



# KVU OSLO- NAVET

## Utfordringer og erfaringer med driving av tunneler i Oslo-området

---

**Ferdigstilt:** 10. september 2015

---

**Prosjekt:** KVU Oslo-Navet

---

**Forfattere:** Anders Grendal, Torbjørn Johansen og Knut Boge, Aas-Jakobsen/Geovita

---

**Prosjektkontakt:** Terje Grytbakk, KVU-staben

---

**Vedlegg til:** Vedlegg 8, teknisk-økonomisk plan

---

### Sammendrag:

Dette notatet beskriver en del av de utfordringene man vil møte ved bygging av et nytt omfattende tunnelsystem under Oslo. Videre gjøres en kort gjennomgang av de fleste eksisterende tunneler i Oslo-området, der grunnforhold, byggemetode, og spesielle forhold berøres.

## Forord

Ved bygging av nye tunneler under Oslo sentrum står man overfor en rekke utfordringer både med hensyn til anleggsfasen og den permanente situasjon. Omgivelsene har store forventninger til at tunnelsystemet skal bygges raskt og så rimelig som mulig, og uten at det oppstår skader på eksisterende bebyggelse. Samtidig forventes det at byggeaktivitetene i minst mulig grad skal synes eller forstyrre den daglige drift av kommunikasjon, forretninger og lokalsamfunnet for øvrig.

Dette notatet beskriver en del av de utfordringene man vil møte ved bygging av et nytt omfattende tunnelsystem under Oslo. Videre gjøres en kort gjennomgang av de fleste eksisterende tunneler i Oslo området, der grunnforhold, byggemetode, og spesielle forhold berøres.

## Innhold

Teknisk ordliste.....	3
Utfordringer knyttet til tunnelbygging i Oslo området .....	5
Anleggs- og riggområder for tunnel og massetransport.....	5
Grunnforhold og kryssing av dyprenner.....	6
Nye stasjoner .....	7
Eksisterende tunnelanlegg og andre anlegg i grunnen .....	7
Påvirkning på omgivelser.....	9
Eksisterende tunneler og hvordan utfordringene ble løst.....	10
Vegtunneler .....	10
Jernbanetunneler .....	14
T-banetunneler.....	16
VA-tunneler .....	18

## Teknisk ordliste

Påhugg	Sprengt vertikal bergflate som markerer starten på tunnelen.
Tunneldriving	Bygging av tunnel i berg
Stuff	Endeveggen ved tunnelfronten under driving av tunnel
Tunnelhvelv	Buet vegg og tak i tunnel
Heng	Taket i tunnelen
Vederlag	Overgang mellom vegg og tak (heng) i tunnelhvelvet
Såle, ligg	Gulvet i tunnelen
Sprøytebetong	Betong som sprøytes direkte på bergflaten eller andre flater med høytrykkssprøyte
Sprøytebetongbuer	Forsterkning av tunnelhvelv med buer av armering eller stålgitterbjelker som støpes inn med sprøytebetong
Spiling	Bergbolter eller utstøpte stålrør som bores inn som forsterkende bjelkerist over tunnelheng
Pilottunnel	Mindre tunneltverrsnitt som sprenges ut først. Deretter utvides tverrsnittet til full størrelse
Strossing	Utvidelse av tunneltverrsnitt ved sprengning eller mekanisk bryting med pigg eller jekk
Forinjeksjon	Tetting av sprekksystemer i berget ved injeksjon med høyt trykk av sementbaserte eller kjemiske stoffer i forkant av tunneldriving
Etterinjeksjon	Tetting av berget ved injeksjon av sementbaserte eller kjemiske stoffer etter tunneldriving
Vanninfiltrasjon	Innpumping av vann i sprekker i berget for å kompensere for innlekkasjer i

	tunnel eller byggerop
TBM	Tunnel Bore Maskin.
Cut and Cover	Tunnel i løsmasse som bygges mellom vegger etablert fra terreng og under en takplate med reetablert terreng over.
Grunnvannsnivå	Kotehøyde som markerer nivået hvor løsmasse eller berget under er helt eller delvis mettet av vann
Poretrykk	Vanntrykket i løsmasse eller berg. Normalt tilsvarende hydrostatisk trykk fra grunnvannsnivået til aktuelt nivå, men kan være både høyere og lavere avhengig av topografiske forhold og massens permeabilitet

## Utfordringer knyttet til tunnelbygging i Oslo området

Det er flere spesielle problemstillinger knyttet til bygging av nye tunneler i Oslo området, og spesielt i sentrum. Sentrum er tilnærmet fullt utbygd og det er utfordrende å finne ledig arealer både over og under bakken. Tunnelbygging gir omfattende og store anlegg som vil påvirke omgivelsene i et stort område. I tillegg er grunnforholdene i Oslo sentrum utfordrende med svært variabel dybde fra terreng til berg og setningsutsatte løsmasseområder.

Nedenfor er det listet opp noen av de utfordringer man vil møte med tunnelbygging for det nye Oslo Navet.

### Anleggs- og riggområder for tunnel og massetransport

- Forskjæring, hvordan komme ned til berg
- Tilgjengelig anleggsområde
- Massetransport
- Deponering av masser

En av de store utfordringene ved tunnelbygging i bynære strøk er tilgjengelighet til anlegget og å få tilgang til areal for å utføre arbeidet. For tunnelanlegg utenfor tettbygd strøk vil normalt hovedriggen bli lagt nær tunnelinnslaget, og et arealbeslag på 10 mål er normalt. Dette vil vanskelig la seg gjennomføre midt i Oslo, men et minimum av arealbeslag for riggområder samt anleggsareal ved tunnelinnslagene er uansett nødvendig. Riggområder kan legges til eksisterende åpne plasser, mindre parker, og i enkelte tilfeller kan det også være nødvendig å stenge av gatestrekninger. Det er også mulig å tenke seg at anleggsareal kan fremskaffes som et ledd i byfornyelse ved at eksisterende bebyggelse saneres.

Ved overganger mellom tunnel i berg og tunnel i løsmasse må det etableres tilgjengelighet fra overflaten i de fleste tilfeller. Det vil her være nødvendig å beslaglegge arealene over tunneltraseen i hele eller deler av anleggsperioden.

Tunneldrivingen vil medføre omfattende transport av masser og materialer. Berg og løsmasser skal kjøres ut, og betong, steinmasser og andre byggematerialer skal kjøres inn. Det vil derfor være gunstig om angrepspunktene for tunneldrivingen er nært opptil hovedveger. Det kan også være aktuelt å tenke seg alternative metoder for massetransport som for eksempel på transportbånd. Eventuelt kan dette kombineres med lekertransport, men det vil da kreve tilgjengelighet til kaiareal.

All masse som tas ut må også deponeres og dette bør sees i sammenheng med transportmuligheter.

## Grunnforhold og kryssing av dypprenner

- Bløt marin leire, stedvis morene over berg
- Enten må tunneler under (eks. Festningstunnelen under Rådhusplassen), eller de må krysse dypprennene i løsmassetunneler (Eks. Fellestunnelen i Studenterlunden)
- Dypprenner har setningspotensiale, drenering langs dypprennene. Strengt krav til tetting under driving og permanent
- Ulike drivemetoder gjennom dypprenne, som daganlegg eller som tunneldriving i løsmasser
  - Lengde og dybde
  - Hva som er over
- utfordringer i overgang berg/løsmasser

Grunnen under Oslo sentrum består av sedimentære bergarter dominert av leirskifer. Dybden til berg er til dels svært varierende fra berg i dagen til dypprenner på mer en 40 meter. Dypprennene er forårsaket av forkastninger med svakhetssoner og foldinger i forbindelse med store jordskorpebevegelser i devon- perm.

Løsmassen over berg består hovedsakelig av bløt marin leire, stedvis med noe morene avsetninger over berg. I tillegg er det oppfylling med varierende kvalitet og deponerte masser fra tidligere industri.

En tunnel som skal krysse under Oslo sentrum må passere en eller flere dypprenner med løsmasse. Da må enten tunnelen legges så dypt at den kommer under dypprenna som for eksempel Festningstunnelen under Rådhusplassen, eller så må den krysse gjennom løsmassen som for eksempel fellestunnelen gjennom Studenterlunden.

For å komme under de dypeste områdene krever det at tunnelen blir liggende så dypt at det kommer i konflikt med krav til vertikalstigning for en jernbanetunnel, eller at avstanden til terreng blir u hensiktsmessig stor ved eventuelle stasjonstilknytninger. Det må derfor påregnes at tunnelen får noen løsmassestrekninger med tilhørende utfordringer.

Overgangen mellom berg og løsmasser er utfordrende å løse ikke minst i forhold til å hindre innlekkasje av grunnvann. Det er ofte et permeabelt morenelag mellom den relativt tette marine leira og berg, og ved punktering av dette laget kan man få lekkasjer som kan føre til setninger i overliggende leirelag. Disse setningene kan spre seg relativt langt ut til siden for byggegrøpa. Både i anleggsperioden og i permanent fase må det stilles strenge krav til tetthet.

Selve løsmassestrekningen kan drives enten som daganlegg eller som tunnel gjennom løsmasse. Dette vil være avhengig av hvor dypt tunnelen ligger, hvor lang løsmassestrekningen er og hva som ligger over traseen i dag. Som daganlegg kan tunnelen enten bygges som en betongtunnel i åpen byggerop eller som cut and cover ovenfra og ned. Overgangene mot berg er enklest å løse som daganlegg i åpen byggerop. Det vil være svært utfordrende å drive tunnelen gjennom de bløte leirmassene. Massene må stabiliseres rundt hele tverrsnittet samt foran stuff for å unngå innpressing av leire og kollaps. Ved frysing vil det lett oppstå setningsskader på omgivelsene ved opptining.

## Nye stasjoner

- Areal
- Konflikt mellom funksjon (stasjon like under terreng) og enkel tunneldriving (dyp tunnel)

Nye stasjoner vil kreve behov for både midlertidig og permanent beslag av areal. Dersom stasjonen legges i berg med tilstrekkelig overdekning kan anleggsarbeidene i stor grad utføres underjords, men selv om stasjonen legges under bakken vil det kreve areal for å etablere gode adkomstforbindelser fra terreng. Ut fra anleggsmessige hensyn vil det være ønskelig at tunnelen inklusive stasjoner legges så dypt som mulig ut fra de aktuelle stigningskrav. Det er imidlertid ikke hensiktsmessig for bruken av stasjonen at den ligger dypt. Både for normalsituasjon hvor trafikanter skal bringes opp og ned, og i en evakueringssituasjon ved en ulykke.

## Eksisterende tunnelanlegg og andre anlegg i grunnen

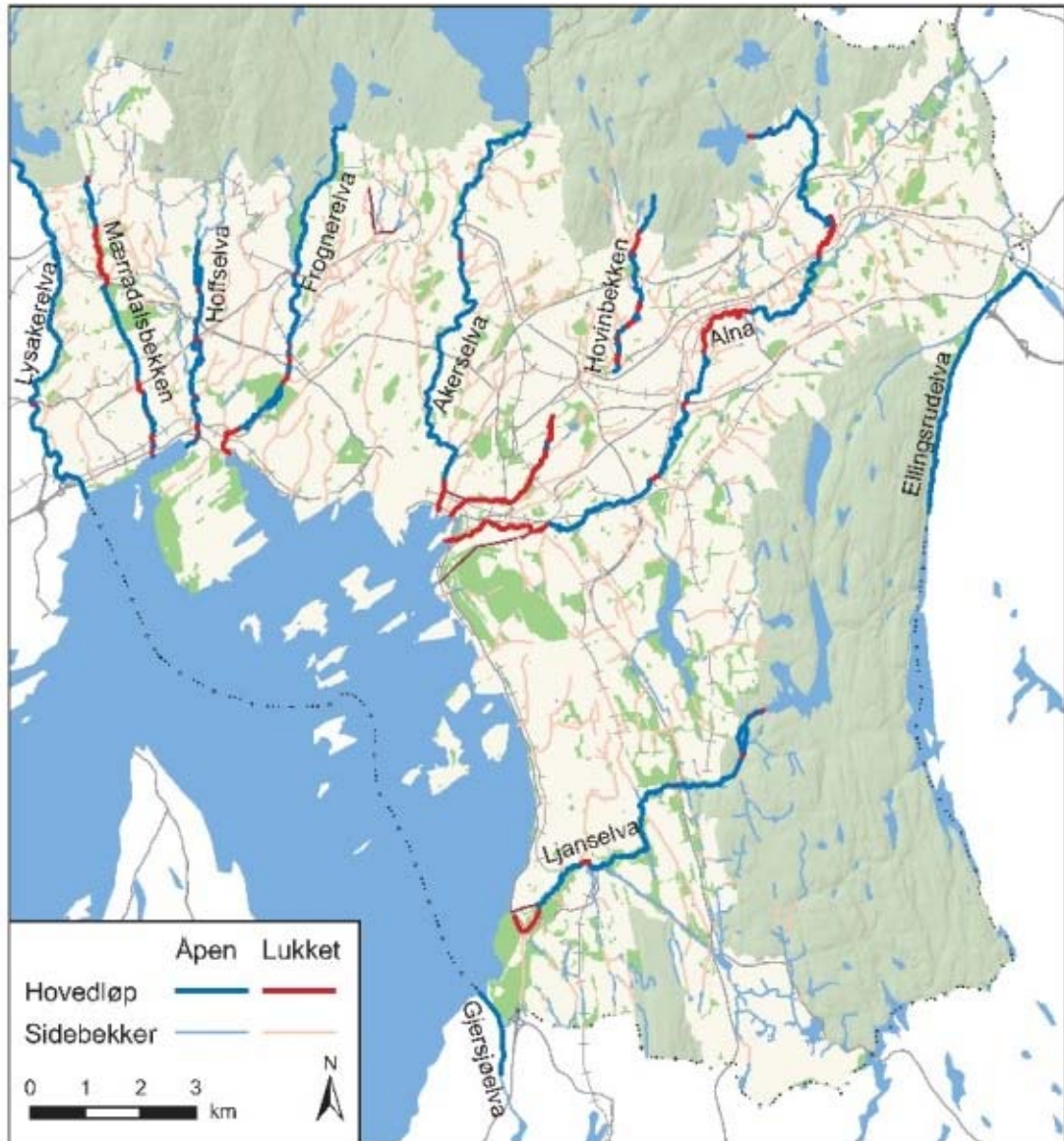
- Mange eksisterende tunneler i Oslo, tog, vei, bane, vann- og avløp, bekkelukninger
- Energibrønner
- Graderte fjellrom, tilfluktsrom

I grunnen under Oslo sentrum ligger det i dag mange eksisterende anlegg. Nye tunneltraseer må forholde seg til disse anleggene og i så stor grad som mulig prøve å unngå konflikt. Det finnes samferdselstunneler for både vei, tog og bane. Disse er godt kjent og man er ganske sikre på beliggenhet og utforming. Enkelte av de eksisterende tunnelene må bygges om i forbindelse med bygging av nye tunneler.

Videre finnes et nett av tekniske tunneler for vann og avløp. Både som tunneler i berg og i løsmasser. Dette er tunneler av både eldre og nyere dato, men stort sett er de dokumentert slik at beliggenhet og utforming er kjent.

Det tidligere landskapet som i dag utgjør Oslo sentrum var kupert og med mange store og små bekker. Som det fremgår av kartet under er de aller fleste av disse er i dag lukket og ligger under terreng. Stort sett ligger disse relativt grunt, men enkelte har også blitt senket en del.





Figur 1: Kart over bekker i Oslo. Kilde: Oslo Elveforum nettsider

Under bakken og dels i berg finnes også en del anlegg som dype parkeringsanlegg og andre kjellere og tilfluktsrom. Disse vil fremgå av tegninger i bygningsarkivet.

Videre er det et relativt omfattende antall av energibrønner som er boret ned i berggrunnen. Disse må kartlegges før tunnelbygging, og ved eventuell konflikt må de saneres og erstattes.

I tillegg er det også en del anlegg som av sikkerhetsmessige årsaker er gradert og opplysninger om disse vil normalt ikke være fritt tilgjengelig.

## Påvirkning på omgivelser

- Anleggsstøy
- Utslipp av støv
- Utslipp av driftsvann
- Trafikkavvikling
- Setningsskader
- Rystelsesskader
- Strukturstøy (permanent støv og vibrasjoner)

Påvirkning på omgivelsene er en stor utfordring ved anleggsgjennomføringen, men også i permanent fase. På grunn av nærheten til bygninger og publikumsområder blir disse utfordringene ekstra store i bystrøk. Det genereres omfattende støv fra anleggsmaskiner, massetransport, spunt og pelearbeider, tunnelvifter etc. Videre blir det utslipp av driftsvann som må behandles og renses samt støv til luft.

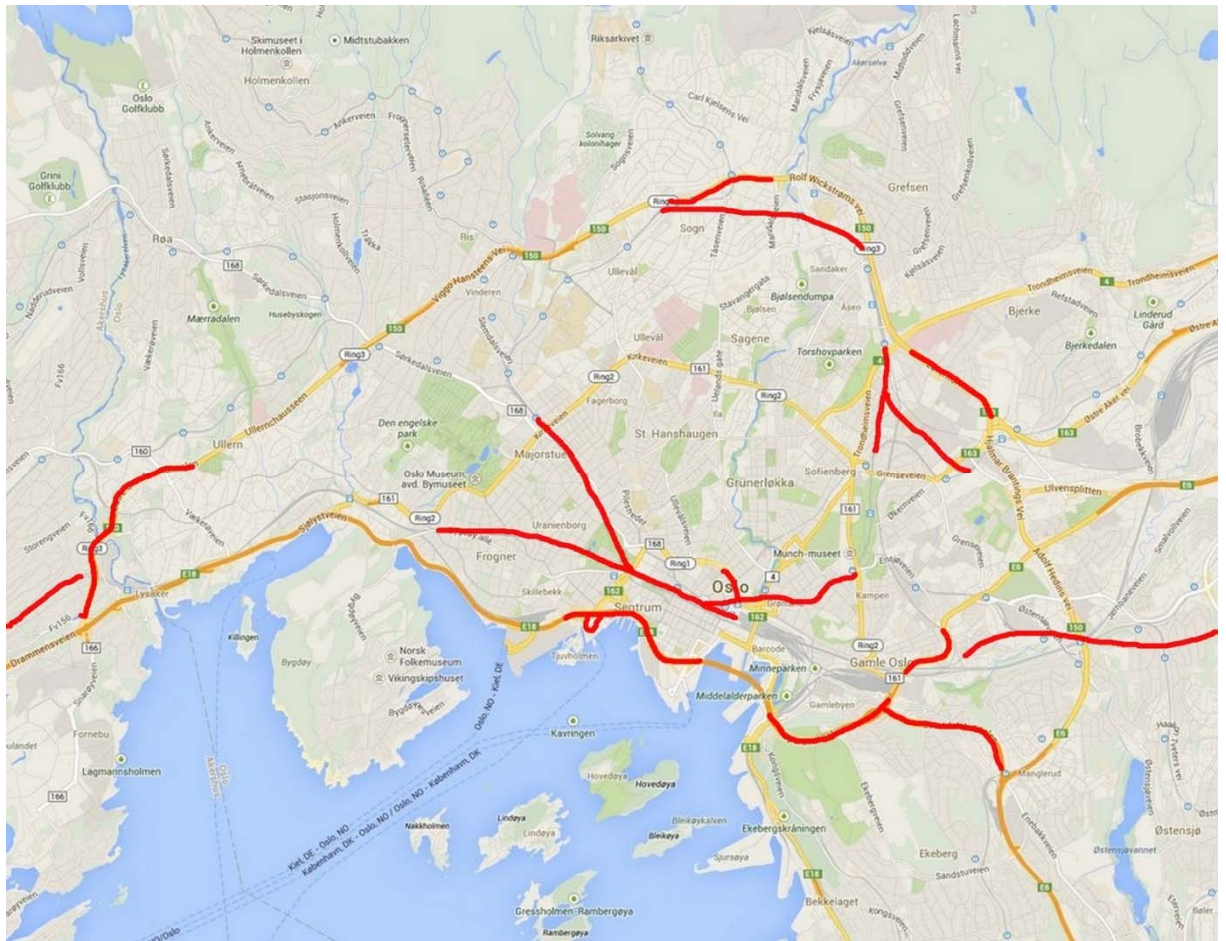
Arealbeslag for anleggsgjennomføringen samt transport av masser medfører innsnevring, omlegginger og stengninger som påvirker øvrig trafikk.

Innlekkasje i tunnel og byggegrøper kan medføre senkning av poretrykk med påfølgende setninger av gater, infrastruktur og bygninger. Eventuell permanent senkning av grunnvann kan medføre nedbrytning av eksisterende fundamentering med trepeler og flåter.

Sprengningsarbeider medfører rystelser som kan gi skader på bygninger og eksisterende installasjoner. Strukturstøy som forplanter seg via berggrunnen opp i bygninger fundamentert på berg kan forekomme både i anleggsfasen og i permanent fase.

## Eksisterende tunneler og hvordan utfordringene ble løst

Det er her listet opp en del eksisterende tunneler med noen opplysninger om beliggenhet, lengde, størrelse, funksjon, drivemetode og lignende. Videre er det nevnt noen av de utfordringer man hadde ved bygging av disse tunnelene og hvordan de ble løst.



Figur 2: Tunneler er markert med rødt

### Vegtunneler

Felles for alle de eksisterende vegtunnelene er at de er drevet med konvensjonell boring og sprengning.

#### Vålerengtunnelen 1985 – 1988

Vålerengtunnelen går fra Lodalen til Etterstad og er en del av E-18 gjennom Oslo. Tunnelen har to løp med to felt sydgående og tre felt nordgående retning.

Tunnelen er tettet ved systematisk forinjeksjon som eneste vanntetting. Tunnelene er drevet i Oslofeltets skiferbergarter.

Kledningen er oppgradert med betong veggelementer og sprøytebetonghvelv som er isolert (Ekeberghvelv, se omtale av Ekeberg tunnelen).

Passering av svakhetssoner i berg ble løst ved å tilpasse tunnelgeometrien. Dette har medført en ugunstig veg geometri.

### **Festningstunnelen 1986 – 1990**

Festningstunnelen er nå en del av E-18 Operatunnelen som går fra Filipstad i vest til Havnelageret i øst. Tunnelen har to løp med tre felt i hver retning og ramper til og fra Vestbanen (Vestbanekrysset) og avrampe til Havnelageret (Danskerampa).

Festningstunnelen har betongtunneler i løsmasser i begge ender.

Bergtunnelen er drevet konvensjonelt. Vestre del, fram til og med kryssingen av lavpunktet under Rådhuset, er vanntett med fullt betonghvelv. Østre del er drenert med betonghvelv i vegg og heng. Betonghvelvene er uarmerte og er støpt i kontakt med berget.

Det har vært problemer med lekkasjer gjennom betonghvelvene, både i fuger og i riss i selve betongen med omfattende ettertetting.

Kryssingen av dyprennen under Rådhusplassen ble sikret med grunnfrysing for det østgående løpet.

Tunnelene er drevet i Oslofeltets skiferbergarter, inklusive alunskifer.

I vest er det en betongtunnel fram til bergpåhugget. Betongtunnelen er bygget i åpen, spuntet byggegrop.

I øst er det tilsvarende betongtunnel. Betongtunnelen er bygget i åpen byggegrop sikret med stålpunt og utvendige stag. Denne delen er bygget om under arbeidene med Bjørvikaforbindelsen.

### **Granfosstunnelen 1989 - 1992**

Granfosstunnelen er del av Store Ringvei (Ring 3) og går fra Ullern til Lysaker/Tjernsmyr. Tunnelen er todelt med en dagsone på Mustad (Lilleaker) har to løp med to felt i hver retning (tre løp fra Mustad til Ullern). Det er av- og påramper til Lilleaker.

Tunnelen er tettet ved systematisk forinjeksjon som eneste vanntetting.

Opprinnelig var tunnelen innredet med hvelv av prefabrikkerte kassetter montert i aluminiumsbuer. Løsningen viste seg ikke å være robust og kledningen er skiftet til Ekeberghvelv (se omtale av Ekeberg tunnelen).

Tunnelene er drevet i Oslofeltets skiferbergarter.



Tunnelene er drevet med liten overdekning under Lysakerelva. Permanent tetting har ikke vært vellykket og det pågår permanent vanninfiltrasjon for å opprettholde poretrykk i løsmassene over.

Granfosstunnelen har betongtunneler i løsmasser i begge ender. Betongtunnelene er bygget i åpne byggegrop sikret med stålspunt og utvendige stag.

### **Ekebergtunnelen 1991 - 1995**

Ekebergtunnelen, som nå en del av Operatunnelen, går fra Sørenga til Lodalen. Tunnelen har to løp med tre felt i hver retning og to ramper til og fra Mosseveien og to ramper til og fra Svartdalstunnelen (som også nå er en del av Operatunnelen).

Tunnelen er tettet ved systematisk forinjeksjon som eneste vanntetting. Kledningen er betong veggelementer og PE- skumhvelv som er brannsikret med sprøytebetong (Ekeberghvelv).

Ekebergtunnelen går hovedsakelig i grunnfjellsbergarter, men krysser hovedforkastningen ved Ekebergskranningen.

Ekebergtunnelen går i to betongtunneler under Mosseveien og sporområdet på Loenga. Betongtunnelene er bygget i åpen byggegrop sikret med stålspunt og utvendige stag. Jernbanespor og Mosseveien ble ført over byggegropa på midlertidige bruer.

### **Tåsentunnelen 1997 -1999**

Tåsentunnelen er del av Store Ringvei (Ring 3) og går fra Nydalen til Ullevål. Tunnelen har to løp med to felt i hver retning. Det er av og påramper til Maridalsveien.

Tunnelen er tettet ved systematisk forinjeksjon som eneste vanntetting. Kledningen er betong veggelementer og sprøytebetonghvelv som er isolert (Ekeberghvelv).

Tunnelene er drevet i Oslofeltets skiferbergarter.

Tåsentunnelen har betongtunneler i løsmasser i begge ender.

### **Lørentunnelen 2010 – 2013**

Lørentunnelen er del av Store Ringvei (Ring 3) og går fra Økern til Sinsenkrysset. Tunnelen har to løp med tre felt i hver retning.

Tunnelen er tettet ved systematisk forinjeksjon som eneste vanntetting. Kledningen er betongelementer i vegg og heng.

Tunnelene er drevet i Oslofeltets skiferbergarter.

Lørentunnelen har betongtunneler i løsmasser i begge ender. Betongtunnelene er bygget i åpen byggegrop sikret med stålspunt avstivet med utvendige stag til berg.

### Vestbanekrysset 1991 - 1994

Vestbanekrysset er av- og påramper fra Festningstunnelen til Vika. Bergtunnelene er konvensjonelt drevet. Tunnelene er vanntette og er bygget med vanntett plastmembran mellom berget og en betongutforing. Denne løsningen er uvanlig og er ikke brukt tidligere eller senere. Løsningen er krevende med stor grad av nøyaktighet i utførelse for å hindre skader på membranen med etterfølgende lekkasjer som kan være vanskelige å lokalisere.

Tunnelene er drevet i Oslofeltets skiferbergarter.

Betongtunnelene er bygget i åpen byggegrop sikret med en kombinasjon av utvendige stag og innvendige stålstivere. Avrampen går rett under en eldre bygård i Munkedamsveien som ble refundamentert og utvekslet på betongdragere før tunneldriving under.

### Svardalstunnelen 1996 - 2000

Svardalstunnelen, som nå en del av Operatunnelen, går fra Ekeberg tunnelen like før Lodalen og opp til Svartdalen før Ryen. Tunnelen har to løp med to felt i retning Ryen og tre felt ned fra Ryen.

Tunnelen er tettet ved systematisk forinjeksjon som eneste vanntetting. Kledningen er betong veggelementer og sprøytebetonghvelv som er isolert (Ekeberghvelv).

Svardalstunnelen går hovedsakelig i grunnfjellsbergarter.

I Svartdalen er det en betongtunnel bygget i åpen byggegrop sikret med stålspunt med utvendige stag.

### Vaterlandstunnelen 1989 - 1991

Vaterlandstunnelen er en ren løsmassetunnel som er en del av Ring 1 og går fra Oslo Spektrum til Hovedbrannstasjonen.

Tunnelen er bygget i åpen byggegrop sikret med en permanent stålspunt. Stålspunten ble sikret ved at det først ble gravet ned til topp betong takplate. Takplata ble momentstivt koblet til spunten og det ble fylt over og terrenget ble reetablert.

Videre tunneldriving forgikk under takplata i korte seksjoner med etterfølgende støp av bunnplate (Cut & Cover).

### Øvrige vegtunneler i Oslo-området

- Rælingstunnelen, Rælingen Akershus
- Kjørbotunnelen, Sandvika Akershus
- Sandviksåstunnelen, Sandvika Akershus
- Blåkolltunnelen, Lørenskog Akershus
- Bekkestuatunnelen, Bærum Akershus
- Hagantunnelen, Nittedal Akershus
- Nøstvedttunnelen, Ski og Oppegård Akershus
- Nordbytunnelen, Frogn og Ås Akershus
- Smiehagen tunnel, Frogn Akershus

## Jernbanetunneler

Tilsvarende som for eksisterende vegtunneler er også alle de eksisterende jernbanetunnelene drevet med konvensjonell boring og sprengning. Den planlagte tunnelen for Follobanen skal i hovedsak drives med TBM.

### Oslotunnelen 1975 – 1979

Oslotunnelen går fra Oslo S til Skøyen og inngår i Drammenbanen. Tunnelen går i løsmasser fra Oslo S til Kirkeristen og deretter i berg til forbi Stortinget. Deretter går den i felles løsmassetunnel med T-banen fram til Nationaltheatret.

Nationaltheatret stasjon ligger i berg med to stasjonshaller i berg (utvidet i perioden 1995 – 1998).

Videre til Skøyen går den i tospors tunnel i berg.

Tunnelen er tettet ved systematisk forinjeksjon som eneste vanntetting. Store deler av tunnelen er vanntett utstøpt med betong.

Tunnelene er drevet i Oslofeltets skiferbergarter.

### Romeriksporten 1994 – 1998

Romeriksporten går fra Etterstad til Stalsberg før Lillestrøm og inngår i Gardermobanen. Tunnelen er en tospors tunnel med løsmassetunneler i begge ender. På Etterstad er det en etspors avgrening til Hovedbanen.

Tunnelen er tettet ved systematisk forinjeksjon som eneste vanntetting. Vanntettingen var ikke vellykket og det ble utført omfattende ettertetting og det pågår permanent vanninfiltrasjon.

Romeriksporten går hovedsakelig i grunnfjellsbergarter, men krysser hovedforkastningen ved Bryn.

### Bærumstunnelen (Lysaker – Sandvika) 2006 – 2011

Bærumstunnelen går fra Lysaker Vest til Sandvika Øst ved Engervannet og inngår i Askerbanen. Tunnelen er en tospors tunnel med løsmassetunnel på Lysaker Vest.

Tunnelen er tettet ved systematisk forinjeksjon som eneste vanntetting.

Tunnelen er drevet med fire tverrslag.

Tunnelene er drevet i Oslofeltets skiferbergarter.

### Tanumtunnelen 1998 – 2003

Tanumtunnelen går fra Jongsjordet til Årstad og inngår i Askerbanen. Det er en lang betongtunnel på Jongsjordet før bergtunnelen.

Tunnelen er tettet ved systematisk forinjeksjon som eneste vanntetting.

Tunnelen er drevet med ett tverrslag.

Tunnelene er drevet i Oslofeltets skiferbergarter.

### Askertunnelen 1998 – 2003

Askertunnelen går fra Årstad til Asker og inngår i Askerbanen. Det er en kort betongtunnel på Asker.

Tunnelen er tettet ved systematisk forinjeksjon som eneste vanntetting.

Tunnelen er drevet med ett tverrslag.

Tunnelen er drevet i Oslofeltets skiferbergarter.

### Follobanen 2014 – pågår

Tunnelen skal gå fra Oslo S til Ski. Den første strekningen på en drøy kilometer fra Oslo S til Ekebergskråningen skal bygges som løsmassetunnel. Videre skal det drives ca. 1,2 km tunnel hovedsakelig med konvensjonell boring og sprengning. Deler av strekningen skal på grunn av nærhet til eksisterende anlegg drives med boring og mekanisk bryting av berg.

Den resterende strekningen på ca. 18,5 km skal drives med TBM, med unntak av en strekning med utvidelse for rømningsstasjon i midten på ca. 0,6 km som skal drives med boring og sprengning.

### Andre tog tunneler i Oslo-området

- Lieråstunnelen
- Bekkelagstunnelen



## T-banetunneler

Alle de eksisterende T-banetunnelene er drevet med konvensjonell boring og sprengning.

### Sentrumstunnelen 1975 - 1980

Sentrumstunnelen går Jernbanetorget til Nationalteateret stasjon. Tunnelen går i berg fram til forbi Stortinget hvor den går i felles betongtunnelen med jernbanen fram til Nationalteatret. Tunnelen inneholder Stortinget stasjon. Som en del av tunnelen inngår også Vendesløyfa rundt Stortinget stasjon.

Tunnelen er tettet ved forinjeksjon. Store deler av tunnelen er vanntett utstøpt med betong.

Det har vært store problemer med vannlekkasjer ved Stortinget stasjon.

Tunnelene er drevet i Oslofeltets skiferbergarter inklusive alunskifer.

### Vendesløyfa 1980 - 1985

Enkeltsporet tunnel som går rundt Stortinget stasjon. Tunnelen er drevet konvensjonelt, men med kun adkomst fra Stortorget med vertikal sjakt.

Tunnelen er vanntett. Opprinnelig tetting med påsprøytet membran på innsiden av betongutforingen var ikke vellykket og tunnelen er senere ettertettet.

Tunnelen er drevet i Oslofeltets skiferbergarter.

### Majorstuatunnelen 1913 – 1918 og 1923 - 1928

Majorstuatunnelen går fra Nationalteatret stasjon til Majorstuen stasjon. Tunnelen er dobbeltsporet. Deler av tunnelen er utført vanntett med betongutstøpning. Ved bygging av tunnel i tidsrommet 1913 – 1918 fra Nationalteatret til Homansbyen fikk overliggende bebyggelse store skader. Det ble påvist sammenheng mellom tunnelbyggingen og skadene slik at utbyggingsselskapet fikk så mange erstatningskrav at de ble slått konkurs. Videre tunnelbygging ble gjenopptatt i 1923.

Det er sjakt ved Oscarsgate.

Tunnelen er drevet i Oslofeltets skiferbergarter.

### Jernbanetorget – Tøyen 1960

Den østgående T-banetunnelen går fra Jernbanetorget til Tøyen. På Tøyen deler tunnelen seg i en gren mot Lambertseterbanen, Østensjøbanen og Furusetbanen og en gren mot Grorudbanen og Centrumsbanen.

Fra Jernbanetorget og forbi Grønland stasjon er det løsmassetunnel. Videre fram til Hasle stasjon på Grorudbanen og Etterstad stasjon på de øvrige banene er det bergtunnel.

Tunnelene er dobbeltsporet.

Tunnelen er drevet i Oslofeltets skiferbergarter. Ved Tøyen er det større områder med alunskifer.

### Ullevål – Storo (T-baneringen del I)

Første del av T-baneringen (Centrumsbanen) går fra Ullevål til Storo. Bergtunnelen går fra Ullevål til Nydalen, er tospors og er drevet med systematisk forinjeksjon. I Nydalen og fram til Storo er det lengre betongtunnel i løsmasser som inkluderer Nydalen stasjon og kryssing under Akerselva.

Tunnelen er drevet i Oslofeltets skiferbergarter.

### Storo – Carl Berner (T-baneringen del II)

Andre del av T-baneringen (Centrumsbanen) går fra Storo til Carl Berner. Bergtunnelen går fra Sinsen til Carl Berner, er tospors og er drevet konvensjonelt med systematisk forinjeksjon. På Sinsen krysser tunnelen i betongtunnel gjennom landkarkonstruksjonene på brua i Trondheimsveien ved Sinsenkrysset.

Tunnelen er drevet i Oslofeltets skiferbergarter.

Ved Båhusveien krysser tunnelen en sone uten overdekning i leire. Sonen ble sikret med rørspiling og stålbuer og sprøytebetong.

Inn mot Carl Berner er tunnelen knyttet inn på eksisterende tunnel på Grorudbanen.

### Lørenbanen 2013 – pågår

Lørenbanen kobler T-baneringen (Centrumsbanen) med Grorudbanen inkludert stasjon på Løren.

Tunnelen drives konvensjonelt med systematisk forinjeksjon. Tunnelen drives fra et tverrslag på Hasle.

Tunnelen er drevet i Oslofeltets skiferbergarter.

Tunnelen har koblingszone i berg mot T-baneringen (Centrumsbanen).

På Hovin ved tilknytning til Grorudbanen er det en lang betongtunnel i løsmasser.

### Øvrige T-banetunneler

- Furusetbanen
- Østensjøbanen (Skullerud – Mortensrud)

## VA-tunneler

### VEAS

VEAS-tunnelene (Vestfjorden Avløpsselskap) er omfattende tunnelsystem som går fra Oslo Sentrum til Slemmestad i Asker.

Fra Majorstua pumpestasjon er tunnelen drevet med fullprofilboring (TBM) med diameter 3,5 meter. TBM-drivingen ble utført med åpen maskin og delvis med forinjeksjon utført bak borhodet.

Tettingen har bare delvis vært vellykket. Deler av tunnelen på Majorstua er nylig ettertettet med innvendig utforing.

Fra Renseanlegget på Festningen er tunnelen drevet konvensjonelt til forbi Vestbanen. Kryssingen av dyprennen ved Rådhuset er gjort med rørtrykking av betongrør med innvendig diameter 1,8 meter.

### Midgardsormen 2010 – 2014

Midgardsormen omfatter et tunnelsystem som skal håndtere avløp fra bebyggelse i Bjørvika og Sørenga. Mellom Vaterland og Gamlebyen er tunnelen drevet i løsmasser ved hjelp av mikrotunnelmaskin med åpen front. De største rørene har diameter på 2,4 meter. Åtte store trykke- og mottakssjakter er etablert i området Vaterland – Jernbanetorget- Bjørvika – Gamlebyen.

Fra Gamlebyen til Bekkelaget renseanlegg er det drevet en ca. 2 km lang bergtunnel med tverrsnitt 37 m<sup>2</sup>.

### Øvrige VA-tunneler

Tunnelene er drevet til ulike tider. Felles for tunnelene er at de er drevet konvensjonelt.

- Kværner – Bekkelaget. Kloakktunnel til Bekkelaget renseanlegg
- Alnaelva. Omlegging av Alnaelva fra Kværner til Kongshavn gjennom Ekeberg åsen
- Skullerud – Holmlia. Overføringstunnel for drikkevann fra Skullerud vannreanseanlegg