksjon,  $\phi = 29$ , og attraksjon,  $a = 15$  kPa.



Figur 6 viser oversikt over rapporter i området for midtre alternativ



Figur 7 viser lengdeprofil for søndre linje



Figur 8 viser lengdeprofil for nordre linje

## 6.4 Setningsvurderinger vest

Det henvises til generelle setningsvurderinger og krav. Det er stabilitetsforhold som er dominerende for løsning på denne siden av Glomma. Det er antatt at oppfylling opp mot 2,5 m med konvensjonelle masser er mulig da fjelldybden er rundt 10 m. Dette forutsetter forholdsvis flatt terreng.

## 6.5 Stabilitetsvurderinger vest

### Stabilitet

Det er forholdsvis flatt terreng fra elvekanten med kun svak tendens til platåterreng før et stykke bak strandsonen for både linje sør og nord. Dette betyr at stabiliteten fra strandsonen og ut i Glomma dominerer. Generelt bør det derfor ikke belastes i et belte 20 m fra elvekanten.

### Bru

Brufundament for linje sør og nord kan etableres ca. 20 m fra elvekant.

### Områdestabilitet

Prøveseriene viser ikke kvikklere, og det er derfor antatt at det ikke eksisterer et sammenhengende lag av kvikkleire fra Glomma og opp mot strandsonen og bakenforliggende platåterreng.

Brufundament og vegfylling bør derfor kunne etableres uten større skredfare.

## 6.6 Terreng østsiden

### Bart fjell

Det er ikke kjennskap til bart fjell i strandsonen på østsiden.

### Strandsone

Det er flat terreng ut i elva som består av mest dyrket mark. Strandsonen ligger på omkring kote 3. Det er tendens til platå i landskapet hvor terrenget stiger opp 8 - 10 m bak strandsonen til kote 12 - 14.

### Glomma

Glomma ligger med laveste kote fra -10 til -20. Dette betyr at skråningshøyden fra strandlinje og ned til elvebunn er mellom 10 - 20 m. Skråningshelning fra rapport 511652-1 viser en helning omkring 25 grader.

## 6.7 Grunnforhold Østsiden

### Generelt

Rapport 20031598-1 dekker strandsonen for begge veglinjene.

### Fjellforhold

Det er boret til 30 m uten sikker fjell registrering.

### Grunnvann

Det er antatt at grunnvannet i strandsonen tilnærmet følger Glommas nivå mens bakenforliggende områder har en grunnvannstand litt under terreng. Rapport 20031598-1 anslår et nivå 2 m under terreng med svakt undertrykk i dybden i forhold til hydrostatisk trykk.

### Løsmasser

Det er kvikklere fra 3 - 20 m dybde over medium sensitiv leire til 30 m nærmest Glomma. Det er antatt at opprinnelig terrengnivå var på kote 13,5.



## 6.8 Setningsvurderinger øst

Det henvises til generelle setningsvurderinger og krav. Det er stabilitetsforhold som er dominerende for løsning på denne siden av Glomma. Det er antatt at oppfylling opp mot 2 m med konvensjonelle masser er mulig da fjelldybden varierer til over 30 m. Dette forutsetter flatt terreng.

## 6.9 Stabilitetsvurderinger øst

### Stabilitet

Strandsonen er forholdsvis smal før en kommer til bakenforliggende platåterreng for både linje sør og linje nord. Dette fører til en totalt høyere skråning fra topp platåterreng og ned i Glomma enn høyden fra strandsonen og ut i Glomma. I NGI rapport ref. [7] er det utført beregning som viser  $SF = 1,6$  for stabilitet fra platåterreng og ut i Glomma. Det er antatt at stabiliteten fra strandsonen og ut i Glomma er tilsvarende, eller noe lavere da mektigheten på kvikklirelaget øker fra strandsonen og ut i Glomma.

### Bru

Brufundament kan trolig etableres i skråningen bak strandsonen hvor mektigheten av kvikklirelaget blir mindre. Dette forutsetter et par meter senkning av terrenget bak.

### Områdestabilitet

Det er registrert kvikklire i området som trolig består av et sammenhengende lag ut i Glomma, samtidig som skrånings helningen  $> 1:15$  opp mot platåterreng. Dette betyr at det må sikres mot større skred i området iht. NVE veileder. Tiltaket er å senke terrenget på toppen av platået med et par meter før etablering av brufundament.

## 7 Alternativ Nord

### 7.1 Grunnundersøkelser

I vårt grunnlag er følgende grunnundersøkelser vurdert for alternativ Nord

- Geoteknisk rapport 0287-2, NGI, 04.04.1961, ref. [8]
- Geotekniske tegninger 4520, Noteby, 15.10.1964, ref. [9]
- Geotekniske tegninger 40601, Noteby, 17.09.1987, ref. [10]
- Geoteknisk datarapport 102608-1, Multiconsult AS, 06.09.2002, ref. [11]
- Geotekniske tegninger 511924, Multiconsult AS, 26.06.2003, ref. [12]
- Geoteknisk datarapport 200221001-1, NGI, 04.04.2002, ref. [13]

### 7.2 Terreng vestsiden

#### Bart fjell

Det er synlig fjell på Ombergfjellet som strekker seg nordøstover langs strandkanten.

#### Strandsone

Ombergfjellet går ned i vannet ved søndre enden av området.

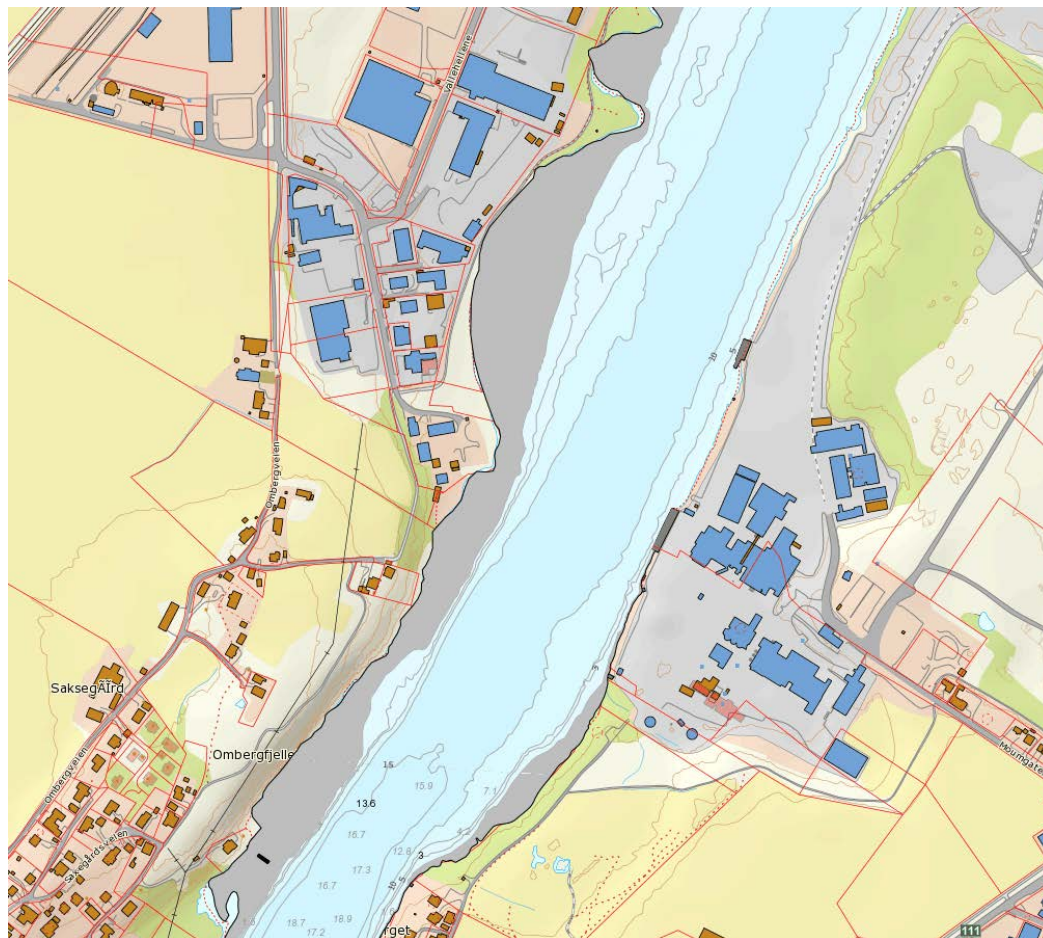
Lenger nord ligger strandsonen på omkring kote 2 og stiger slakt i østlig retning opp mot kote 6 - 8. Det er platå landskap hvor terrenget stiger opp til omkring kote 15 bak strandsonen

### Jernbane

Jernbanesporet ligger over 500 m fra strandkanten.

### Glomma

Glomma ligger med laveste kote på -19 iht. Arealis. Tidligere undersøkelser tyder på at elvebunn ligger mellom kote -10 og -15. Dette betyr at skråningshøyden fra strandlinje og ned til elvebunn er opp til 15 m. Skråningshelning i Glomma er meget slak ut til marbakken hvor den øker, mot midten av elva. Vi har ingen informasjon om dette, men antar at skrånings helningen ved marbakken kan være opp mot 25 grader.



Figur 9 viser online Arealis kart med bunnkoter midt i Glomma på mellom kote - 10 og kote - 19

### Historikk

Rapport 102608 antyder at det har vært teglverksdrift på område (Nedre Omberg teglverk). Mudring og utfylling kjenner vi ikke til.

## 7.3 Grunnforhold vestsiden

### Generelt

Rapport 0287-2 dekker strandsonen for nordre linje, og rapport 102608-1 ligger mellom nordre og midtre linje bak strandsonen.

### Fjellforhold

Det er boret til 25 m uten sikker fjell registrering. Det er i rapport 0287-2 laget et fjellkote kart som

viser nordøstlig retning på forsenkinger/spylerenner og høyderygger. Boringer i Glomma viser fjell på kote -20 nær nordre alternativ. Fra Glomma stiger fjellet i østlig retning. I strandsonen ligger fjellet på mellom kote -5 og -10.

For søndre linje er det bart fjell fra Ombergfjellet og ut i Glomma.

### Grunnvann

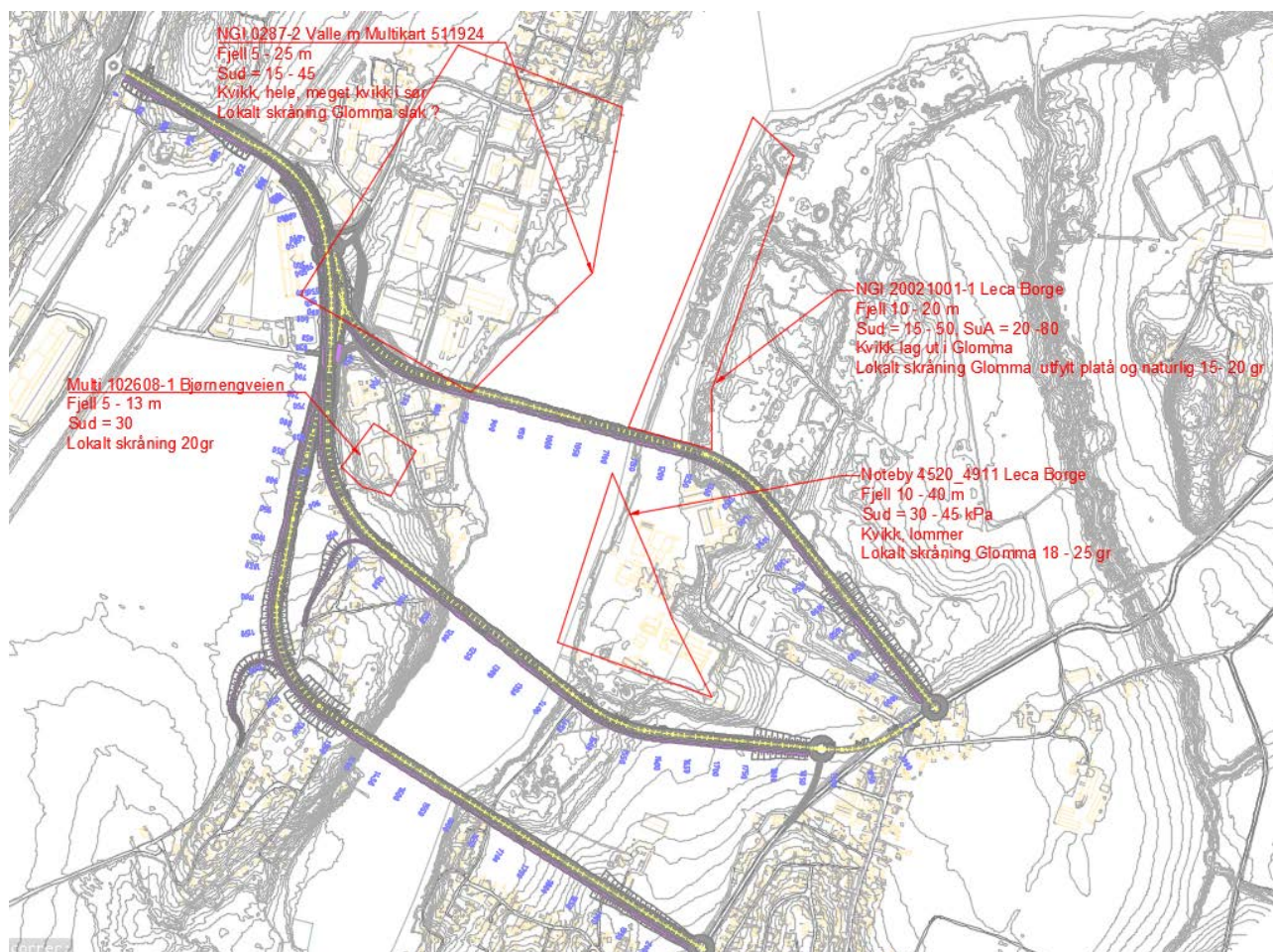
Målt poretrykk fra rapporten viser en grunnvannstand på ca. 1 m under terreng med noe mindre økning enn hydrostatisk trykk i dybden.

### Løsmasser

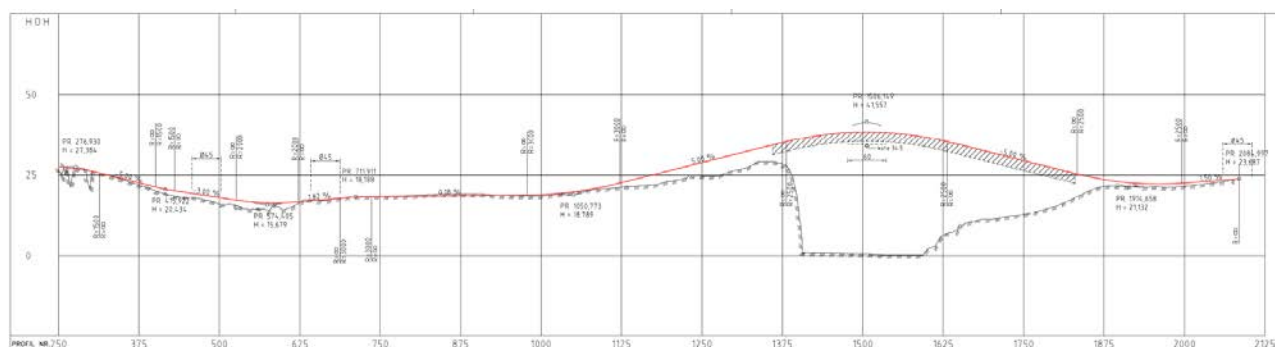
Ved nordre alternativ er det bløt kvikkleire under topplaget og ned til fast grunn/fjell.

Det er tatt prøver i Glomma som viser kvikklere fra terreng og ned til fast lag med en SuD på omkring 40 kPa. Ødometer viser at leira er overkonsolidert.

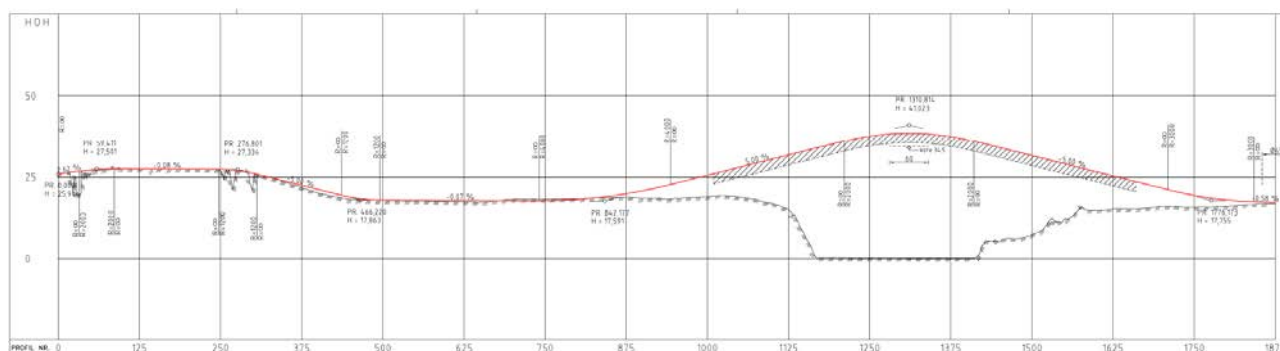
Leira i strandsonen er stort sett medium sensitiv med SuD = 20 – 40 kPa, men det kan forekomme lommer av kvikklere.



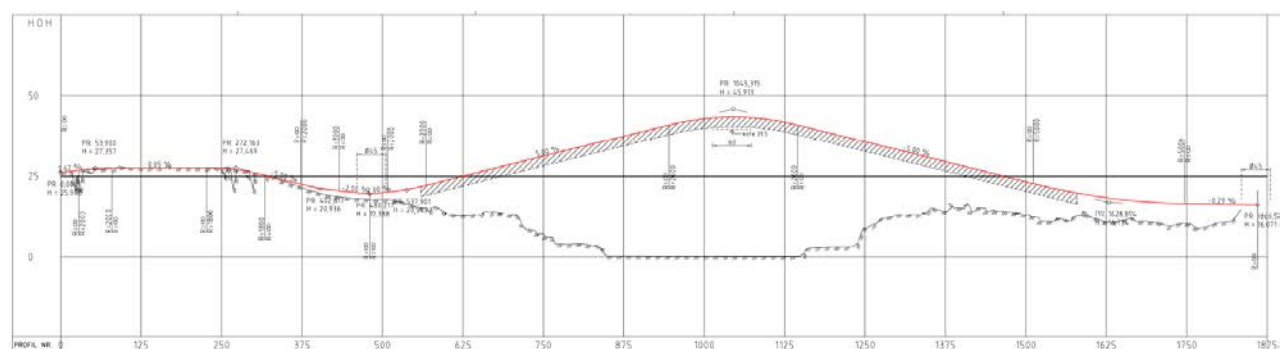
Figur 10 viser oversikt over rapporter i området for nordre alternativ



Figur 11 viser lengdeprofil for søndre linje



Figur 12 viser lengdeprofil for midtre linje



Figur 13 viser lengdeprofil for nordre linje

## 7.4 Setningsvurderinger vest

### Søndre linje

Det er bart fjell ned mot Glomma og her kan det trolig fylles opp over 4 m med konvensjonelle masser. Der linja svinger mot nord blir det trolig dypere til fjell og en kan kun generelt fylle 2 - 3 m med konvensjonelle masser.

### Midtre linje

Det er antatt grunt til fjell og bart fjell ned mot Glomma, og her kan det trolig fylles opp over 3 m med konvensjonelle masser. Der linja svinger mot nord blir det trolig dypere til fjell og en kan kun generelt fylle 2 m med konvensjonelle masser.

### Nordre linje

Det henvises til generelle setningsvurderinger og krav. Det er stabilitetsforhold som er dominerende for løsning på denne siden av Glomma. Det er antatt at oppfylling opp mot 2 m med konvensjonelle masser er mulig da fjelldybden varierer til over 25 m. Dette forutsetter flatt terreng.

## **7.5 Stabilitetsvurderinger vest**

### Søndre linje

Det er bart fjell ned mot Glomma og stabiliteten mot Glomma er dermed ivaretatt.

### Midtre Linje

Det er bart fjell ned mot Glomma på et mindre parti og der er derfor antatt at stabiliteten mot Glomma er ivaretatt forutsatt små dybder til fjell også på nordsiden av veglinja.

### Nordre linje

Stabiliteten i strandsonen ut mot Glomma vil variere noe med forekomst av kvikklere og dybder til fjell i område.

Det er registrert kvikklere i området som trolig består av et sammenhengende lag ut i Glomma, samtidig som skrånings helningen  $> 1:15$  opp mot platåterreng. Dette betyr at det må sikres mot større skred i området iht. NVE veileder. Tiltaket er å senke terrenget på toppen av platået med et par meter før etablering av brufundament.

### Bru

For nordre linje kan brufundament kan trolig etableres i skråningen bak strandsonen. Dette forutsetter et par meter senkning av terrenget bak for å ivareta områdestabiliteten.

For søndre og midtre linje etableres brufundamentet på bart fjell ved Glomma.

## **7.6 Terreng østsiden**

### Bart fjell

I sør er det synlig fjell ved Torpberget ned mot Glomma. Påskefjellet i nord ligger et stykke fra Glomma.

### Strandsone

Nord for Torpberget ligger strandsonen på omkring kote 2. Det er platå landskap hvor terrenget stiger opp mot kote 15 bak strandsonen.

### Glomma

Glomma ligger med laveste kote på -19 iht. Arealis. Tidligere undersøkelser tyder på at elvebunn ligger mellom kote -10 og -15. Dette betyr at skråningshøyden fra strandlinje og ned til elvebunn er opp til 15 m. Skråningshelning i Glomma kan være opp mot 25 grader iht. rapporter.

### Historikk

Geotekniske tegninger 4520 viser planlagt mudring og utfylling på deler av industriområdet. Nærmere detaljer omkring dette er ikke kjent.

## 7.7 Grunnforhold østsiden

### Generelt

Rapporter 20021001 og tegning 4520 dekker strandsonen for nordre linje.

### Fjellforhold

Det er boret til 40 m uten sikker fjell registrering. Boringer er stoppet på mellom 2 og 40 m. Boringer nær Glomma viser fjell på omkring kote -20. Fra Glomma stiger fjellet generelt i vestlig retning.

For søndre alternativ er det bart fjell fra Torpeberget og ut i Glomma.

### Grunnvann

Målt poretrykk fra rapport 20021001 viser en grunnvannstand på ca 1 m under terreng i strandsonen mens den er ca. 5 m under terreng på platået bak ved kote 15.

### Løsmasser

Det er lommer med kvikklere mellom midtre og nordre linje i strandsonen. Nord for dette er det kvikklere ut i Glomma. Massen betegnes som leire og siltig leire. SuD er i størrelsesorden 20 – 40 kPa i strandsonen, og er overkonsolidert med et antatt tidligere terrengnivå på kote 15.

## 7.8 Setningsvurderinger øst

### Søndre linje

Det er bart fjell i elvekanten av Glomma og trolig grunt til fjell. Bak elvekanten og et stykke opp mot platåterreng er det antatt at det kan fylles 4 m med konvensjonelle masser forutsatt at skråningen mot nord er stabil. Ellers er det generelt mulig fylle opp mot 2 m.

### Midtre og nordre linje

Det henvises til generelle setningsvurderinger og krav. Det er stabilitetsforhold som er dominerende for løsning på denne siden av Glomma. Det er antatt at oppfylling opp mot 2 m med konvensjonelle masser er mulig da fjelldybden er over 20 m. Dette forutsetter forholdsvis flatt terreng.

## 7.9 Stabilitetsvurderinger øst

### Søndre linje

Det er bart fjell ned mot Glomma og stabiliteten mot Glomma er dermed ivaretatt. Platåterreng bak må trolig senkes et par meter for stabiliteten for en glidesirkel fra platå og nedover skråningen.

### Midtre linje

Strandsonen ligger på noe høyere enn kote 2. Det er derfor antatt at fjellet lokalt kan ligge grunt. Ut fra denne forutsetningen vil stabiliteten være ivaretatt ned mot Glomma.

### Nordre linje

Her er stabiliteten fra både strandlinje og terreng beregnet i NGI rapport ref. [13]. Denne viser sammenhengende lag av kvikklere ut i Glomma. For strandsonen stabiliteten er  $SF = 1,63$ . Stabiliteten fra platå og ut i strandsonen gir  $SF = 1,2$  så her må platået senkes et par meter.

Ut fra antagelsen om at det eksisterer et sammenhengende kvikklialag for nordre linje må området sikres iht. NVE veileder. Dette innebærer primært senkning av platå bak strandsonen.

## 8 Overordnet rangering av linjer

Ut fra en helhetsvurdering av brokryssingslengder, topografi og grunnforhold er det gjort en overordnet rangering av alternativene.

1. Nordre område, linje syd. Fjell på begge sider av Glomma.
2. Nordre område, linje midt. Fjell vestsida, trolig grunt til fjell østside.
3. Nordre område linje nord. Kvikkliere, men trolig muligheter for senkning av platå. Beregnet sikkerhet mot Glomma SF = 1,63.
4. Søndre område, linje syd. Fjell på vestsiden. Antar grunt til fjell på østsiden og muligheter for å senke platå. Ved stor dybde til fjell rangeres dette alternativet som nummer 6.
5. Midtre område, linje nord. Kvikkliere vestsiden.
6. Midtre område, linje sør. Kvikkliere vestsiden, lang bru.
7. Søndre område, linje nord. Vestre strandlinje med labil skråning i kvikkliere opp mot jernbane vil trolig ikke kunne tilfredsstille dagens krav til sikkerhet selv etter tiltak.

## 9 Videre arbeider

Rapporten er kun et første utkast for strandsonen med grunnlag i rapporter for strandsonen. Lokale fjellforhold er viktig med tanke på kryssing av Glomma, og bør kartlegges noe nærmere i videre utredning.

Det er svært lite rapportgrunnlag utenfor strandsonen noe som bør vurderes i videre utredning.

Vi har ikke kommet over fjellkontrollboringer som bekrefter fjelloverflaten. Dette bør vurderes.

## Kontrollside

Dokument	
Dokumenttittel: Fredrikstad. Ny bru Glomma, Vurderinger foreløpig	Dokument nr: 111590r2
Oppdragsgiver: Asplan Viak AS	Dato: 25.05.2016
Emne/Tema: Grunnforhold	

Sted		
Land og fylke: Norge, Østfold	Kommune: Fredrikstad	
Sted: Glomma		
UTM sone: 32	Nord: 6568300	Øst: 613900

Kvalitetssikring/dokumentkontroll					
Rev	Kontroll	Egenkontroll av		Sidemannskontrav	
		dato	sign	dato	sign
	Oppsett av dokument/maler				
	Korrekt oppdragsnavn og emne				
	Korrekt oppdragsinformasjon				
	Distribusjon av dokument				
	Laget av, kontrollert av og dato				
	Faglig innhold				

Godkjenning for utsendelse	
Dato: 30.05.16	Sign.: