



sporveien

Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsteknikk

Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst

SG-TØYO-721-RE-0001



01G	26.01.2022	Førstegangsleveranse		noeivb	norohd	nogejo	
Rev.	Dato	Beskrivelse		Dok. eier	Kontrollert	Godkjent	
Dokumentnummer						Revisjon	Sideantall/ totalt side
Prosjekt	Utgiver	Område	System	Dok.type	Sekvensnr.		
57394	SG	TØYO	721	RE	0001	01G	1 av 24
Leverandørs Dokumentnummer: SG-TØYO-721-RE-0001					Leverandørs Rev: 01G		

EK Mal nr.: **D09405** versjon **2.03**

EK Ansvarlig: **Neergaard, Linn**
Rannstad

	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 2 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV : ja/nei : [Nei]

0. ENDRINGSLOGG

Rev.	Rev.dato	Kapittel/side	Beskrivelse av endring (Cal.11 i heading)

Endringsloggen skal bestå av endringer som er nye for denne revisjonen. Alle endringer skal legges inn her. Dersom endringen er for lang/omfattende, så kan den henvises til her.

	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 3 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

SAMMENDRAG

Rapporten er utarbeidet i forbindelse med forprosjekt for etablering av ny adkomst til Tøyen T-banestasjon og omhandler ingeniørgeologisk og anleggstekniske forhold.

Etablering av ny adkomst til T-banestasjonen omfatter berguttak for en rundt 15 meter dyp sjakt, bergrom for venteareal og brannsluse mot eksisterende plattform 4 samt en ny tunnel for gangforbindelse til plattform 2. I dagen vil sjakten ligge langs Finnmarksgata (Ring 2) og nede på T-banestasjonen vil sjakten ligge mellom to eksisterende T-banetunneler.

Prosjektområdet ligger i Oslofeltets sedimentære bergarter. Bergartene består av ulike leirskifre (svartskifer deriblant alunskifer), kalksteiner og knollekalk fra kambrium og ordovicium som befinner seg i de nederste etasjene i Kambro-silurlagrekken i Oslofeltet. Løsmassemektingen i området er lav og massene består i hovedsak av tilkjørte masser for oppbygging av vei og parkareal.

Etableringen av sjakt og bergrom vil i hovedsak være i svartskifre, og hvor deler av berguttaket vil være i alunskifer. Massene som tas ut vil trolig være syredannende som fører til at massene må deponeres ved godkjent mottak.

På grunn av nærheten til eksisterende T-banestasjon med tilhørende tunneler vil det være behov for supplerende sikring i eksisterende tunneler før oppstart av arbeidene for berguttaket. Bergsikring for sjakt og nye bergrom antas utført med systematisk sprøytebetong og bolting samt noe sikringsstøp. Som vannsikring og forsegling av bergoverflater, er det lagt opp til sprøytbar membran i sjakt og tunneler.

Med en meget sentral beliggenhet, forhold i stasjonsområdet og bergmassenes beskaffenhet, gjør at bergmassene må tas ut med meget skånsomme metoder (forsiktig sprengning, graving, pigging, bergsaging, mekanisk bryting, bruk av ikke-detonerende sprengstoff, eventuelt kombinasjon av disse), for å unngå skader på bygninger, tekniske installasjoner eller kritisk infrastruktur. Eksisterende stasjon skal være i drift i hele byggeperioden og det er store begrensninger for når arbeider som skaper støy, vibrasjon og rystelser kan utføres. Dette da det vil være strenge krav til vibrasjoner og rystelser for arbeidene for å unngå stans i T-banetrafikken. T-Banetrafikken har kun opphold omtrentlig mellom kl. 02.00 og 05.00. Det må også ta hensyn til publikum på stasjonen med tanke på støv, støy med mer.

Etableringen av ny adkomst omfatter et berguttak på ca. 2000 fm³ som skal transporteres ut av anlegget i et urbant bybilde. Masser kan tas ut i toppen av sjakta eller nede på stasjonen, fortrinnsvis i nordenden av plattform 4. Omfang av masseuttak via plattform 4 vil avhenge av strategi og metode for sjakt-driving og muligheter for bruk av skinnegående materiell til massetransport. Omlasting og transport vil i så fall kunne foregå i tidsvinduet fra kl. 02:00 til 05:00.

	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 4 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

INNHold

0. ENDRINGSLOGG	2
SAMMENDRAG	3
1. INNLEDNING	5
1.1 BAKGRUNN	5
1.2 DAGENS SITUASJON	6
1.3 PLANLAGT UTVIDELSE, NY ADKOMST.....	7
2. PROSJEKTERINGSFORUTSETNINGER	8
2.1 REGELVERK OG STANDARDER	8
2.2 GEOTEKNISK KATEGORI	8
2.3 PLAN OG BYGNINGSLOVEN (SAK10)	9
2.4 PROSJEKTERINGS- OG UTFØRELSESKONTROLL.....	9
2.5 TEK 17 § 7, SIKKERHET MOT NATURPÅKJENNINGER	9
2.6 TEK 17 § 10, KONSTRUKSJONSSIKKERHET	10
2.7 SIKKERHET-, HELSE- OG ARBEIDSMILJØ (SHA).....	10
3. GEOLOGI OG GRUNNFORHOLD	10
3.1 LØSMASSER	10
3.2 BERGGRUNNSGEOLOGI	11
3.2.1 Bergarter	11
3.2.2 Oppsprekking og svakhetssoner.....	14
3.2.3 Berggrunn- og bergmassetolkning	14
3.3 TILSTANDSVURDERING STABILITET OG BERGSIKRING	15
3.3.1 Eksisterende anlegg.....	15
3.3.2 Etablering av ny adkomst	16
3.4 HYDROGEOLOGI.....	16
4. ANLEGGSGJENNOMFØRING	17
4.1 FORBEREDENDE ARBEIDER, RIGG.....	17
4.2 GRUNNARBEIDER I DAGEN	18
4.3 TUNNELDRIVING OG BERGARBEIDER I STASJONSOMRÅDET	18
4.4 SJAKTDRIVING	20
4.5 MASSEHÅNTERING	21
4.6 RYSTELSESKRAV	21
4.7 PERMANENT BERGSIKRING.....	21
4.8 VANNHÅNTERING.....	22
4.9 SIKRING HEIBERGLØKKA TVERRSLAG	22
4.10 BETONG- OG BYGNINGSTEKNISKE ARBEIDER, VA, VVS OG ELEKTRO	22
5. VIDERE ARBEID/VURDERINGER	23
VEDLEGG	23
KILDER	24

	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 5 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

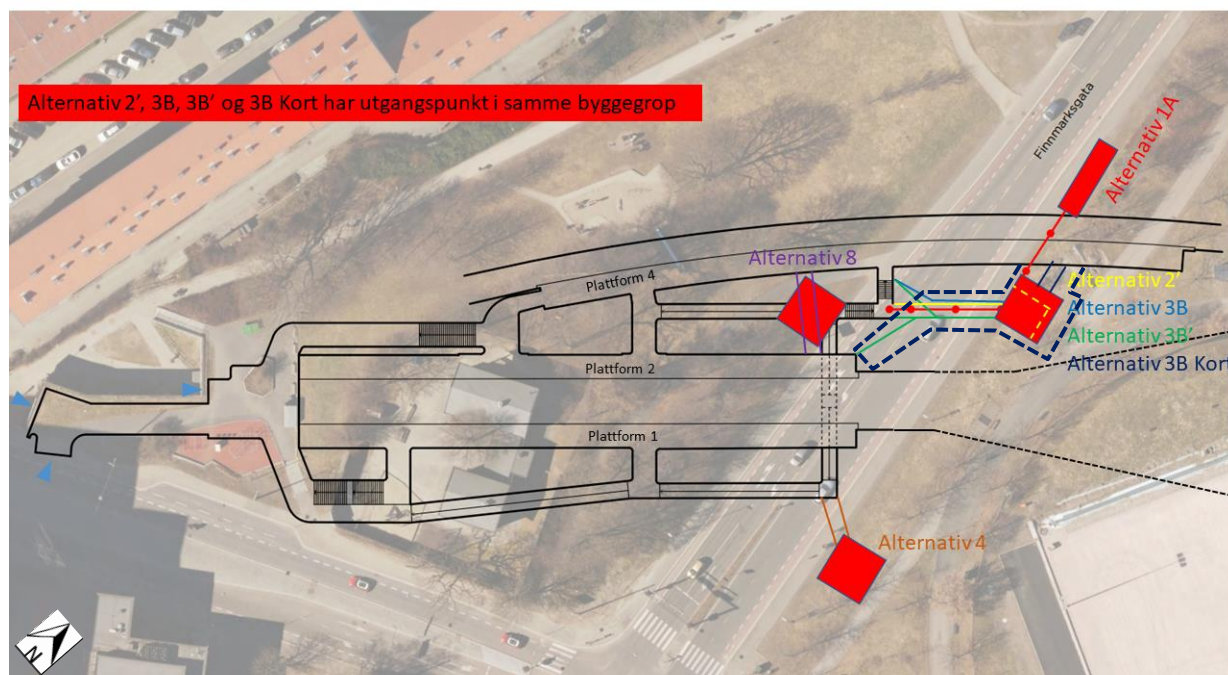
Sweco Norge AS er engasjert av Sporveien i forbindelse med ny adkomst til Tøyen T-banestasjon. Oppdraget omfatter forprosjekt, detaljprosjektering og oppfølging i byggeperioden.

Oppdraget omfatter tverrfaglig prosjektering av ny rømningsvei og adkomst på Tøyen stasjon samt tilkobling til eksisterende stasjon, slik at stasjonsanlegget får to uavhengige adkomster/utganger.

Etablering av en slik atkomst skal primært tilfredsstillende kravet til brannsikkerhet på stasjonen og prosjekteres etter gjeldene forskrifter. Alternativ «3B Kort» skal legges til grunn, og det skal videreutvikles og optimaliseres i et forprosjekt og deretter videre til detaljprosjektering. Prioriteringen i oppdraget er som følger:

1. Etablering av ny rømningsatkomst mellom eksisterende stasjon og terreng.
2. Publikumsatkomst med universell utforming (heis).
3. Utforming av ny rømningsatkomst som sekundær publikumsatkomst til stasjonen

Den nye adkomsten som skal etableres som en sjakt i berg fra Finnmarksgata (Ring 2), vises i Figur 1. Blått omriss viser alternativ «3B Kort», sjakt med tilkobling til plattform 4 og gangforbindelse til plattform 2.



Figur 1: Figuren viser en oversikt over ulike alternativer for ny adkomst. Valgt alternativ er 3B-kort, dette alternativet er vist med stiplet mørkt blått omriss. (modifisert, Sporveien [1])

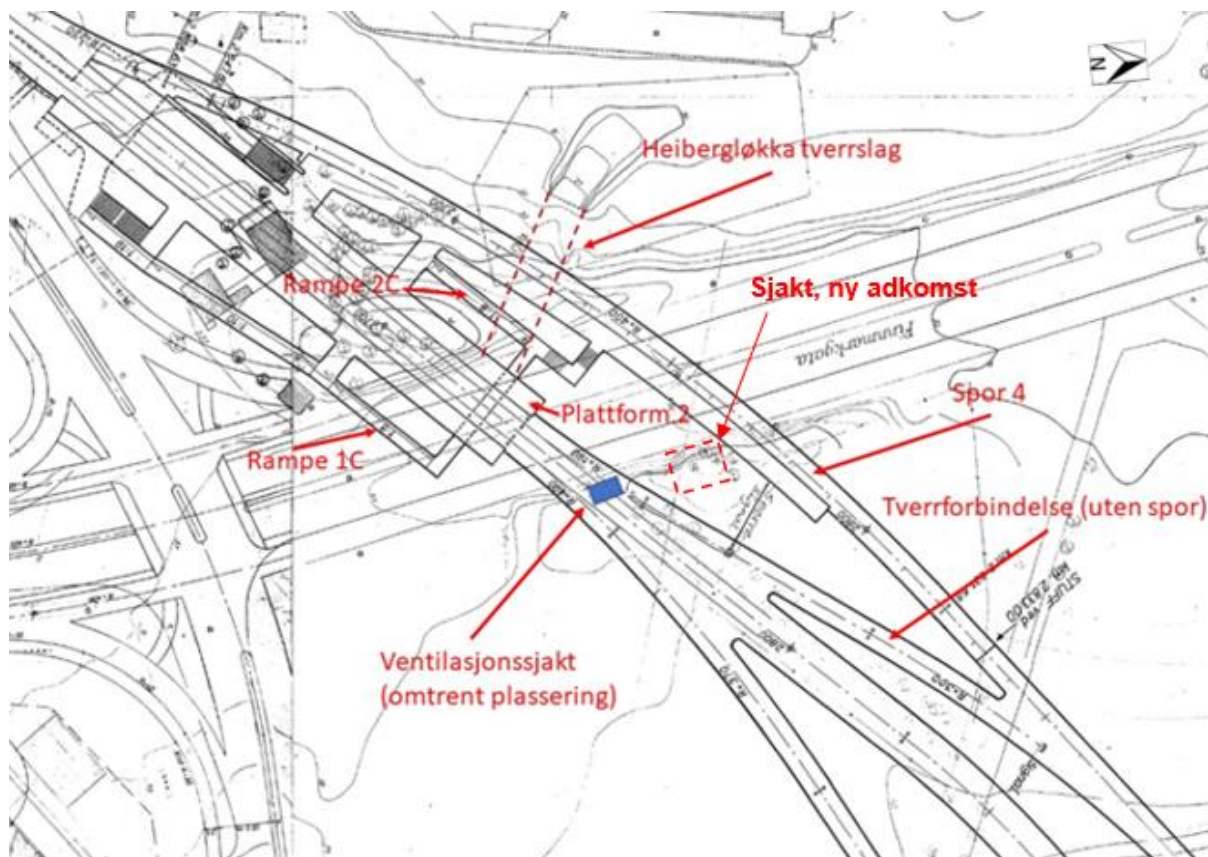
	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 6 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

1.2 Dagens situasjon

Tøyen T-banestasjon ligger under bakken i berg og til dels i kulvert. Stasjonen har i dag kun en inngang som gir utfordringer ved evakuering og redning, og rømningssituasjonen er vurdert som sårbar.

Et oversiktskart i Figur 1 viser dagens situasjon på stasjonen med inn- og utgang mot sørvest. Stasjonen har en hovedhall med to spor og plattform 1 og 2 og en sidehall med et spor og plattform 4. Plattformene har gangforbindelser i ulike nivåer. Videre mot nordøst øker tverrsnittet til tunnelen fra stasjonen med spor 1 og 2 før den deler seg i tre tunneler. To spor fortsetter rett fram, et spor går ut til høyre og til venstre er det en tverrforbindelse fra spor 2 til tunnelen med spor 4. Figur 2 viser et oversiktskart over tunnelsystemet i området hvor ny adkomst skal etableres med sjakt. Det er også en ventilasjonssjakt fra tunnelen og opp i dagen rett øst for Finnmarksgata.

Mellom plattform 4 og 2 ligger det et gammelt tverrslag (Heibergløkka tverrslag) fra anleggstiden på 60-tallet. Dette tverrslaget krysser spor 4 og ligger over gangtunnelen, Rampe 2C, før tverrslaget kommer ut i stasjonshallen ved spor 2. Tverrslaget er usikkert og bergmassen består i hovedsak av en dårlig svartskifer, trolig alunskifer.



Figur 2: Tunnelsystemet i området med etablering av ny adkomst, sjakt. [modifisert, 1]

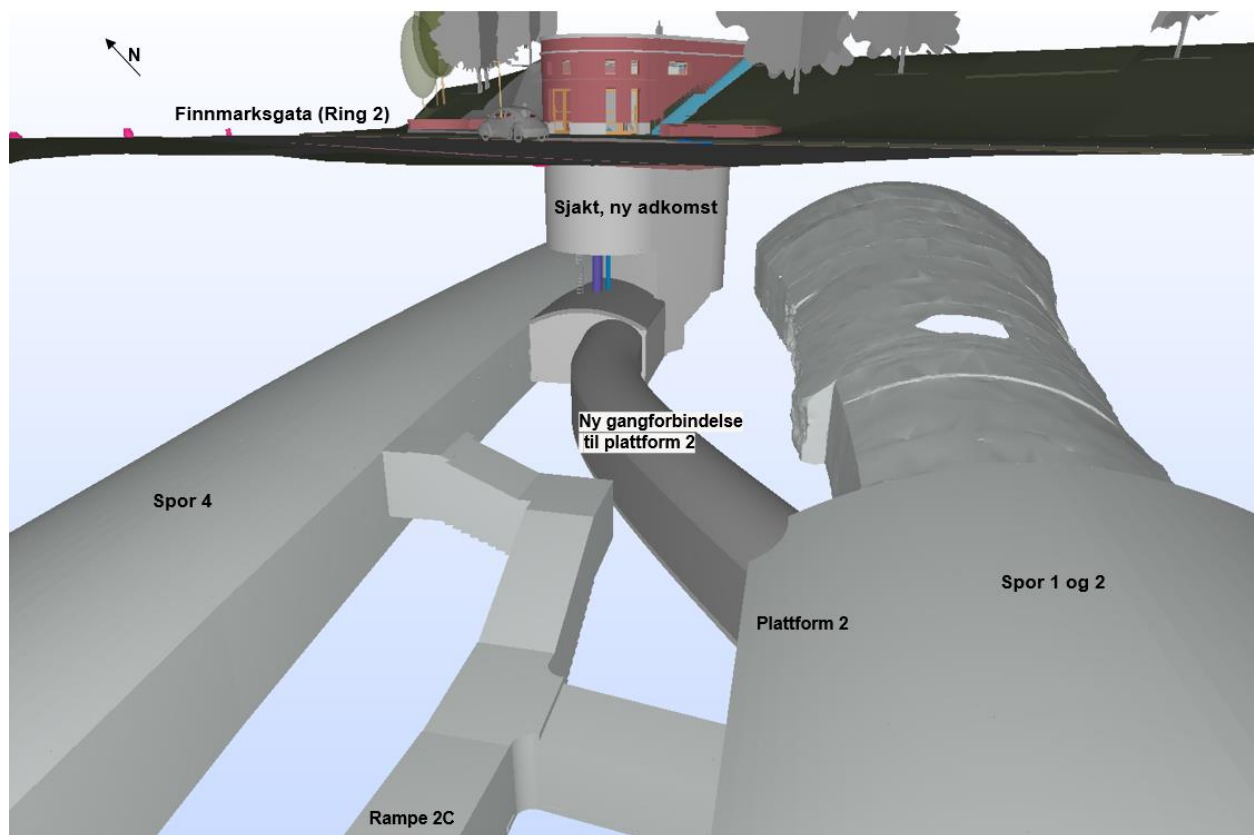
	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 7 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

1.3 Planlagt utvidelse, ny adkomst

Planlagt etablering av ny adkomst til Tøyen T-banestasjon vil omfatte sjakt fra Finnmarksgata, påkobling til plattform 4 via et venterom med brannsluse. Prosjektet omfatter også etablering av gangforbindelse fra venterommet til plattform 2. I forbindelse med den nye adkomsten vil det også etableres et teknisk rom i sjakten for elektro, ventilasjon med mer.

Sjakten som etableres vil ha et tverrsnitt på omtrentlig 90 m² og omtrentlig 15 meter dyp. Venterommet med brannsluser har et gulvareal på ca. 60 m². Gangforbindelsen fra venterommet/sluse til plattform 2 er en ca. 25 meter lang tunnel med en bredde på ca. 3,8 meter og en høyde i overkant av 4 meter. Totalt vil etableringen av ny adkomst omfatte et berguttak på omtrentlig 2000 fm³.

Figur 3 viser et utklipp fra BIM-modellen til forprosjektet. Optimalisering av plassering av gangforbindelsen mellom sjakt og plattform 2 jobbes det videre med detaljfasen. Vedlegg 2 viser flere utklipp fra modellen og Figur 7 viser en situasjonsplan med utbyggingen av ny adkomst.



Figur 3: Figuren viser et utklipp fra BIM-modellen til forprosjektet med ny sjakt, venterom/sluse og gangforbindelse.

	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 8 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

2. PROSJEKTERINGSFORUTSETNINGER

2.1 Regelverk og standarder

Gjeldende regelverk og prosjekteringsstandarder legges til grunn for den geotekniske prosjekteringen:

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner)
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 (Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler)
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 (Eurokode 8 Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger)
- NS 8141:2001 Vibrasjoner og støt, Måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk
- Byggteknisk forskrift (TEK 17)
- Byggesaksforskriften (SAK 10)

2.2 Geoteknisk kategori

NS-EN 1997-1:2004 + NA: 2008 stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Geoteknisk kategori bestemmes med bakgrunn i et prosjekts pålitelighetsklasse (CC/RC) og vanskelighetsgrad, iht. standardens krav 2.1, "Krav til prosjektering".

Geoteknisk kategori fremkommer som en funksjon av prosjektets pålitelighetsklasse (Consequence Class/Reliability Class) og en vurdering av grunnforholdenes kompleksitet / vanskelighetsgrad, som angitt i matrisen i Tabell 1. Vurderinger av valg av geoteknisk kategori følger under.

Tabell 1: Definisjon av geoteknisk kategori. Geoteknisk kategori for ny adkomst er merket med rødt omriss.

Pålitelighetsklasse	Vanskelighetsgrad		
	Lav	Middels	Høy
CC/RC 1	1	1	2
CC/RC 2	1	2	2/3
CC/RC 3	2	2/3	3
CC/RC 4*	*	*	*

* Vurderes særskilt

Vanskelighetsgrad

Prosjektet innebærer berguttak i forbindelse med etablering av sjakt for ny adkomst til stasjonsområdet samt bergrom for venterom/sluse og tunnel for gangforbindelse til eksisterende plattform. Vanskelighetsgraden til grunnarbeidene vurderes som middels vanskelig grunnet utfordrende geologi og nærhet til eksisterende tunneler og bergrom på Tøyen T-banestasjon. Prosjektet har noe vanskelige grunnforhold, men disse kan fastsettes med rimelig grad av nøyaktighet og erfaringer fra tilsvarende anlegg er kjent.

Pålitelighetsklasse

Valg av pålitelighetsklasse gjøres ved å vurdere konsekvensene av brudd eller funksjonssvikt for anlegget. NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2020 definerer byggverks plassering med hensyn til

	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 9 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

konsekvensklasse og pålitelighetsklasse (CC/RC). Konsekvensklasser er behandlet i standardens tillegg B i tabell B1 (informativt), mens veiledende eksempler på klassifisering av byggverk i pålitelighetsklasser er vist i nasjonalt tillegg NA (informativt), tabell NA.A1 (901).

Valg av pålitelighetsklasse begrunnes med anleggs funksjon som et høytrafikkert reiseknutepunkt med alle T-banens linjer samt størrelse og utforming. Konsekvenser ved brudd eller funksjonssvikt vurderes å kunne ha stor konsekvens i form av tap av menneskeliv og store økonomiske og sosiale konsekvenser ved oppbygging av anlegget ved langvarig stengning/brudd på T-banenettverket i Oslo.

For den geotekniske og ingeniørgeologiske prosjektering av prosjektet er det derfor valgt følgende konsekvens-/pålitelighetsklasse:

Grunnarbeider → CC/RC = 3

Dette er det normale valget av pålitelighetsklasse for denne type anlegg.

2.3 Plan og bygningsloven (SAK10)

I henhold til kapittel 9 «Foretak og tiltaksklasser» § 9-4 «Oppdeling i tiltaksklasser» i Byggesakforskriften (SAK 10) vurderes grunnarbeidene plassert i Tiltaksklasse 3 for de geotekniske og ingeniørgeologiske arbeidene.

Tiltaksklasse 3 omfatter, uavhengig av funksjon og fagområde, tiltak eller oppgaver av

- a) middels kompleksitet og vanskelighetsgrad, men der mangler eller feil kan føre til store konsekvenser for helse, miljø og sikkerhet, eller*
- b) stor kompleksitet og vanskelighetsgrad*

2.4 Prosjekterings- og utførelseskontroll

Eurokode

NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 gir føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse. Dette innebærer i henhold til tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) at det for prosjekteringskontroll av grunnarbeider kan forutsettes en prosjekteringskontrollklasse PKK3 og en utførelseskontrollklasse UKK3 for etablering av ny adkomst til Tøyen T-banestasjon.

For prosjektering og utførelse av PKK3/UKK3 gjelder dermed at det utføres egenkontroll (DSL 1), intern systematisk kontroll (DSL 2) og i tillegg utvidet kontroll (DSL 3).

2.5 TEK 17 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger

I henhold til TEK 17 § 7 skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred).

Prosjektområdet er ikke markert innenfor områder i NVE sine aktsomhetsområder for flom eller skred (snøskred, steinsprang eller jord- og flomskred) (4). Det er ikke bratt terreng i nærheten av plasseringen av ny sjakt som skulle tilsi at det er fare for skred.

	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 10 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

Tomten ligger også utenfor fare for stormflo etter kartverket «Se havnivå» sin karttjeneste (5).

Tomten ligger under marine grense NGU sine løsmassekart, men da grunnundersøkelser i prosjektområdet viser liten løsmassemekthet og indikerer fyllmasser samt ingen kjente kvikkleiresoner i området er det ikke vurdert fare for kvikkleire, eller løsmasser med sprøbruddegenskaper.

2.6 TEK 17 § 10, Konstruksjonssikkerhet

I henhold til TEK 17 § 10 vil forskriftens minstekrav til personlig og materiell sikkerhet være oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse etter Norsk Standard (altså NS-EN 1990:2002 og underliggende standarder NS-EN 1991 til NS-EN1999, med tilhørende nasjonale tillegg). Da det legges til grunn en prosjektering basert på Eurokodene som angitt i punkt 4.1, vil TEK 17 § 10 være ivaretatt.

2.7 Sikkerhet-, helse- og arbeidsmiljø (SHA)

Antatte løsninger for grunn-, betong- og bygningstekniske arbeider knyttet til etablering av sjakt og tunneler er tradisjonelle og kjente og innebærer ingen økt risiko i forhold til sammenlignbare arbeider. Arbeider som er forbundet med store konsekvenser under anleggsarbeidene er: berguttak, inn- og uttransportering av masser og gravearbeider og betongarbeider i sjakt.

Risikoelementer knyttet til utførelse av anleggsarbeidene behandles av utførende entreprenør. Entreprenøren må som sin del av sin HMS/SHA-planlegging utføre selvstendige risikovurderinger knyttet til arbeidene og foreslå begrensede tiltak. For arbeider vurdert som kritiske, utføres SJA (sikker-jobb-analyse).

3. GEOLOGI OG GRUNNFORHOLD

3.1 Løsmasser

Prosjektområdet ligger i henhold til NGU sitt løsmassekart i «Elve- og bekkeavsetning» av ukjent mektighet. Øst for T-banestasjonen er det «Forvittringsmateriale, ikke inndelt etter mektighet» og mot vest «Fyllmasse, løsmasser tilført eller sterkt påvirket av menneskers aktivitet». Sjakten er plassert mellom gangveien langs Finnmarksgata (Ring 2) og Tøyenparken (Caltexløkka). Dette området er påvirket av tidligere bygg og anleggsarbeider og det vil følgelig ventes å påtreffes tilførte fyllmasser her.

Det ble utført 25 totalsonderinger i forbindelse med et teknisk forprosjekt for oppgradering av Tøyen T-banestasjon i 2014. Vedlegg 3 viser et utklipp fra tegningen «Utførte grunnundersøkelser» (3). Totalsonderingene viser liten løsmassemekthet i området hvor sjakten skal etableres. De seks nærmeste totalsonderingene viser fra 0,62 til 1,3 meter til berg. Største dybde til berg er 3,45 m, denne totalsonderingen er plassert sørøst for ventilasjonssjakten. Tolkninger av data fra boringene indikerer at påtrufne løsmasser er fyllmasser. Kontrollboring i berg antyder dårlig oppsprukket bergmasse (3).

	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 11 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

3.2 Berggrunnsgeologi

3.2.1 Bergarter

Bergartene i prosjektområdet tilhører Oslofeltets sedimentære bergarter og består av ulike leirskifre (svartskifer deriblant alunskifer), kalksteiner og knollekalk fra kambrium og ordovicium som befinner seg i de nederste etasjene i Kambro-silurlagrekken i Oslofeltet. NGU sitt berggrunnskart (1:50 000), Figur 4, indikerer at T-banestasjonen i hovedsak ligger leirskifre og kalkstein fra etasje 2 og 3. Nord for stasjonen er det knollekalk og skifer fra etasje 4a. Det kan også påtreffes magmatiske gangbergarter.

Berggrunnen i Oslofeltet er preget av forkastninger og folder spesielt knyttet til den kaledonske fjellkjededannelsen. Bergartenes lagdeling er hovedsakelig orientert NØ-SV med et fall mot nordvest og sørøst. Bergartene ligger i veksling, og på grunn av forkastningene og foldningene, ligger ikke bergartene nødvendigvis «riktig» i henhold til opprinnelig lagdeling.



Figur 4: Berggrunnskart over Tøyen, NGU. Rødt omriss viser Tøyen T-banestasjon og blått omriss viser plasseringen til sjakta. De stiplede grå linjene er t-bane tunnelene.

	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 12 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

Figur 4

- Blotning 1, er en rombeporfyr som skjærer gjennom de sedimentære bergartene i Oslofeltet.

- Blotning 2, er en lagpakke med en svartskifer (trolig Tøyen-formasjonen) i bunnen med kalkstein/knollekalk over. Lagpakken har et fall mot NNV, bort fra sjakten.

Blotning 3, er en svart leirskifer i enden av tverrforbindelsen mot tunnelen til spor 4.

Blotning 4, er en svart leirskifer (trolig Tøyen fm.)

Leirskifrene i etasje 2 og 3 i Oslofeltet er svarte leirskifre, og etasje 1, 2 og 3a er kjent som alunskifer. Svartskifre er kjent for å være syredannende og ha svellepotensiale samt forhøyede konsentrasjoner av tungmetaller. Svartskifre er ofte knyttet til bygningskader, miljørisiko og spesielle krav til deponering.

Når svartskifre forvitrer med tilgang til vann/fuktighet og luft kan det oppstå en volumutvidelse og et potensielt svelletrykk. Forvitringen av sulfider i svartskiferen danner sulfatmineraler som medfører volumutvidelse, da de nye sulfatmineralene krever større volum enn de opprinnelige sulfidmineralene. Dersom de nye sulfatmineralene har mulighet til å vokse, vil dette kunne gi en volumutvidelse og svelletrykk som kan skade bygg og konstruksjoner. Dette vil for eksempel være mulig ved etablering av byggegrøper og bergrom hvor det etableres en fri flate og forholdene legger til rette for forvitring gjennom tilgang på vann/fukt og luft. Sulfatmineralene er vannløselige og vil ikke svulle når den er vannmettet. (2).

Tabell 2 viser et utklipp fra nedre halvdel av Kambro-silurlagrekken i Oslofeltet hvor bergartene i prosjektområdet er markert med rødt. De grå feltene indikerer svartskifre og de hvite feltene er kalksteiner. Tabell 3 viser en oversikt over potensielt skadeomfang knyttet til svartskifre.

	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 13 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

Tabell 2: Kambro-Silurlagrekken i Oslofeltet. Grå felter indikerer svartskifre. Bergarter i prosjektområdet er markert med rødt. (2)

Etasje	Oslo-Asker Formasjon	Oslo-Asker Ledd	Hadeland Formasjon	Hamar Formasjon	NGU inndeling på kart	Mektighet (m)	Alder		
4d					Oslo		Sen Ordovicisk	471-443 mill. år	
4ca	Venstøp		Lunner*		Oslo	Oslo 7-10m Lunner fm <185m			
4bδ	Solvang				Oslo	12-20			
4by	Nakkholmen				Oslo	13-20			
4bβ	Frognerkilen				Oslo	10-20			
4ba	Arnestad		Arnestad/ Furuberget	Arnestad/ Furuberget	Oslo	22-40	Midt Ordovicisk		
4aβ	Vollen			Vollen/ Hovinsholm	Oslo	> 45			
4aα	Elnes	Håkavik Engervik Sjøstrand Helskjer	Elnes	Elnes/Bjørge	Oslo	60-80	Tidlig Ordovicisk		
3cγ	Huk	Svartodden	Huk3	Svartodden Herran/Stein	Røyken	2-5 m			
3cβ		Lysaker	Huk2		Røyken	2-5 m			
3ca		Hukodden	Huk1		Røyken	2-5 m			
3bβ	Tøyen	Galgeberg	Galgeberg	Galgeberg	Røyken	5-10 m			
3ba		Hagaberg	Hagaberg	Hagaberg	Røyken	3-8 m			
3ay	Bjørkåsholmen		Bjørkåsholmen	Bjørkåsholmen	Røyken	1-2 m			
3aα, 3aβ	Alunskifer-3		Alunskifer-3	Alunskifer-3	Røyken	~80 m men stor variasjon			
2a- 2e	Alunskifer-2		Alunskifer-2	Alunskifer-2	Røyken			Sen kambrium	501-488
1	Alunskifer-1		Alunskifer-1	Alunskifer-1	Røyken			Midt kambrium	513-501
	-		-	Biri Brøttum	Biri Brøttum	1500 m	Eo-kambrium	<542	

Tabell 3: Egenskaper og potensielt skadeomfang for leirskifre i Oslofeltet. (2)

Leirskifer	lav pH	svelleskade	radon	uran	styrke
Alunskifer	****	****	****	***(*)	*
Galgeberg Oslo	*(*)	*(*)	***	**	**
Galgeberg, Gran	*	(*)	***	**	*(*)
Elnes Oslo	*	*(*)	*(*)	*	**
Elnes Hamar	*	*(*)	*(*)	*	*
Brøttum/Biri	*(*)	*(*)	*(*)	*	*

	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 14 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

3.2.2 Oppsprekking og svakhetssoner

Bergmassen i prosjektområdet og Oslofeltet generelt er preget av folder og forkastninger. Foliajonen er den dominerende oppsprekningen i bergmassen, i tillegg er det registrert et til andre sprekkesett i bergmassen i prosjektområdet.

Foliajonen er observert i bergblotninger langs Finnmarksgata, rett ved plasseringen til ny sjakt, og på stasjonsnivå. Foliajonen er orientert ØNØ-VSV med et fall rundt 35-45 grader mot NNV-N «i dagen». På T-banestasjonen, i Heibergløkka tverrlag og i tunnelveggen nord for plattform 2, er det registrert et steilere fall 60-70 grader mot SSØ-S. Det er registrert ett sprekkesett med retning NV- SØ med fall 80° mot SV og ett sprekkesett Ø-V med fall 55 grader mot S i forbindelse med kartlegging utført av sporveien i 2020 (1). Det er gjennomsettende sprekkeplan langs foliajonen med noe sprekkefylling.

Det er ikke observert svakhetssoner i området for plassering av sjakten, men på grunn av konstruksjoner og sprøytebetong er det lite eksponert berg på stasjonsnivå. Det må forventes at det kan påtreffes forkastninger spesielt mellom laggrensen mellom skifer og kalkstein. Disse sonene vil kunne være tett oppsprukket eller bestå av oppknust berg og leire.

3.2.3 Berggrunn- og bergmassetolkning

Observasjoner av bergblotninger i prosjektområdet i dagen og på stasjonen er vist i Figur 4 og registrert bergartsfordeling i Figur 5 (neste side). Dette gir et grunnlag for tolkning og vurdering av hvilke bergarter den nye sjakten for adkomst vil ligge i.

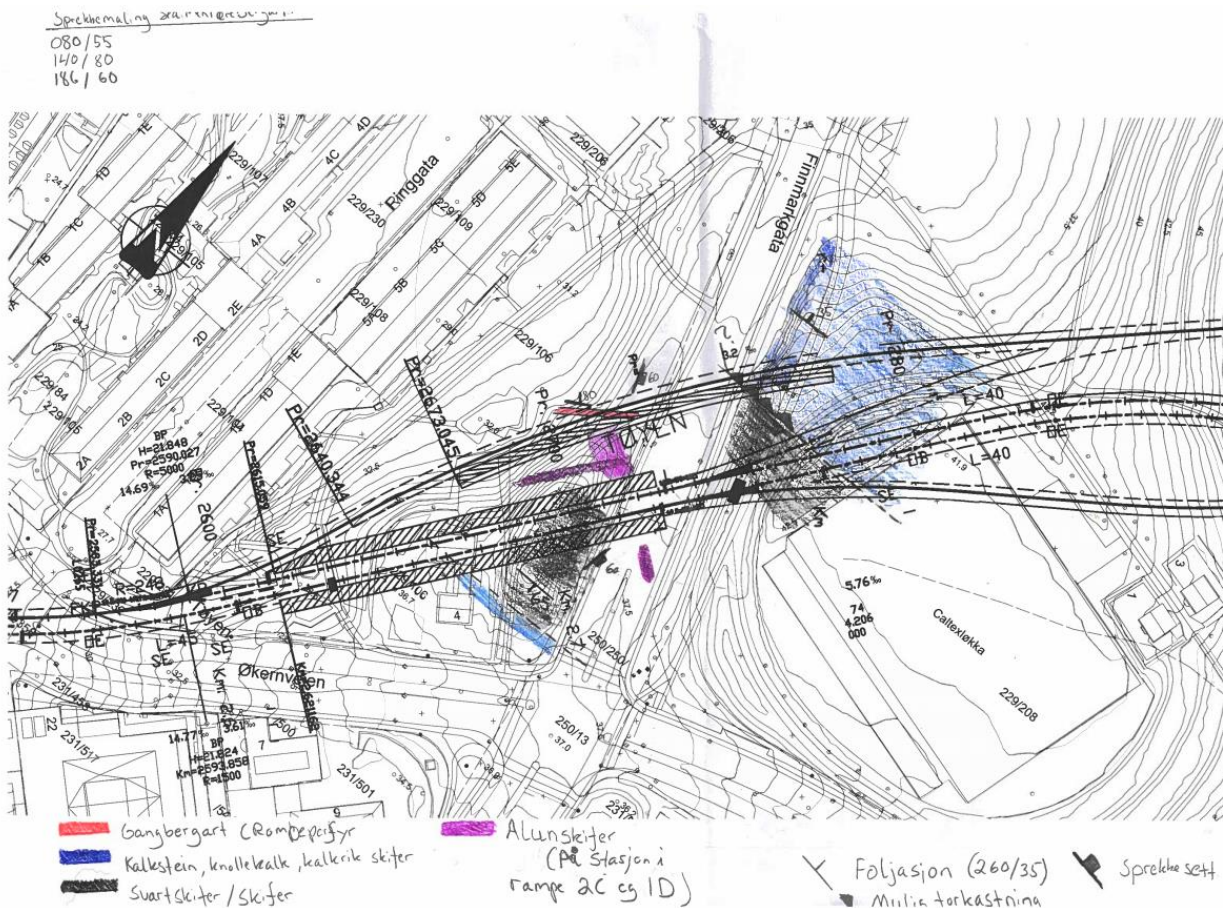
Plasseringen av den nye sjakten i dagen er i bergartsgrensen mellom svartskiferen og kalksteinen i bergblotning 3 på Figur 4. På grunn av fallet i bergmassen vil trolig sjakten kun være i kontakt med kalksteinen helt i toppen av sjakten mens sjakten mot dypet vil ligge i svartskiferen. Bergmassen observert i området på stasjonen og i tunnelene i området hvor den nye sjakten skal etableres er en svartskifer. Trolig tilhører denne Tøyenformasjonen (Galgebergskifer). Skiferen er oppsprukket og danner flak og prismer. Skiferen er forvitret både i dagen og på stasjonen og tunnelene.

Det er observert alunskifer i det gamle Heibergløkka tverrslaget og det er tydelige tegn på at det er alunskifer under gulvet i rampe 2C og 1. Her har gulvet hevet seg, og det er sprukket opp mellom steinhellene. Dette kan være tegn på alunskifer som sveller, i tillegg er det omfattende korrosjonsskader på takkonstruksjonen på grunn av surt miljø/avrenning.

Gangforbindelsen fra sjakten til plattform 2 kan komme i kontakt med alunskifer ut ifra observasjonene i Heibergløkka tverrslaget. Hvor en bergartsgrense eventuelt vil krysse gangforbindelsen er vanskelig å fastslå grunnet få bergblotninger.

Vedlegg 1, bilde 1, 2, 9, 10, 10, 13, 14 og 15 viser en samling av bilder av bergmassen i prosjektområdet. Bilde 11 og 12 i vedlegg 1 viser bilder fra rampe 2C og skader på gulv og tak trolig forårsaket av forvitring av alunskifer.

	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 15 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei



Figur 5: Kartlagt bergmasse i dagen og i stasjonsanlegget. (1)

3.3 Tilstandsvurdering stabilitet og bergsikring

3.3.1 Eksisterende anlegg

Totalstabiliteten i de eksisterende tunnel og bergrommene vurderes som tilfredsstillende basert observasjoner på befaring. Det gamle tverrslaget, Heibergløkka, er usikret foruten en støpt betongbue i overgangen til plattform 2 og det er en god del nedfall av forvitret berg på sålen. Per nå er det ligger det an til at tverrslaget sikres før oppstart av etablering av ny adkomst slik at stabiliteten her blir i varetatt.

I eksisterende bergrom og tunneler består bergsikringen betongstøp eller av tynn sprøytebetong samt enkelte mindre områder med eksponert berg. Betongutstøpningene består av støpt hvelv/buer avsluttet i vederlag eller støpt helt ned til tunnelsålen. Flere steder er det observert at det ikke er kontaktstøp mot berg i toppen av hvelvene. Bilde 3 til 8 i vedlegg 1 viser bilder av betongstøpen i eksisterende anlegg. Påført sprøytebetong er fra byggeår og trolig uarmert. Sprøytebetongen er tynn og antatt tykkelse er 1-4 cm og stedvis er det enkelte mindre avskallinger. Det er observert noe riss og sprekker med vanninnlekkasje både i betongstøp og sprøytebetong.

	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 16 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

Det er observert svært få bolter i anlegget. Det er mulig det finnes bolter, i hovedsak for arbeidssikring, bak betongen. De få boltene som er observert i betongbuen i Heibergløkka tverrslag er sterkt korrodert.

Det er et felt med ny bergsikring rett før tunnelen ut fra T-banestasjonen deler seg i tre tunneler, se Figur 2. Det ble i 2017 registrert nedfall og potensiell ustabilitet i hengen, og det ble utarbeidet et notat (7) i forbindelse med vurdering av sikring. Området er sikret med fiberarmert sprøytebetong og systematisk bolting. Det er observert antydninger til noe riss og sprekker i sprøytebetongen. I Notatet anbefales det 15 cm E1000 sprøytebetong og systematisk bolting med 4 meter fullt innstøpte bolter. Det antas at det er dette som er utført, basert på notatet og observasjoner fra sålen på befarings i tunnelen. Bilde 4 i vedlegg 1 viser et omriss av området.

3.3.2 Etablering av ny adkomst

Etablering av ny sjakt, venterom/sluse og gangforbindelse vil komme tett inntil de to tunnelene nord for T-banestasjonen. Vedlegg 2 viser utklipp fra modellen og avstander fra planlagt nytt berguttak til eksisterende anlegg. De to eksisterende tunnelene har henholdsvis en bredde på omtrent 15,3 meter (tunnelen for spor 1 og 2) og 8,5 m (tunnelen for spor 4) hvor sjakten er plassert mellom dem. Bredden for tunnelen for spor 1 og 2 øker til omtrent 24 meter der tunnelen deler seg i tre tunneler, se Figur 2. Berguttaket og trappa i sjakten er tilpasset slik at det blir størst mulig avstand til eksisterende tunneler samt at berguttaket begrenses så mye som mulig. Sjakten tas ikke ut i fullt tverrsnitt helt ned, slik at mest mulig bergmasse blir stående igjen mellom de to eksisterende tunnelene.

På tunnelnivå vil venterommet/sluse ha den største bredden med omtrent 7,5 meter. Bunn av sjakten vil ligge inntil tunnelen for spor 4 og avstanden er ca. 8,6 meter til tunnelen for spor 1 og 2. Gangforbindelsen til plattform 2 har et forholdsvis lite tverrsnitt slik at påvirkningen av denne tunnelen blir liten. Det vil arbeides videre med tilpassing av plassering av denne i detaljfasen.

Etablering av nye sjakt og bergrom vil endre spenningsbildet i berggrunnen og kunne gi et ugunstig spenningsforhold. Før etablering av sjakten og bergrom må det utføres sikringsarbeid i tunnelen for spor 1 og 2. Den venstre tunnelveggen mot sjakten sikres med sprøytebetong og systematisk bolting i det området hvor det ikke er støpt ned til sålen. Antatt omfang vises i bilde 6 i vedlegg 1.

3.4 Hydrogeologi

Det er ikke kjent på hvilket nivå grunnvannstanden ligger i prosjektområdet. Det er observasjoner og registreringer av en del innlekkasje i stasjonsanlegget i både stasjonshallene, bergtunnelene og ramper. Innlekkasjen varierer, og kan tidvis være stor, spesielt i perioder med mye nedbør og snøsmelting. Det er registrert innlekkasje som både drypp og rennende vann. I dag føres vannet til en pumpeump i et lavbrekk i gangforbindelsen mellom spor 1 og 2 hvor vannet pumpes ut.

I perioden for drivingen av stasjonen på 60-tallet var det ikke vanlig å benytte tiltak for tetting av bergmassen med injeksjon. Det er i senere tid utført noe etterinjeksjon i hvelvet ved plattform 4. Det er installert en del ny vannsikring i bergtunnelene i form av plater/duk.

	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 17 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

Med utgangspunkt i utforming til stasjonsanlegget og tilhørende bergtunneler og observasjoner i stasjonsanlegget antas det at Tøyen T-banestasjon drenerer området og at grunnvannstanden i prosjektområdet i dag ligger omtrentlig på sålenivå tunnelnivå.

Plasseringen til ny sjakt avgrenses i dagen av Finnmarksgata mot sørvest og Tøyenparken mot nordøst. Under bakken er ny sjakt plassert mellom de to tunnelene ut fra T-banestasjonen, se Figur 2. Finnmarksgata vil i stor grad avgrense overflatevann og avrenning mens det mot Tøyenparken må forventes noe avrenning mot ny sjakt i løsmassene og berggrunnen over tunnelen. Innlekkasje i ny sjakt vil følgende være knyttet til større nedbørsmengder og snøsmelting.

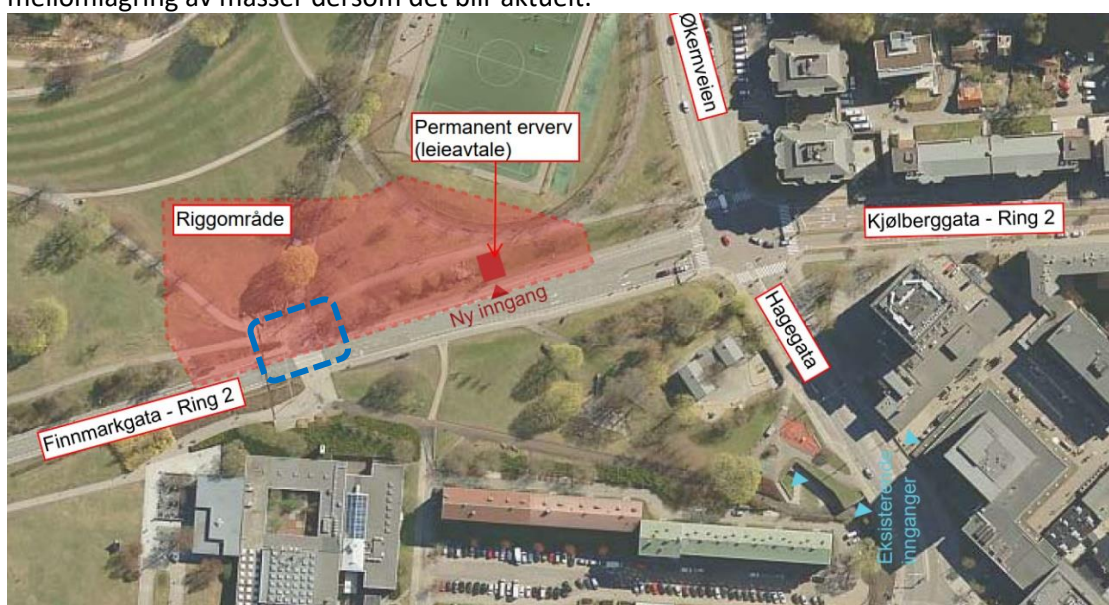
Den nye sjakten med tilhørende gangforbindelse planlegges som en drenert løsning med bakgrunn i at prosjektområdet i dag allerede trolig er drenert. Det ventes kun mindre innlekkasjer i den nye sjakten. Et omfattende tettingsarbeid for å få sjakten tett vil være svært tidkrevende og kostbart og vil ha svært liten eller ingen innvirkning på vannbalansen i prosjektområdet.

4. ANLEGGSGJENNOMFØRING

4.1 Forberedende arbeider, rigg

Arbeidene omfatter opparbeidelse av adkomstveg og riggområde, oppføring av kontor og anleggsbrakker, lager med mer, samt omlegging av gang- og sykkelveger, kabler, ledninger og annen infrastruktur i riggområdet. Av infrastruktur i bakken kan nevnes oljefyllt høyspentkabel som er satt ut av drift, samt høyspentkabel til trafo-kiosk som følger langs gang- og sykkelveg gjennom riggområdet. Aktuelt riggområde er vist i Figur 6. Inn- og utkjøring fra Finnmarksgata vil bli i området ved siden av gangfeltet, blått omriss på figuren.

Videre etableres miljø-, trafiksikrings-, sikkerhets- og sikringstiltak med hensyn til omgivelser og tredjeperson, tiltak for omlegging og drenering av overflatevann samt opparbeidelse av område for mellomlagring av masser dersom det blir aktuelt.



Figur 6: Aktuelt riggområde markert med rødt. Blått omriss viser inn-/utkjøring til riggområdet.

	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 18 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

I stasjonsområdet vil arbeidene omfatte avsperring av anleggsområde på plattform 4 samt oppføring av vegg og etablering av ventilasjon og frisklufttilførsel for anleggsarbeider og opplegg for håndtering og rensing av anleggsvann.

I tillegg til avsperrert område på plattform 4, vil det være muligheter for lagring av diverse utstyr i nedlagt sporveistunnel mellom spor 2 og spor 4, og i utvidet del langs spor 2 ved innkjøring til plattform 2. Disse områdene er kun tilgjengelig når det ikke er trafikk, det vil si tidsrommet 02:00 til 05:00.

Bilde 5 i vedlegg 1 viser tverrforbindelsen. Det er installert en del nyere vannsikring så tverrforbindelsen er forholdsvis tørr uten drypp. Skinnene i tverrforbindelsen er fjernet, og sålen består av pukk.

Før arbeider i stasjonsområdet setter i gang, vil det være nødvendig å foreta tilstandskontroll og noe supplerende bergsikring i stasjonsområdet, især i de områdene som ligger nærmest anleggsområdet for ny sjakt og adkomsttunnel til plattform 2. Videre vil det være nødvendig å foreta flytting og omlegging av en del tekniske og elektriske installasjoner, deriblant diverse utstyr/instrumenter på vegg ved enden av spor 2 (se bilde 4 i vedlegg 1).

4.2 Grunnarbeider i dagen

Arbeidene omfatter graving og avdekking av berg samt uttak av berg i dagen. Basert på de grunnundersøkelser som er utført, samt bergblotning ved sjaktåpning, antas relativt lite løsmasser, og at byggegropa kan etableres uten bruk av spunt eller tilsvarende tiltak for støtte/stabilisering av løsmasser.

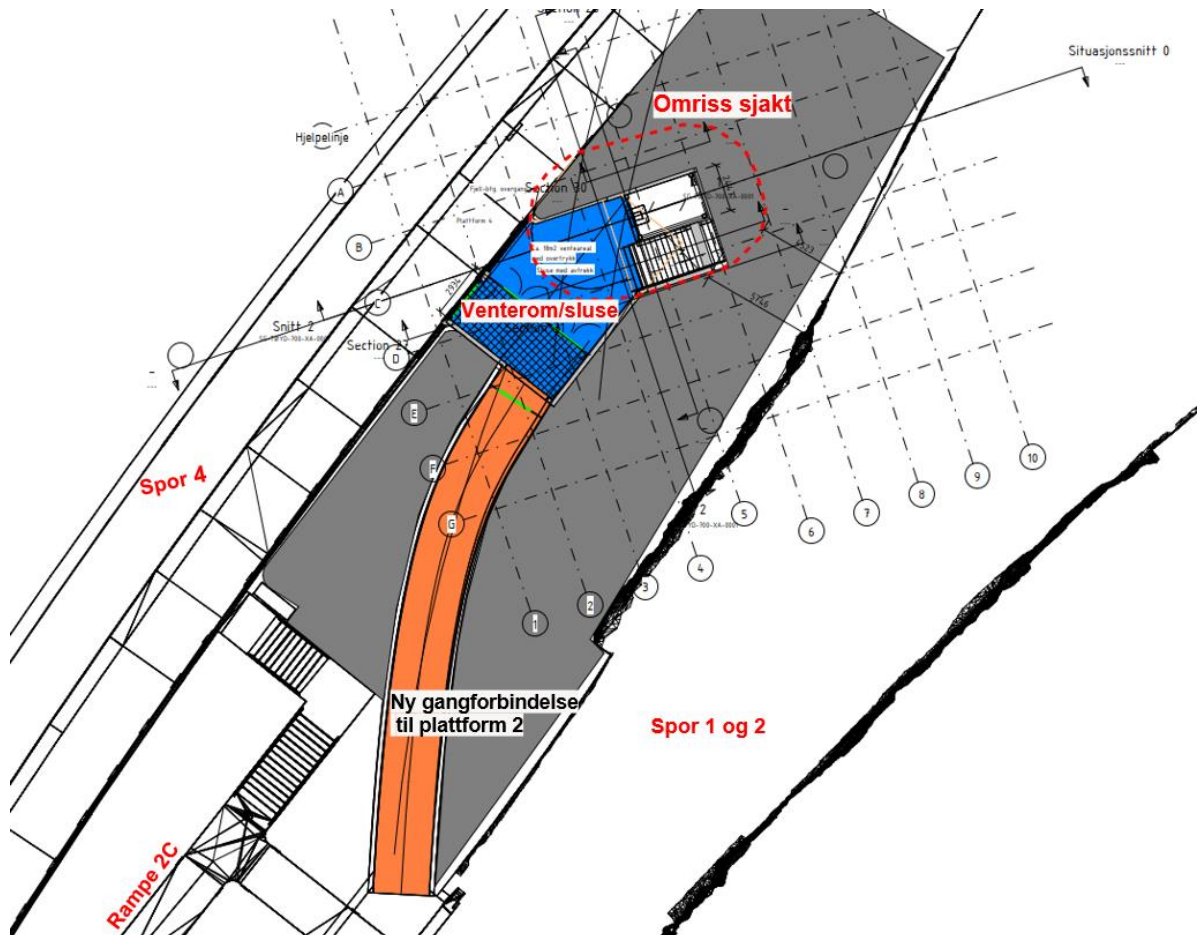
Volum av bergmasser som tas ut via sjaktåpningen, vil avhenge av strategi og valg for berguttak i sjakta (avsnitt 4.4). Det antas at de øverste inntil 6-7 meter av sjakta (ned mot sålenivå i teknisk rom), kan bli tatt ut med masseuttak via topp av sjakta som i en vanlig byggegrop.

Sjakta er plassert inn mot bergblotning i dagen, hovedsakelig kalksandstein med fossilførende lag. Disse bergblotningene benyttes i dag til blant annet geologiske ekskursionsjoner. Det forutsettes at berget i dette området tas ut med bruk av meget skånsomme og tilpassede metoder, slik at disse forekomstene bevares mest mulig.

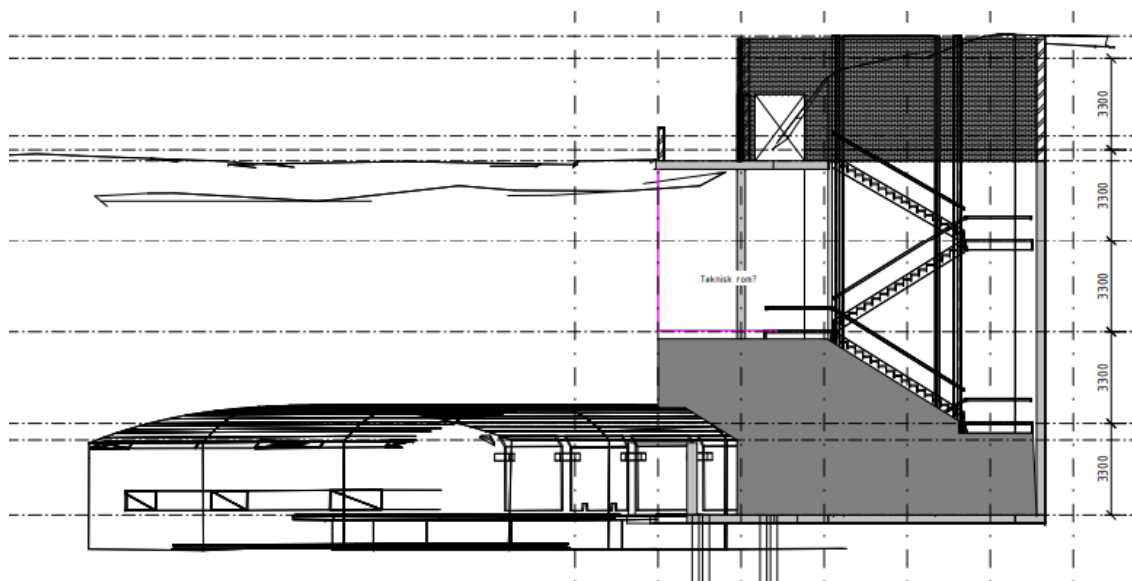
4.3 Tunneldriving og bergarbeider i stasjonsområdet

Arbeidene omfatter berguttak i bunn av sjakt, og tunneldriving til plattform 2. Arbeidene vil hovedsakelig bli utført fra plattform 4, men noe forberedende arbeider samt gjennomslag til plattform 2 innebærer også arbeider i enden av plattform 2. Planskisse og vertikalsnitt med, tunneler og utsnitt av stasjonsområdet er vist i Figur 7 og Figur 8.

	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 19 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei



Figur 7: Planskisse med rødt omriss av sjakt, blått fotavtrykk for venterom/sluse på stasjonsnivå og nye gangtunnel til plattform 2 (orange) i forhold til eksisterende tunneler for spor 1 og 2 og spor 4.



Figur 8: Vertikalsnitt av sjakt og sporveistunnel ved plattform 4.

Papirkopi av dette dokumentet skal leses og brukes under hensyntagen til følgende forholdsregler:
Vennligst kontroller i Sporveiens dokumenthåndteringssystem at dette er siste og gyldige revisjon.

	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 20 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

Deler av plattform 4 vil være avsperrert fra publikum så lenge arbeidene pågår. Det er i utgangspunktet lagt opp til at det settes opp en tett skillevegg ved åpning i sjaktbunn i avstand 2,5m fra plattformkant i en strekning fra indre ende frem til utgang fra plattformen. Skilleveggen gjøres så tett som praktisk mulig for å hindre støv og avgasser fra anleggsvirksomheten i å sige inn i publikumsområdet.

Omfang av berguttak fra sjaktbunn, vil blant annet avhenge av strategi og metode for sjakt driving (avsnitt 4.4). Det er avsatt 6 måneder for arbeider via plattform 4.

Når bergarbeider fra bunn av sjakt er avsluttet, kan arbeidene i all hovedsak foretas med tilkomst fra topp av sjakt slik at behov for arbeidsplass på plattform 4 blir sterkt redusert.

4.4 Sjakt driving

Sjakt driving vil i denne sammenheng omfatte berguttak fra bunn av byggegrop i dagen og ned til sjaktbunn med fratrekke av bergvolumet som er tatt ut i stasjonsområdet (avsnitt 4.2). For sjakt driving er det i prinsippet to metoder, driving på synk fra topp, eventuelt driving nedenfra og med masseuttak i bunn av sjakt.

I Norge er den siste metoden den vanligste, mens det er lite tradisjon med synkdrift av sjakter. Ved synkdrift må utstyr tas opp for hver salve, og masser heises opp under utlasting. Ved sjakt driving fra bunn, kan enten hele salven bores fra topp, med etappevis sprengning og utlasting i bunn. Alternativt kan det bores pilothull fra topp av sjakta som rømmes opp til større diameter fra bunn, og at dette grovhullet brukes som kutt ved utvidelse til fullt tverrsnitt. Driving med masseuttak i bunn av sjakta er mer effektivt og kostnadsbesparende, og en vil dessuten ha færre problemer med vannhåndtering under driving.

Som omtalt i avsnitt 4.2, vil de øverste inntil 6 – 7 meter av sjakta tas ut med gravemaskin som i en vanlig byggegrop. Sjakta kan tas ut i fullt tverrsnitt med seksjonsvis berguttak og sikring ned til sålenivå i teknisk rom.

Mellom bunn av teknisk rom og oppholdsrom mellom plattform 4 og sjakt, vil tverrsnittet variere, og ha redusert tverrsnitt. På grunn av forventet dårlig bergmassekvalitet og stor oppsprekingsgrad antas at det er mest hensiktsmessig og ta ut det meste av berget mellom sålenivå i teknisk rom og heng i oppholdsrommet. Gjenværende bergmasser over eksisterende sporveistunnel til plattform 4 må sikres. For anlegg av betongplate/gulv i teknisk rom, kan det etableres en hylle som forsterkes med sprøytebetong og bolteforankrede og plasstøpte konsoller.

Valg av strategi for berguttak i bunn av sjakt, vil blant annet avhenge av mulighet for bruk av skinnegående materiell til transport av masser via plattform 4

På grunn av beliggenhet og nærhet til eksisterende tunneler og kritisk infrastruktur, må berget tas ut på en meget skånsom måte. Som alternativ til konvensjonell boring og sprengning, kan det benyttes mekanisk bryting, pigging, bergsaging og/eller ikke detonerende sprengstoff som er nytt på markedet. Det antas at mye av berget er så oppsprukket og forvitret, at det kan brytes med graving og pigging.

	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 21 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

4.5 Massehåndtering

Arbeidene omfatter opplasting, transport, eventuelt mellomlagring og (i dette tilfellet) deponering av masser.

Bergmassene i området er generelt skifrige, til dels tett oppsprukne og av en generell dårlig kvalitet. Det meste er svartskifer og alunskifer som er syredannende og har svellende egenskaper. Disse bergartene er definert som forurenset masse, og må håndteres deretter. Massene må enten transporteres til spesialmottak, eller forsegles og deponeres på godkjent måte.

Noe av massene, kalkstein og løsmasser fra avdekking av berget kan eventuelt legges til side for tilbakefylling og terrengarrondering etter at arbeidene er utført.

Masser som tas ut i bunn av sjakt må mellomlagres for videre transport. Muligheter for bruk av skinnegående materiell til massetransport vurderes. Omlasting og transport må i så fall foregå i tidsvinduet fra 02:00 til 05:00. Spesielle utfordringer ved den videre håndtering av masser, deriblant rangering og omlasting ved Etterstad eller Majorstua, kan føre til at masseuttak hovedsakelig må foregå via sjaktåpning i dagen. Forhold må derfor legges godt til rette for dette, med hensyn til plass for utstyr til utlasting, mellomlagring og logistikk for øvrig, slik at arbeidene kan utføres på en mest mulig sikker og effektiv måte.

4.6 Rystelseskrav

Tøyen T-banestasjon har sentral beliggenhet i urbant strøk med bebyggelse og boligblokker, noe av eldre dato, og muligens med historisk/kulturell verdi. I tillegg er dette tunnel- og sjakt driving i eksisterende stasjonsområde med tekniske installasjoner og kritisk infrastruktur. Skaderisikoen er stor, og det må settes krav til maksimale rystelser ved gjennomføring av arbeidene.

Rystelseskrav fastsettes ut ifra NS8141:2001 (6) basert på resultat fra bygningsbesiktigelse og tilstandsvurdering i stasjonsområdet, tekniske installasjoner og annen kritisk infrastruktur. Standarden anbefaler bygningsbesiktigelse av før og etter at arbeidene er utført innenfor en avstand på 50 meter for bygg fundamentert på fjell, og 100 meter for bygg fundamentert på løsmasser.

Arbeidene med etablering av ny sjakt vil utføres tett opptil eksisterende T-banestasjon og tunneler. Det er relativt god avstand til nærliggende bygg. Heibergløkka Barnehage er nærmeste bygning ca. 70 meter fra påkobling mot plattform 2 og mot vest er det omtrent 80 meter til gamle Munchmuseet og Ringgata 5c. Bilde 16 i vedlegg 1 viser områdekart med avstander til nærmeste bebyggelse. Videre vurderinger av krav til vibrasjoner og rystelser samt omfang av bygningsbesiktigelse og målepunkt vurderes nærmere i detaljprosjekteringsfasen.

4.7 Permanent bergsikring

Som generell stabilitetssikring, antas at det hovedsakelig vil bli benyttet systematisk bolting og sprøytebetong. Det forutsettes at bolter, bergbånd og eventuelt sikringsnett er dobbelt korrosjonsbeskyttet, og at all betong er bestandig i forhold til blant annet svartskifer/alunskifer. Det benyttes en sprøytebar membran til forsegling av svartskiferen. Sikringsarbeidene utføres seksjonsvis og fortløpende etter hvert som berget tas ut.

	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 22 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

Sikring av sjaktåpning med forbolter kan bli nødvendig før berguttak påbegynnes. Likeledes bør sjaktåpningen sikres med en plasstøpt betongramme eller tilsvarende for å sikre mot løsning og utglidning av bergmasser under sjaktføring, betong- og installasjonsarbeider. Det må også vurderes nærmere omfang av supplerende sikring i tunnelrommet langs spor 2 og tverrforbindelsen mellom spor 2 og 4.

Før berguttak fra plattform 4, må det foretas sikring i form av forbolting og armert sprøytebetongbue, samt solid understøtting av eksisterende betonghvelv i sporvegstunnelen.

4.8 Vannhåndtering

Som beskrevet under forberedende arbeider, vil det bli foretatt skjerming av byggegrop for sjakta med avskjærende grøfter, drenasje og bortledning av vanntilsg fra terrengoverflaten. I tillegg er det lagt opp til å støpe en betongramme rundt overkant sjakt, og at det foretas grovsetting av berg og kontakt berg/betongramme med injeksjon.

Som sikring mot vannsig fra berget og drypplekkasjer i sjakta, kan det være hensiktsmessig å benytte en sprøytebar membran og at sigevann i sjakta ledes kontrollert til oppsamling i pumpebunn i bunn av sjakta. Tetting i form av berginjeksjon i sjakta anses lite hensiktsmessig, da berget pr. i dag ikke er injisert, og at sprekkevannet renner ned i dagens tunneler og stasjonsområde. Berginjeksjon i sjakt og ny gangtunnel vil derfor ha ingen, eller svært liten effekt mht. vanninnsig og lekkasje i stasjonsområdet.

Det forutsettes at alt sigevann og prosessvann fra anleggsarbeidene samles opp, renses og kontrolleres før påslipp på offentlig ledningsnett. Påslippstillatelse må innhentes.

4.9 Sikring Heibergløkka tverrslag

Heibergløkka tverrslag er som nevnt et tverrslag benyttet for anleggsdriften under bygging på 60-tallet. Tverrslaget er helt usikret utover en støpt betongbue i overgangen til plattform 2. Bergmassekvaliteten er dårlig og bergmassen består av svartskifer, trolig alunskifer.

Bergsikring av tverrslaget ventes å bestå av spettrensk av forvitret og avløst bergmasse. Påføring av 12-15 cm sprøytebetong av kvalitet E1000 og systematisk boltesikring med 3-4 m full innstøpte bolter. Etter det er utført rensk av bergflaten må det gjøres en kartlegging/vurdering av bergmassen og sprekker/slepper for å vurdere eventuelt behov for sprøytebetongbuer eller betongunderstøp.

Sikringen av tverrslaget håndteres i et eget prosjekt, og per nå forventes det at sikringen av tverrslaget er utført før oppstart av grunnarbeidene for etablering av ny adkomst.

4.10 Betong- og bygningstekniske arbeider, VA, VVS og elektro

Arbeidene omfatter i all hovedsak permanente VA-tekniske anlegg, betongarbeider i sjakt og tunneler, bygningstekniske konstruksjoner over terreng, innvendig kledning i tunneler og sjakt, samt el., belysning og VVS. Betongarbeidene vil i all hovedsak bli utført fra topp av sjakt og via sjaktåpningen, og vil i svært liten grad foregå fra stasjons- og plattformområdene.

Arbeidene er omtalt i egne fagrapporter.

	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 23 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

5. VIDERE ARBEID/VURDERINGER

Analyser og vurderinger av svartskifer/alunskifer

Det må utføres bergartsanalyser av svartskiferen for å bestemme etasje i Oslofeltet for vurdering av strategi og metoder for massehåndtering og deponering. Oppfølging av svartskifer vil også kunne være nødvendig i anleggsfasen under uttak av berg ved et eventuelt behov for å skille de ulike skifrene.

Vurderinger av sikring i eksisterende tunneler og bergrom

Sikringsomfang i eksisterende bergrom og tunneler i nærhet til sjakt, oppholdsrom og gangforbindelse til plattform 2 må vurderes nærmere. Denne sikringen må utføres før oppstart av bergarbeider i tunneler og sjakt.

Vurdering og bestemmelser av krav for vibrasjoner og rystelser

Det må utføres bygningsbesiktigelse og settes krav til vibrasjoner og rystelser. Besiktigelse og krav vil omfatte naboeiendommer, eksisterende bergrom og tunneler og tekniske installasjoner.

Vurdering av strategi for sjakt-driving og massetransport

Det må arbeides videre med strategi for massetransport fra anleggsområdet, deriblant bruk av skinnegående materiell. Mulighetene for massetransport vil ha stor innvirkning på drivestrategi for sjakten, med tanke på om massetransport kan gjøres både fra dagen og nede fra stasjonen.

VEDLEGG

Vedlegg 1 – Bilder

Vedlegg 2 – Utklipp fram modell

Vedlegg 3 – Utklipp av grunnundersøkelser

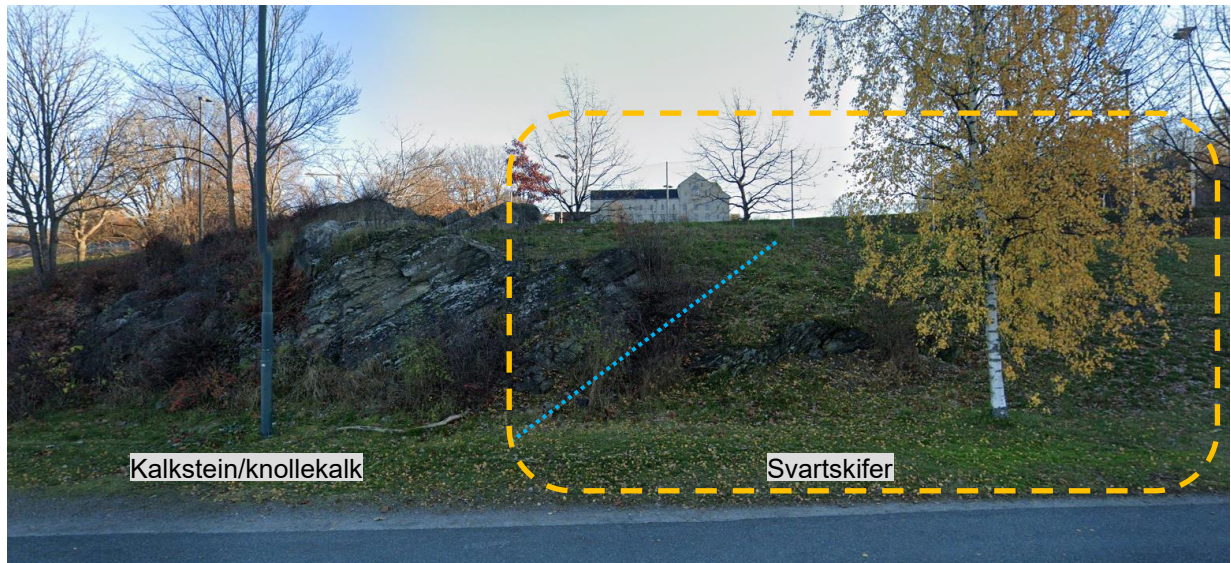
	Fagrapport ingeniørgeologi og anleggsgjennomføring	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RE-0001
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 26.01.2022
		Side av sider: 24 av 24
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Forprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

KILDER

- [1] – Sporveien (2021). Rømningsvei/Ny adkomst Tøyen stasjon, Vurdering av alternativer, gjennomføring og kostnader, 87322 Tøyen stasjon oppgradering - IE-TØY0-170-RA-0001 - 14.01.2021
- [2] – Miljødirektoratet (2015). M310 Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter
- [3] – Aas Jakobsen (2014). Rapport Teknisk-forprosjekt Oppgradering av Tøyen stasjon 01G med tilhørende vedlegg - AJ-TØY0-600-RB-0001
- [4] – «NVE Aktsomhetsområder,» Norges Vassdrags- og Energidirektorat, [Internett]
<https://gis3.nve.no/link/?link=aktsomhet>.
- [5] – «Kartverket "Se havnivå",» Kartverket, [Internett]. <https://www.kartverket.no/sehavniva/sehavniva-i-kart/>.
- [6] – Standard Norge, «Norsk standard NS8141:2001 Måling av svingehastighet og beregning avveiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk. Utgave 2, 2001.».
- [7] – Geovita, «FELLESSTREKNINGEN HELFYR – MAJORSTUEN- SIKRING TØYEN NORD, 2181-01 | 07.12. 2017 | Revisjon 00

VEDLEGG 1 – BILDER

Bilder over T-banestasjonen



Bilde 1: Bilde viser bergblotninger med kalkstein/knollekalk og svartskifer ved plasseringen for ny sjakt, gult omriss. (Google street view)



Bilde 2: Bilde viser et nærbilde av kalkstein og knollekalk. (1)

Bilder fra stasjonen og tunnelene



Bilde 3: Bilde viser T-banestasjonen med spor 1 og 2, sett i retning sørvest/sentrum. Gult omriss viser dagens adkomst til Heibergløkka tverrslag under plattform 2.



Bilde 4: Bilde viser tunnelen sett i retning nordøst ut fra stasjonshallen med spor 1 og 2. Pilen viser omtrentlig hvor sjakten vil komme ned. Gult omriss viser felt med relativt ny bergsikring, med sprøytebetong og bolter.

2 (11)



Bilde 5: Bilde viser tverrforbindelsen mellom spor 2 og 4. Bildet er tatt fra spor 4 i retning spor 2.



Bilde 6: Bildet viser tunnelveggen hvor den nye sjakten kommer ned. Pilen viser omtrentlig hvor sjakten vil være nærmest tunnelen. Grønn markering viser hvor det er betongstøp helt ned til såle bort til tverrforbindelsen. Røde piler viser hvor det vurderer behov for supplerende bergsikring mot betongstøpen.



Bilde 7: Betonghvelv i området rett sørvest for hvor ny sjakt vil være nærmest T-banetunnelen med spor 1 og 2. Betonghvelvet er støpt ned til vederlag, enkelte steder er det støpt helt ned til sålen.



Bilde 8: Bildet viser start på betonghvelvet i tunnelen videre nordover fra stasjonen langs plattform og spor 1. Betongstøpen er støpt helt ned til sålen ~1,5-2 meter før betongstøpen videre er avsluttet i vederlaget.



Bilde 9: Bilde fra tverrforbindelsen mellom spor 2 og 4 i tunnelkrysset mot spor 4. Svart leirskifer, trolig Tøyen formasjonen. Bergblotning 3 figur 3.



Bilde 10: Bilde viser svartskiferen i venstre vegg langs spor 2.

Rampe 2C



Bilde 11: Bilde viser svelleskader på gulvet rampe 2C. Fukt på veggene. (1)



Bilde 12: Bilde viser rampe 2C hvor taket er byttet ut på grunn av korrosjon. (1)

6 (11)

Heibergløkka tverrslag



Bilde 13: Bilde viser Heibergløkka tverrslag sett mot plattform 2. Det er en god del nedfall av sterkt forvitret bergmasse på tunnelsålen.

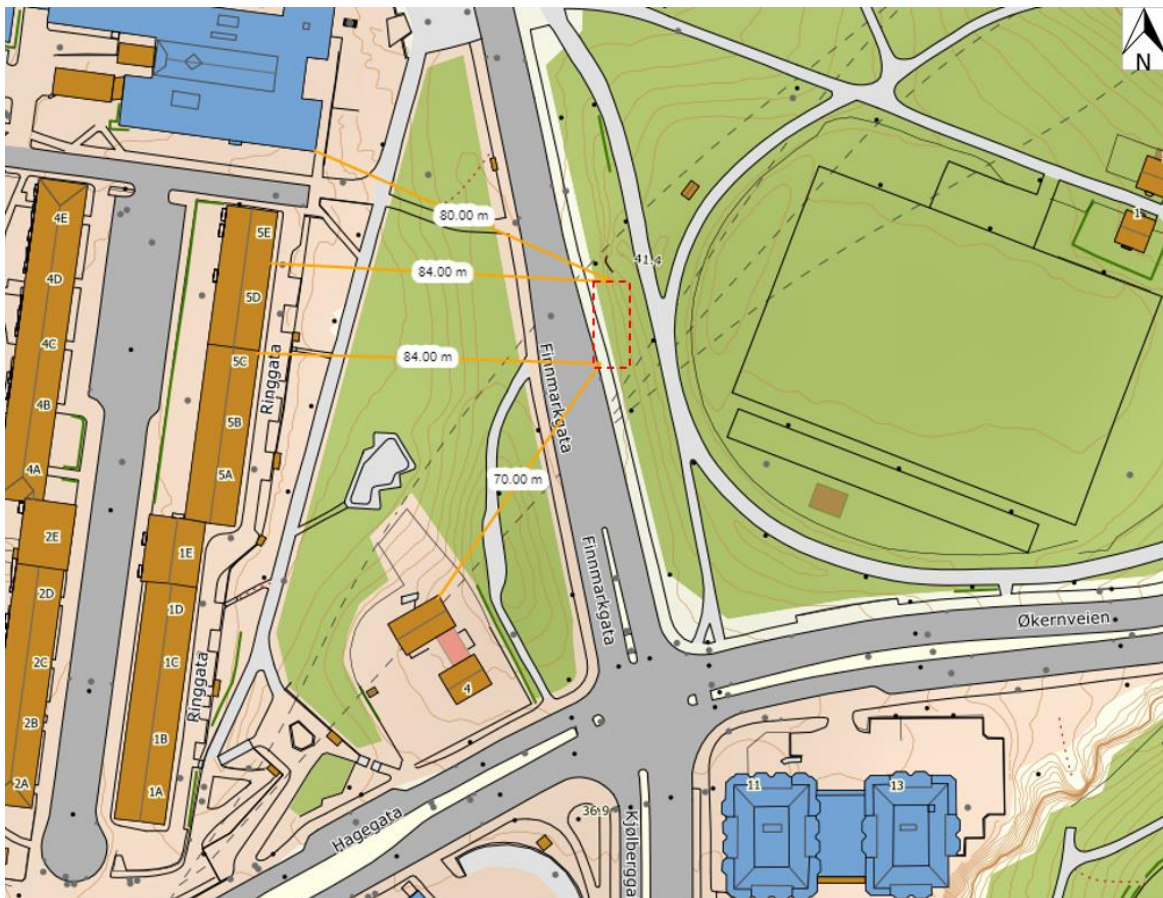


Bilde 14: Bilde viser Heibergløkka tverrslag sett mot plattform 4. Tverrslaget er støpt igjen med en betongvegg mot plattformen. Større utfall på såle i høyre bildekant.



Bilde 15: Bilde viser alunskifer i Heibergløkka tverrslag.

Oversiktskart med avstander til nærmeste bebyggelse

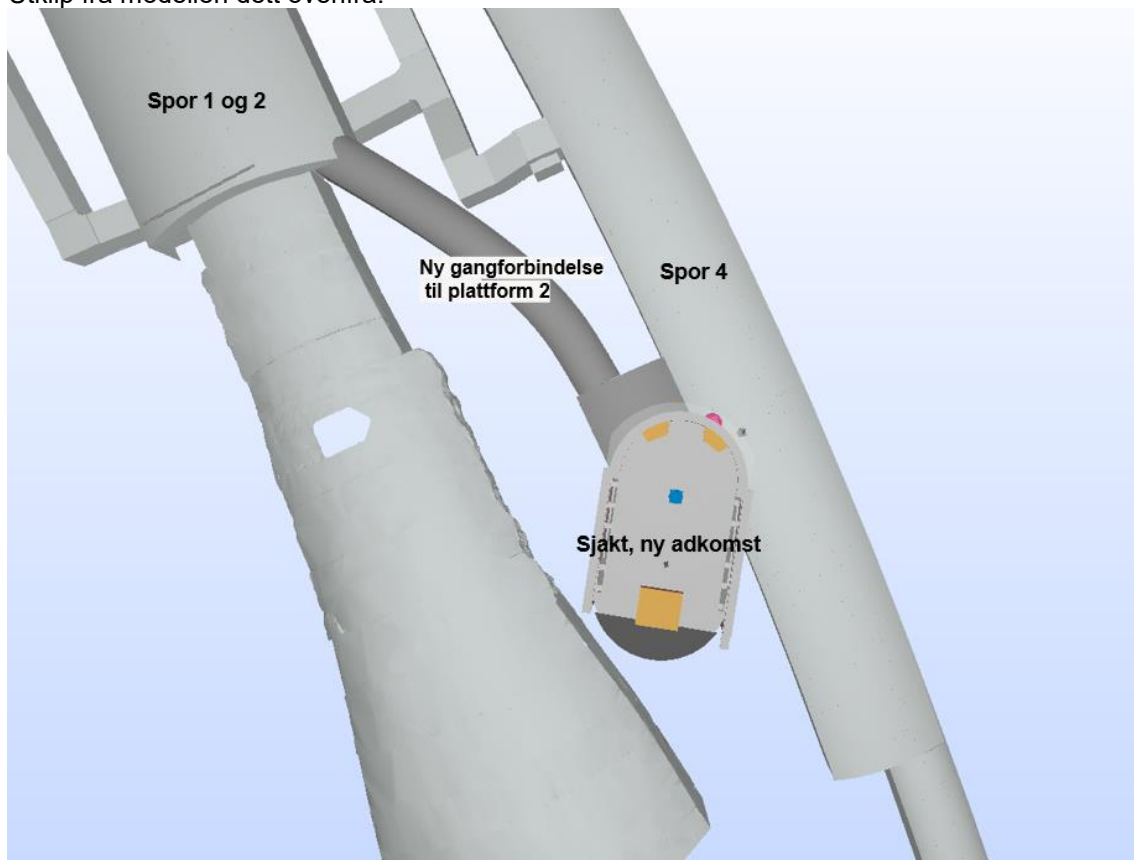


Bilde 16: Kartutsnitt med avstand til nærmeste bygninger fra ny adkomst.

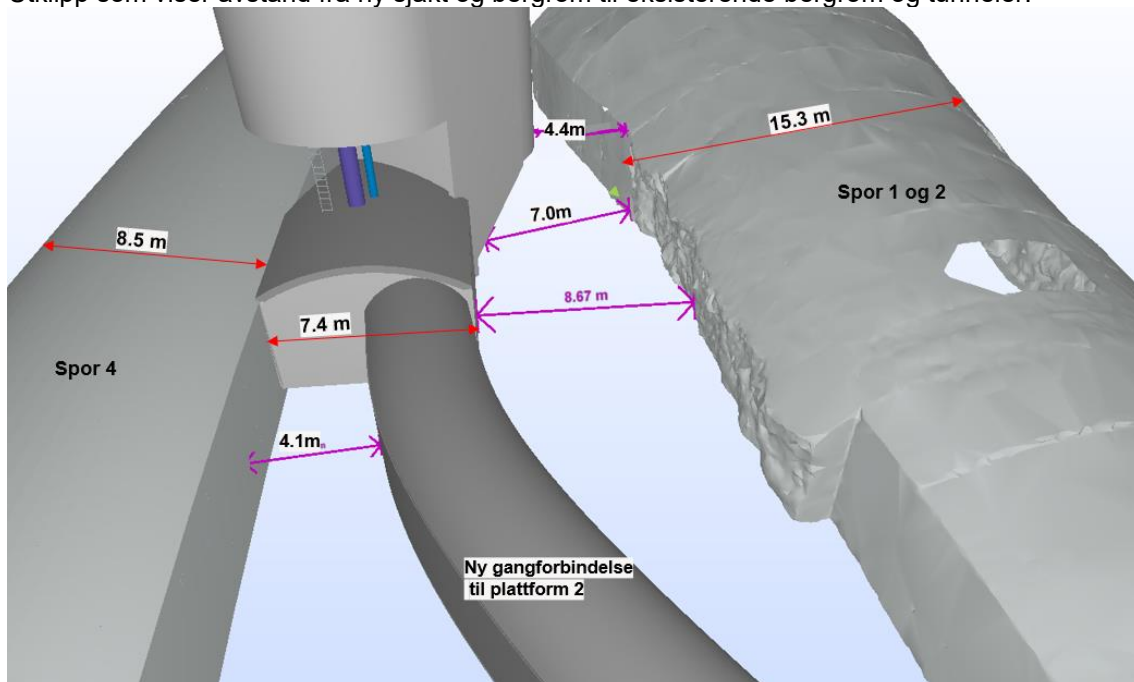
8 (11)

VEDLEGG 2 – UTKLIPP AV MODELL

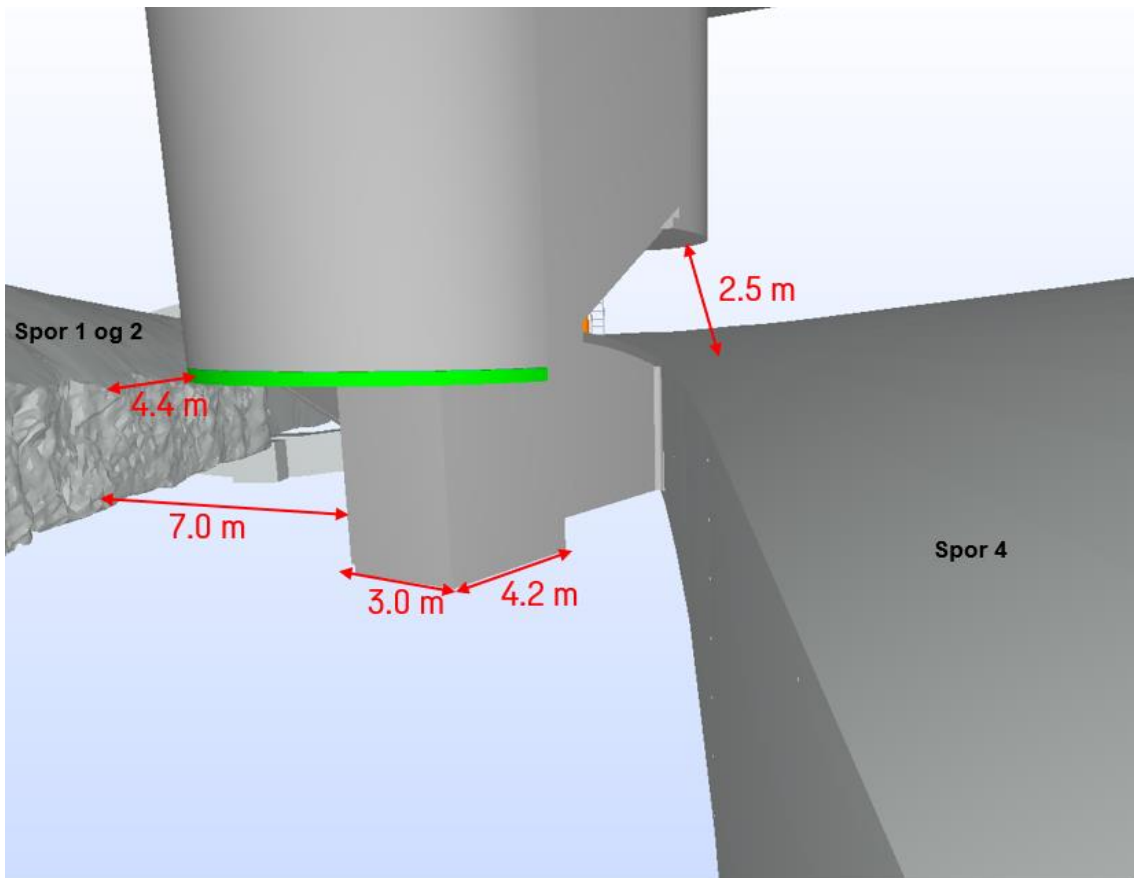
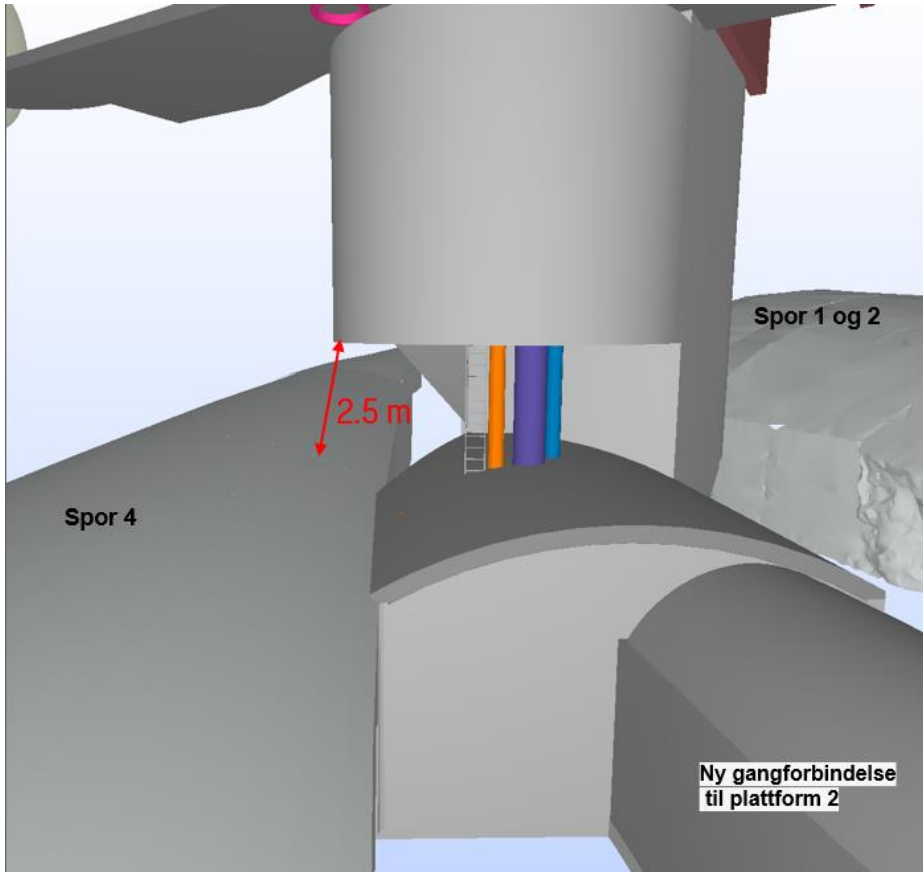
Utklipp fra modellen dett ovenfra.



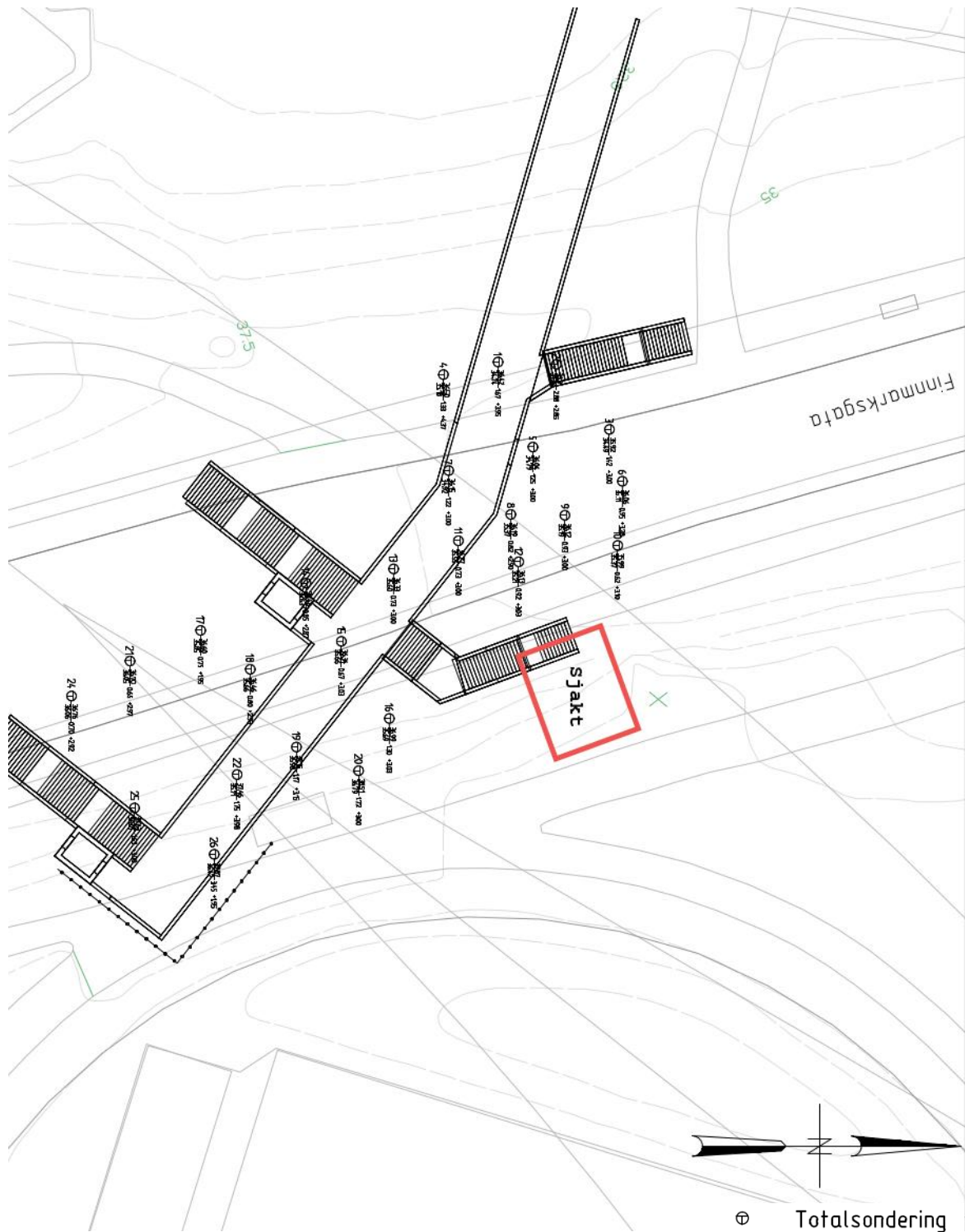
Utklipp som viser avstand fra ny sjakt og bergrom til eksisterende bergrom og tunneler.



Utklipp fra modell fra hver side av sjakta langs plattform 4.



VEDLEGG 3 – UTKLIPP AV GRUNNUNDERSØKELSER



⊕ Totalsondering

Utklippet viser utførte totalsonderinger. Se rødt omriss for omtrentlig plassering av ny sjakt.
 Merk: Gangbaner og trapper på utklippet er alternativer fra tidligere forprosjekt og gjelder ikke.
 (3, Aas Jakobsen (2014). Rapport Teknisk-forprosjekt Oppgradering av Tøyen stasjon 01G med tilhørende vedlegg)