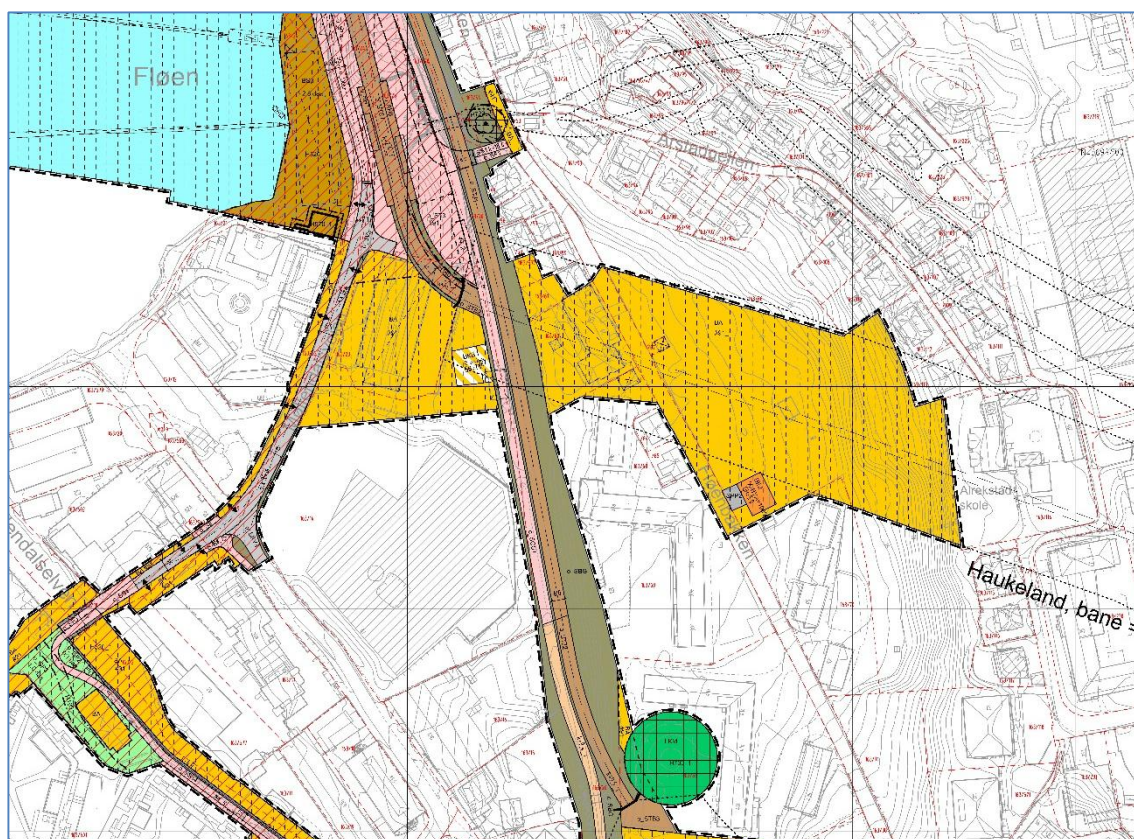


Notat Vurdering av skredfare i Fløen/Årstadgeilen

Oppdragsnummer	Dato	Opprettet av	Kontrollert av
15570500	16.02.2017 Rev. 17.03.2017	NOLOHN	NOJAJO
Filnavn	D01_140_not_Geo_Vurdering av skredfare i Fløen_00001		

1. Innledning

Sweco har på oppdrag for Bergen kommune vurdert skredfaren i et område ved Fløen/Årstadgeilen i Bergen. Kommunen har i forbindelse med reguleringsplanarbeidet med ny bybanetrasé i området mottatt bekymringsmeldinger fra beboere i området angående mulig skredfare i området i forhold til eventuell etablering av bybanen. Det er i forbindelse med notatet utført en befaring i området.



Figur 1. Utsnitt av plankart over aktuelt område.



2. Beskrivelse og observasjoner

2.1. Løsmasser og terreng

Området som bekymringsmeldingen omtaler ligger i skråningen på nedsiden av Årstadvollen og består i stor grad av løsmasser. Flaten på Årstadvollen utgjør et stort breelvedelta avsatt opp til havnivå i slutten av siste istid. Flaten danner toppen av deltaet og markerer havnivået ved tidspunkt for avsetning. Ved byggingen av UiBs nye Odontologibygget var massene eksponert i byggegropen. Massene består av grus- og sand (Figur 2).



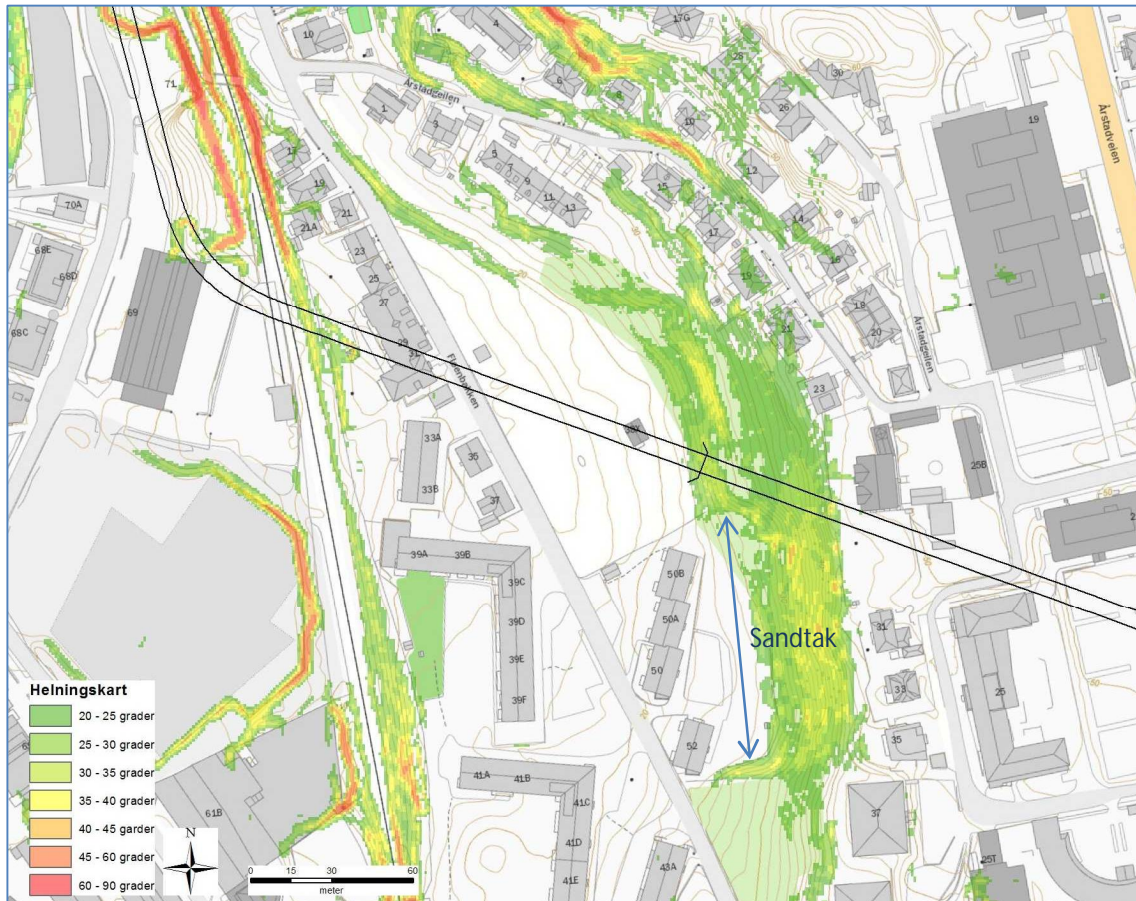
Figur 2. Bilde fra byggegrop for nytt Odontologibygget på Årstadvollen tatt i 2009.

Fra Møllendalsveien stiger terrenget om lag 5-6 m fra jernbanelinjen/uttrekkssporet opp til den bebygde flaten og parsellhagen med varierende bratthet (Figur 3), steilt/vertikalt ved bergskjæring i nord ved Fløenbakken 17-21A, og slakere løsmasseskråning/fyllingsfront vest for Fløenbakken 23-39. I bakkant av utflatingen stiger terrenget 10-20 m fra parsellhagen opp mot Årstadgeilen med hovedsakelig helning lavere enn 25°. Det er flere avsatter/veier i skråningen hvor gradientene lokalt er brattere.

Bak boligblokken Fløenbakken 50-50B er skråningen opp mot Årstadgeilen brattere (Figur 3). Her har det ifølge bekymringsbrev tidligere vært uttak av sand/grusmasser (Figur 5). Terrenget her er gjennomsnittlig om lag 30° bratt, men er stedvis opptil 40°.

Det er ikke overflatevann i området og massene har høy nok permeabilitet til å lede overflatevann ned i grunnen. Grunnvannsnivået kommer ikke opp i dagen i området.





Figur 3. Helingskart over området. Bybanetrasé med tunnelpåhugg og området for tidligere uttak av sand er markert i kartet.

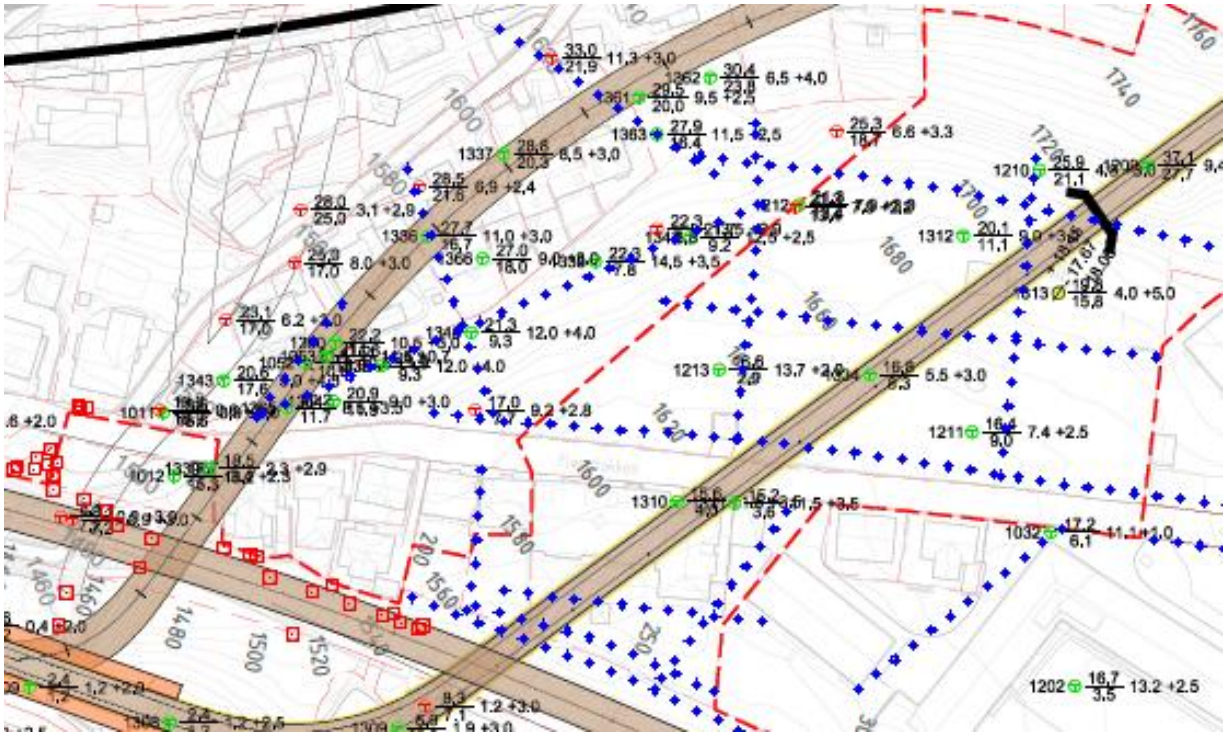
2.2. Grunnundersøkelser

Det er gjennomført en rekke grunnboringer i området (Figur 4). Disse er konsentrert omkring de undersøkte traséene. Boringene viser at det er betydelig mengder løsmasser. Største observerte mektighet ligger i nordlig del av parselhagen hvor løsmasselaget er 14,5 m tykt. I øvre del av Årstadgeilen (nord) er det mindre løsmasser (ca. 2 m). Det er ikke utført grunnboringer ved skråningstoppen ved Alrekstad skole. På østsiden av Årstadgeilen 25 er det utført grunnboring som viser at løsmassene her er fra 7-13 m tykke.

På grunnlag av mottatt totalsonderingsprofil fra utførte totalsondering, sammen med prøvetaking er det mulig å anslå type løsmasser. Generelt tolkes resultatene til at løsmassene består av et øvre lag bestående av sand ned til ca 3-5 m dybde, og et nedre lag med antatt grus over berg. Enkelte borprofil viser dybdevekslende grus og sandlag tilsvarende observasjonene i byggegropen ved odontologen (Figur 2). Det er ikke funnet tegn til at det her er morene eller finkorninge masser. Bergoverflaten fremstår kupert i området ved parselhagen og det skrår opp mot Årstadgeilen.

Grunnvannsbrønn i parselhagen viser en gjennomsnittlig grunnvannstand på kote +17,67, tilsvarende ca 2 m under terreng.





Figur 4. Utsnitt av utførte grunnundersøkelser i Fløen med markert banetrase 1 og 2.

2.3. Skredhendelser i området

I NVEs register over skredhendelser er den ingen registrerte skred i området. Bekymringsmeldingen trekker frem en utrasing på 30-tallet, i et område som ble benyttet for uttak av masser (Figur 5). Uttaket ses i dag tydelig i kotene. I skrånningen observeres flere mindre groper/rasskar som viser mindre utrasinger i skrånningen. Det er ikke observert former som tilsier en større kollaps. Terrenghelningen i gropen er lokalt opp til ca. 40° og er betydelig brattere enn langs flankene på siden av uttaksgropen.

På bilde fra 1928 (Figur 5) ses også en utrasing av masser sentralt i gropen. Brattkanten øverst i uttaksgropen ses ikke i terrenget i dag (Figur 3).





Figur 5. Bilde av sandtaket i Fløen tatt 28.01.1928. Kilde: «Marcus» bildesamling ved UB (marcus.uib.no), bilde «ubb-kk-n-301-020».

2.4. Beskrivelse av tiltak i anleggstiden

For søndre banetrasé er det planlagt å etablere åpen byggegropp fra Møllendalsveien, gjennom parsellhagen til bergpåhugg. For å komme i berg med tunnel til Haukeland, er det på grunn av de terrengmessige forholdene, bebyggelse og jernbanetunneler, planlagt at løsmassene må stabiliseres med spuntvegg. Spunten må etableres fra eksisterende jernbanespor/uttrekksspor og inntil påhugget like bak bygget i parsellhagen.

For nordre banetrasé blir det etablert tunnel fra jernbanespor og under bebyggelse i Fløenbakken 17 og videre under bebyggelse i Årstadgeilen. På grunn av liten bergoverdekning på det utføres grunnforsterkning ved Årstadgeilen 1 og 3.

3. Vurdering av skredfare

3.1. Avsetninger

Løsmassene i området består overveiende av vekslende lag av grus og sand. Ved avsetning av brelvdelta vil endringer i sesong og daglige endringer i strømningshastighet føre til varierende grovhet, samtidig som elveløpet vil endre retning etter hvert som deltaet bygges opp. Grus- og sandmasser er vanlig i skrå og topplag i brelvdelta. Finstoff vil eventuelt finnes i bunnlagene som i hovedsak avsettes på dypere vann eller eventuelt som bunnlag under skrålag. Det er ingen tegn til finstoff i grunnundersøkelsene i området under parsellhagen og eller i boringene som finnes i øvre del av området. Massene i brattskråningen opp mot Årstadgeilen består trolig utelukkende av sand og grus. Dette støttes bilde fra 1928 (Figur 5), samt at det tidligere er tatt ut masser i herfra. Andre finkornete løsmasser er lite egnet for bruk i f.eks. veg og betong.

3.2. Egenskaper sand og grusmasser

Sand og grus er såkalte friksjonsmasser, som har lite attraksjon. Naturlig friksjonsvinkel (hvor bratt massen kan ligge) er forholdsvis høy (opp mot 37°). Massene vil i liten grad danne bruddsirkler og eventuelle utrasninger



foregår i hovedsak som skråningsparallele justeringer av skråningsfronten, inntil skråningen ligger med friksjonsvinkelen til materialet.

Statens vegvesen (Håndbok V221) anbefaler at sand og grusmasser legges ut med en skråningsfront på 1:2, tilsvarende 34°.

Grus og sand er generelt lite utsatt for setninger, og setningene kommer i utgangspunktet direkte eller hurtig etter påføring av tilleggsbelastning. Eventuell senkning av grunnvannsstand kan gi høyere tilleggsbelastning av overliggende masser/konstruksjoner, men vil være liten grus- og sandmasser.

3.3. Stabilitet i «naturlige» skråninger

Den delen av skråningen opp til Årstadgeilen hvor det tidligere ikke er tatt ut masser har i hovedsak helning lavere enn 25°. Dette er betydelig mindre enn anbefalinger for slike masser og områdestabiliteten vurderes å være god. Stedvis er det noen brattere og det kan teoretisk oppstå mindre utrasinger for å kompensere for dette, men dette vil utelukkende være av mindre, lokal skala.

I området ned mot jernbanen er høydeforskjellene mindre og det er mindre mektigheter av løsmasser. Her vurderes det at områdestabiliteten er god.

3.4. Stabilitet i sandtaket

Ved uttak av masser i en avsetning blir skåningsprofilen brattere. Etterhvert vil skåningen justeres inntil skråningen er stabil. Skredhendelser i sandtaket er et resultat av uttaket av masser og ikke av en generell ustabilitet i avsetningen. Gjennomsnittlig skåningshelning er nå om lag 30° og det vurderes at skåningen i hovedsak er stabil. Det kan likevel ikke utelukkes mindre utrasinger av partiene brattere enn 35°, men vegetasjonen i skrenten har her en viss stabiliserende effekt. Det bør ikke utføres tiltak i skråningen ved sandtaket som påfører tilleggsbelastning ved skråningstoppen eller som medfører at skråningen blir brattere.

3.5. Stabilitet ved planlagte tiltak

For søndre banetrasé vil påhugget for Haukelandstunnelen etableres ved en spuntet grop gjennom løsmassene og frem til foten av skråningen opp mot Årstadgeilen (Figur 3). Det vil være en forutsetning for tiltaket, at spuntet prosjekteres til å motstå jordtrykket fra omkringliggende masser for å sikre arbeidssikkerheten og lokalstabiliteten rundt gropen. Terrenget omkring der spuntet planlegges er nå stabilt, og etableringen av spuntet vil ikke forringe stabiliteten, snarere forbedre den. Detaljprosjekteringen av spuntkonstruksjonen vil utføres på en slik måte at bevegelser bak spuntgropen ikke skal forekomme.

Område med planlagt spunt ligger ikke i kontakt med uttaksgropen for masser bak Fløenbakken 50-50B, og det vurderes at tiltaket ikke vil påvirke stabiliteten i dette området.

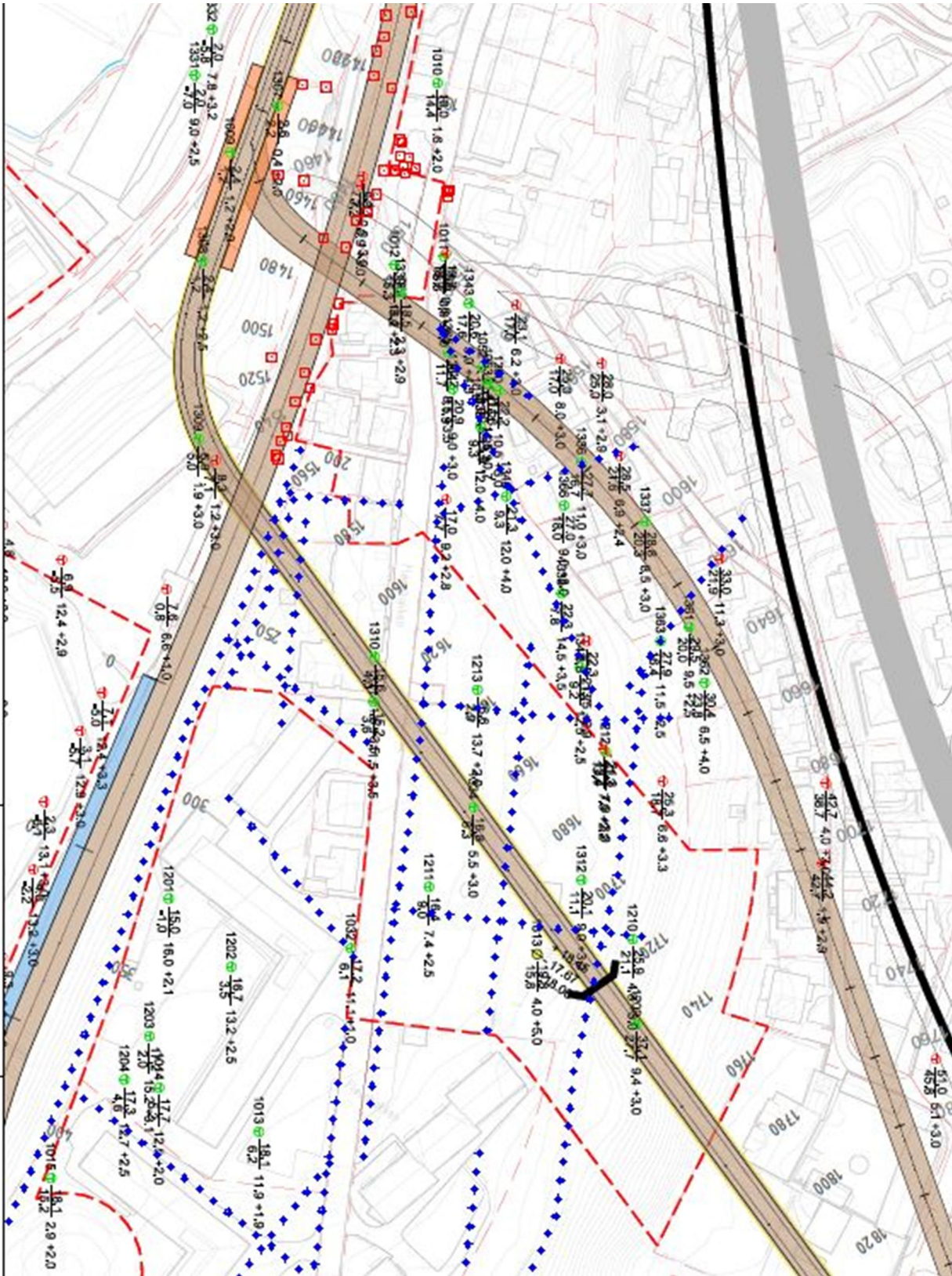
For nordlig banetrasé vil det måtte utføres grunnforsterkning av løsmassene ved Årstadgeilen 1 og 3 og det skal ikke gjøres tiltak som vil endre skråningsforholdene i området. Det vurderes at disse tiltakene ikke vil påvirke skråningsstabiliteten negativt. Grunnforsterkningstiltakene vil prosjekteres på en slik måte at det ikke vil skape ustabile forhold for nærliggende områder.

4. Konklusjon

Sweco har vurdert stabilitet ved påhuggsområde for Haukelandstunnelen i Fløen. Løsmassene består av sand og grus, som generelt har lite problemer med utrasinger så sant naturlig skråningshelning ikke økes uten sikringstiltak eller at det tilføres tilleggsbelastninger nær skråningstoppen. Det forutsettes at spuntet prosjekteres til å motstå massenes jordtrykk og det vurderes at nevnte tiltak ikke vil være negativt for områdestabiliteten i skråningen.



Vedlegg



Figur 6. Utsnitt av utførte grunnundersøkelser i Fløen med markert banetrase 1 og 2.

