

# E16/väg 70, Borlänge-Djurås, delen Norr Amsberg-Sifferbo (etapp 2)

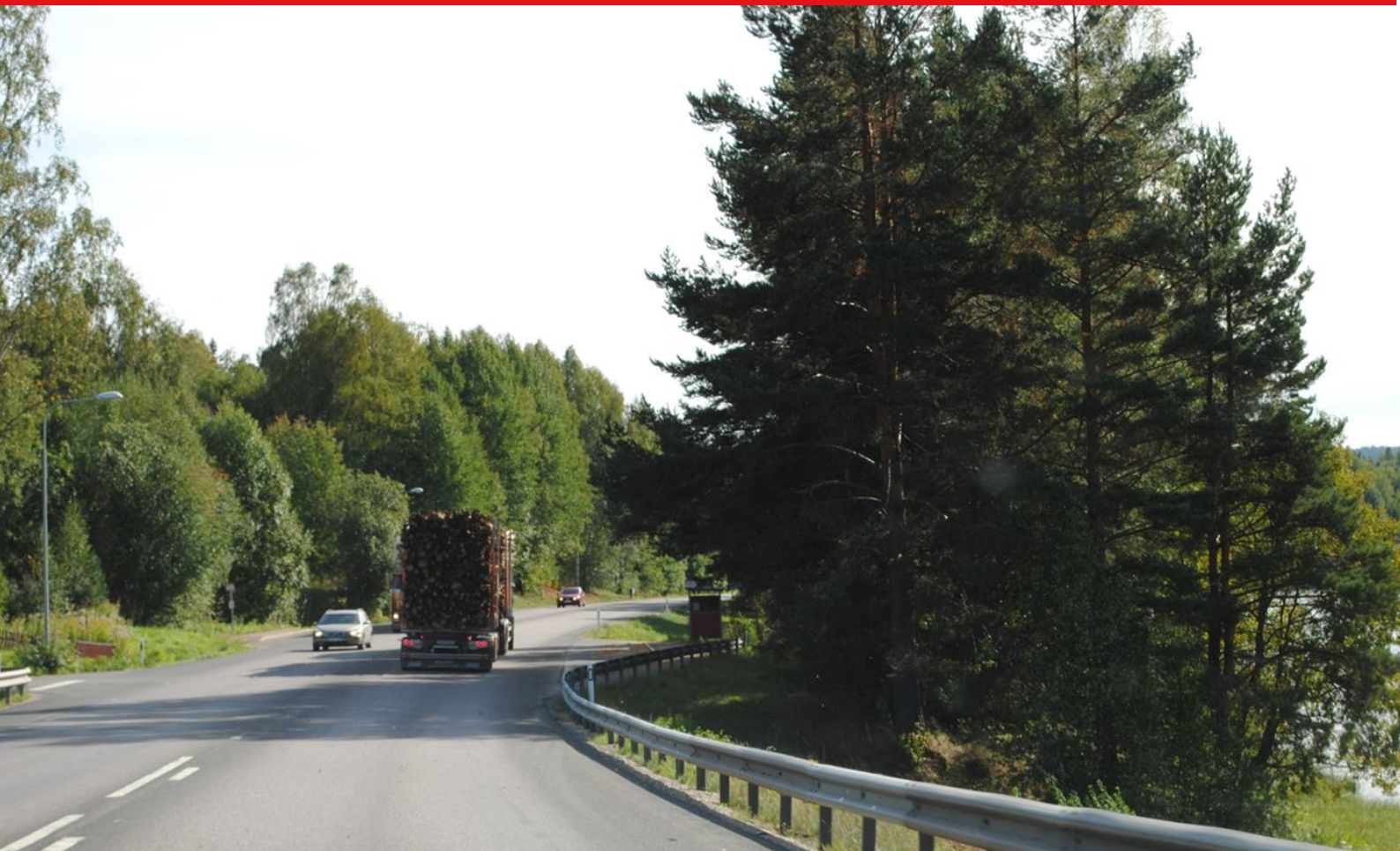
Borlänge kommun, Dalarnas län

Vägplan

## Tekniskt PM Geoteknik

Datum: 2020-09-21

Handlingsnummer: 2G140001



Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentsdatum 2020-09-21	Rev datum
Projektnummer 83859571	Ärendenummer TRV 2018/97924	

#### Objektdata

Vägnummer	E16/Väg 70
Objektnamn	E16/Väg 70 Borlänge-Djurås, etapp 2
Objektnummer	83859571
Kommun	Borlänge
Län	Dalarnas län

#### Dokumentdata

Titel	Tekniskt-PM Geoteknik
Dokumentslag	Rapport
Utgivningsdatum	2020-09-21
Utgivare	Trafikverket
Kontaktperson	Patrick Svärd
Konsult	Sweco Civil AB
Författare	Ulf Ryberg, Erika Magnusson
Kvalitetsansvarig	Stefan Håkansson

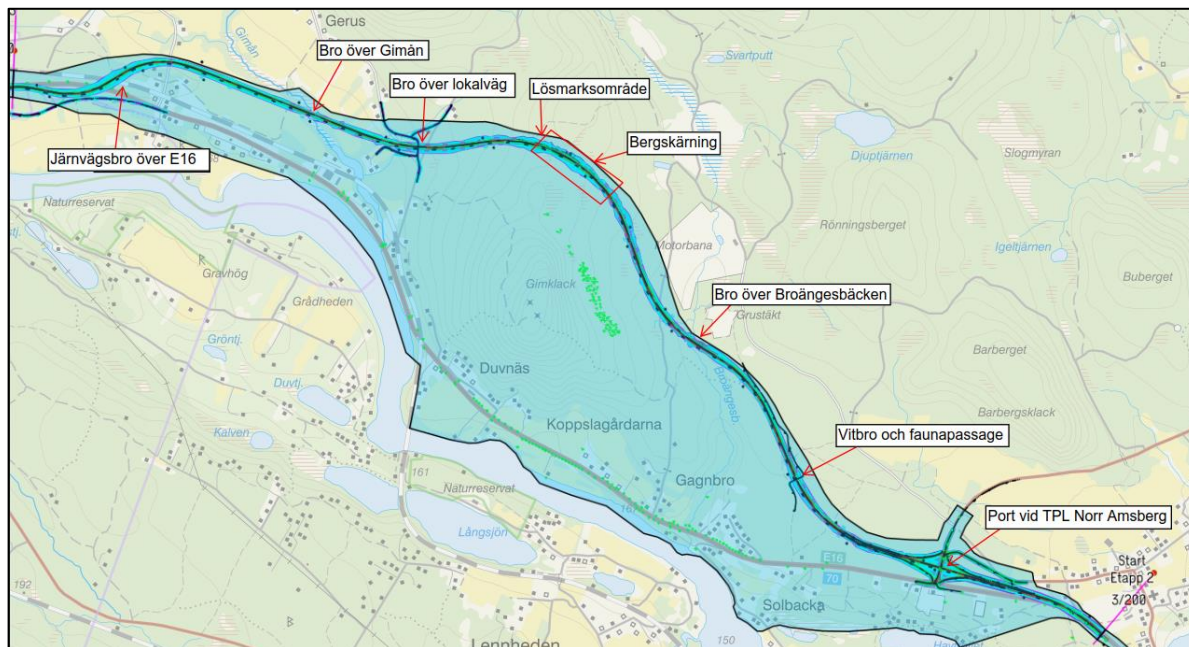
Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentsdatum 2020-09-21	Rev datum
Projektnummer 83859571	Ärendenummer TRV 2018/97924	

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>OBJEKT .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>UNDERLAG FÖR PROJEKTERINGEN .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>STYRANDE DOKUMENT .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>PROJEKTERINGSANVISNINGAR.....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR.....</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN OCH ÅTGÄRDER.....</b>	<b>6</b>
6.1	ALLMÄNT .....	6
6.2	VÄGBRO VID TRAFIKPLATS NORR ÅMSBERG.....	7
6.2.1	Ramp NO .....	7
6.2.2	Ramp SO.....	8
6.2.3	Ramp SV.....	8
6.2.4	Ramp NV .....	8
6.2.5	Väg 293 .....	8
6.2.6	Väg 905 .....	8
6.3	VILTBRO OCH FAUNAPASSAGE .....	8
6.4	BRO ÖVER BROÄNGESBÄCKEN .....	9
6.5	STRÄCKA MELLAN BROÄNGESBÄCKEN OCH BERGSKÄRNING.....	10
6.6	BERGSSKÄRNING.....	11
6.7	OMRÅDE MED LÖSMARK .....	11
6.8	STRÄCKA ÖSTER OM BRO ÖVER LOKALVÄG.....	11
6.9	BRO ÖVER LOKALVÄG.....	11
6.10	STRÄCKA BRO ÖVER LOKALVÄG TILL BRO ÖVER GIMÅN.....	12
6.11	BRO ÖVER GIMÅN.....	12
6.12	STRÄCKA MELLAN GIMÅN OCH JÄRNVÄGSBRON .....	14
6.13	BRO FÖR JÄRNVÄG ÖVER E16.....	14
<b>7</b>	<b>VAL AV FÖRSTÄRKNINGSÅTGÄRDER .....</b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>AVVATTNINGSANLÄGGNING MED ÅTGÄRDER .....</b>	<b>16</b>
<b>9</b>	<b>SAMMANSTÄLLNING AV HÄRLEDDA VÄRDEN.....</b>	<b>16</b>
<b>10</b>	<b>FÖRSLAG PÅ KOMPLETTERANDE UNDERSÖKNINGAR .....</b>	<b>16</b>

Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentsdatum 2020-09-21	Rev datum
Projektnummer 83859571	Ärendenummer TRV 2018/97924	

## 1 Objekt



Områdesbild 1: Norr Amsberg – Sifferbo, etapp 2.

Sweco har på uppdrag av Trafikverket utfört geotekniska undersökningar vid E16/väg 70 mellan Norr Amsberg och Sifferbo. Sträckan motsvarar etapp 2 inom projektet Borlänge-Djurås. På denna sträcka föreslås vägen att ledas om i syfte att öka trafiksäkerheten och framkomligheten.

E16/väg 70 är en nationell stamväg och sedan år 2012 uppklassad som Europaväg. E16 är tänkt att bli ett starkt transportstråk.

Målet för projektet är att höja framkomligheten, tillgängligheten och trafiksäkerheten. För etapp 2 innebär det en nystäckning av vägen. Projektet inkluderar en ny trafikplats vid Norr Amsberg, nya broar över Broängesbäcken, Gimån, lokalväg samt en järnvägsbro över E16. Det kommer också att byggas en vilt- och skoterpassage.

Sträckan omfattar ca 7,5 km och utgör etapp 2 inom projektet E16/väg 70 Borlänge-Djurås mellan km ca 3/200 – 10/400 Syftet med den geotekniska undersökningen är att redovisa markförhållanden för anläggning av den nya vägen, samt för grundläggning av ovan nämnda åtgärder.

Arbetet ingår i vägplan.

## 2 Underlag för projekteringen

Sweco har utfört en arkivstudie av tidigare geotekniska undersökningar inom området. Syftet med arkivstudien är att hitta äldre undersökningar för att kartlägga de geotekniska förutsättningarna i ett tidigt skede. Dessa utgörs av material från Midvatten, Sweco, Tyréns, och K-Konsult. Samtlig information är inarbetad i nuvarande ritningsunderlag.

Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentsdatum 2020-09-21	Rev datum
Projektnummer 83859571	Ärendenummer TRV 2018/97924	

Äldre undersökningar för vilket år befintlig väg byggdes eller vid ombyggnader har inte hittats. Sannolikt finns äldre undersökningar men varken beställaren (TRV) eller Sweco har lyckats finna några. Att dra en nysträckning av E16/väg 70 beslutades senare under projektets gång och det fanns inga tidigare utförda undersökningar.

I övrigt så har information hämtats från SGU:s jordartskarta. Uppgifter om ledningar och fasta installationer har hämtats in från Borlänge och Gagnefs kommuner, Borlänge Energi och berörda fastighetsägare.

Vattennivåer och flöden i älven har hämtats från Vattenregleringsföretagen i Östersund och Midvatten AB.

### 3 Styrande dokument

Styrande dokument har varit:

- TK Geo 13, version 2.
- TRVK Väg
- TRVK Bro
- VV publ. 1987:18 Erosionsskydd i vatten vid väg- och brobyggnad.
- AMA 17
- MB310, hydraulisk dimensionering 2008:61.

### 4 Projekteringsanvisningar

Problembilden för befintlig E16/väg 70 är generellt alltför brant stående slänter i friktionsmaterial av isälvs- eller älvssediment, främst sand och silt. Därav projektering av ny väg från Norr Amsberg till Sifferboheden där den ansluter till befintlig väg.

Karakteristiska värden på inre friktionsvinkel och andra hållfasthetsegenskaper har utvärderats med Conrad version 3.1.1 och TK geo 13 version 2.

Geokonstruktioner utförs i säkerhetsklass 2 och geoteknisk kategori 2, (GK2). Gabioner bör utföras i GK3.

Området ligger i klimatzon 3.

Projektering sker enligt AMA 17.

Krav på totalsättning och sättningsdifferens är enligt TK geo 13 kap 3.2.

Grundvattennivåer redovisas i form av mätningar från närliggande referensrör eller med ledning av områdets topografi.

Portrycksnivåer sätts i beräkning till de mest ogynnsamma.

De bergtekniska undersökningarna avgör bestämningar av stabiliteten i bergskärningar samt hur branta bergsslänter det är möjligt att använda. Markutrymmet är begränsat i

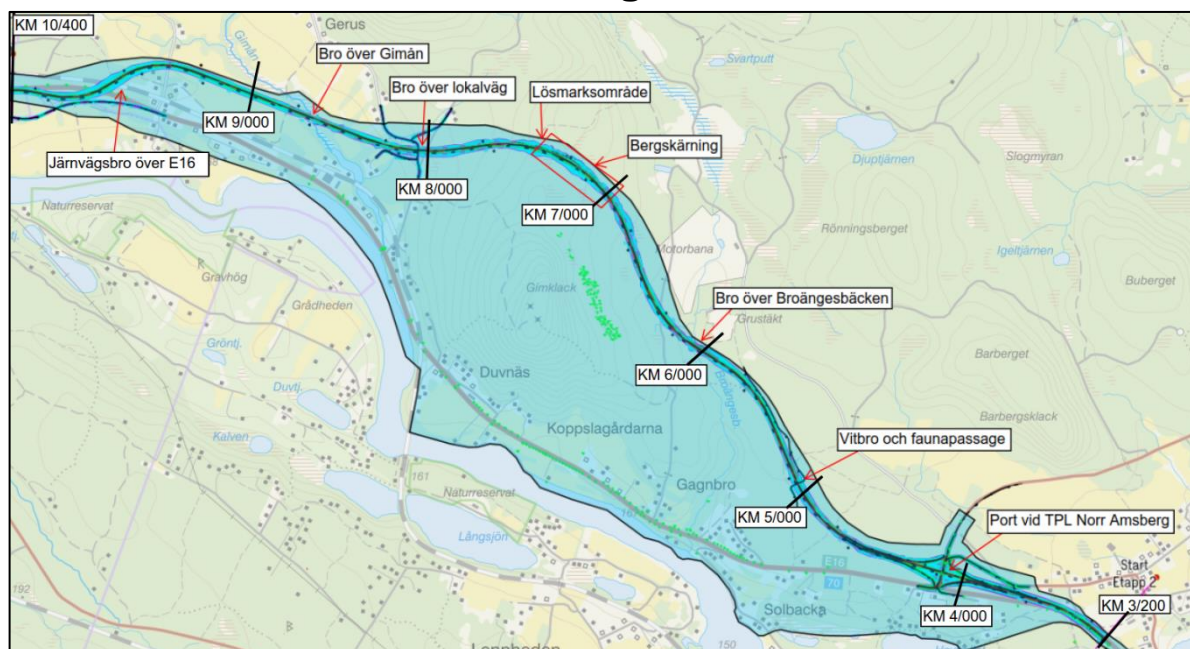
Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentsdatum 2020-09-21	Rev datum
Projektnummer 83859571	Ärendenummer TRV 2018/97924	

området. Bestämning av bergets kvalitet för tillverkning av ballast har undersökts med avseende på återanvändning i vägbanan och i bank.

## 5 Utförda undersökningar

Resultatet av utförda fältundersökningar redovisas i markteknisk undersökningsrapport (MUR) 2G140003.

## 6 Geotekniska förhållanden och åtgärder



Områdesbild 2: Norr Amsberg – Sifferbo, etapp 2

### 6.1 Allmänt

Se områdesbild 2 för sträckan Norr Amsberg – Sifferbo. På den första delen av den projekterade vägen, ca 2 km, består jorden i huvudsak av finsand, sand och silt. Därefter följer en sträcka, ca 1 km, där isälvssand dominerar. En bro för väg 293 över väg E16 med till- och avfartsramper ska grundläggas vid trafikplatsen Norr Amsberg. Bro för viltpassage och skoterled och bro över Broängesbäcken kommer att byggas.

Därefter går vägen nordöst om Gimklack. Inom detta område, ca 2 km, dominerar morän och berg i dagen förekommer. Ett lösmarkområde (torv) finns inom området. En port för lokalväg anläggs på morän nordväst om Gimklack.

Efter moränområdet följer ett område med i huvudsak silt och sand, ca 2,2 km. En bro över Gimån och en järnvägsbro över E16 kommer att byggas.

Följande underkapitel är indelade efter geotekniska åtgärder.

Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentdatum 2020-09-21	Rev datum
Projektnummer 83859571	Ärendenummer TRV 2018/97924	

## 6.2 Vägbro vid trafikplats Norr Amsberg

Se områdesbild 2 för lokalisering. Strax väster om Norr Amsberg planeras en ny bro för väg 293 över väg E16, se ritningarna 241G2001-241G2007 för geoteknisk information. Korsningen för väg 293 byggs planskild och flyttas ca 100 meter österut. Geotekniska undersökningar i form av skruvprovtagning, vikt-, hejar- och cpt-sonderingar är utförda.

Befintlig jord i portläget är från markytan siltig finsand, finsandig silt eller silt från markytan ner till ca 20 m under markytan. Därunder kommer ett något grövre friktionsmaterial, troligen sand och grus.

Två grundvattenrör sitter i broläget (GWT700 och SW41412G). Grundvattenytan ligger djupare än 31 m. Båda rören har mätts vid tre tillfällen och de har varit torra vid alla mätningar. Troligen ligger den varaktigt betydligt djupare då trafikplatsen ligger på en isälvsavlagring (Badelundaåsen).

Erosionsskydd kommer att krävas på skärningsslänter av silt och finsand för skydd mot ytvattenerosion.

Brostöden grundläggs på utbredda plattor på en packad grusbädd med tjockleken 0,3m på naturlig jord, enligt TK Geo 13 kap 7.3. Grundläggningsdjup med avseende på tjäle sätts till 1,9 m under markytan. Se *tabell 2* för materialegenskaper.

*Tabell 2.* Hållfasthetsegenskaper för jord på grundläggningsnivå för bro tpl. Norr Amsberg, korrigerade värden.

	Schaktbotten-nivå	Jord	Lagrings-täthet	Karakteristiskt värde, friktionsvinkel $\varphi_k^\circ$	Karakteristiskt värde, sättningsmodul Ek (MPa)	Materialtyp/tjälfarlighet
Stöd 1	+181,6	FSa/Si	Medelfast	32	20	5A/4
Stöd 2	+178,6	FSa/Si	Medelfast	33	25	5A/4
Stöd 3	+178,6	FSa/Si	Medelfast	33	25	5A/4
Stöd 4	+181,6	FSa/Si	Medelfast	32	20	5A/4

### Geotekniska förstärkningsåtgärder

Inga geotekniska förstärkningsåtgärder krävs. Erosionsskydd på fyllnings- och skärningsslänt utformas enligt TK geo 9.2.1.2.

#### 6.2.1 Ramp NO

Avfartsramp från Borlänge. Naturlig jord i området för trafikplatsen är glacial grovsilt eller finsand. Materialet på terrassnivå tillhör materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4, se ritning 200G0202, 211G0301 och 211G0901-02. Inga förstärkningsåtgärder krävs för banken. Erosionsskydd på fyllnings- och skärningsslänt utformas enligt TK geo 9.2.1.2.

Titel	Dokumentdatum	Rev datum
Tekniskt PM Geoteknik	2020-09-21	
Projektnummer	Ärendenummer	
83859571	TRV 2018/97924	

### 6.2.2 Ramp SO

Påfartsramp mot Borlänge. Naturlig jord i området för trafikplatsen är glacial grovsilt eller finsand. Materialet på terrassnivå tillhör materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4, se ritning 200G0202, 212G0301 och 212G0901-03. Erosionsskydd på fyllnings- och skärningsslänt utformas enligt TK geo 9.2.1.2.

#### 6.2.2.1 Geotekniska förstärkningsåtgärder ramp SO

Dödisgrop mellan ca km 1/000–1/050. Gropen är delvis igenfylld. Eventuellt kvarvarande lösa lager av torv eller fyllning som inte är friktionsjord bortgrävs.

### 6.2.3 Ramp SV

Avfartsramp från Djurås. Naturlig jord i området för trafikplatsen är glacial grovsilt eller finsand. Materialet på terrassnivå tillhör materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4, se ritning 200G0203, 213G0301 och 213G0901-03. Inga förstärkningsåtgärder krävs för banken. Erosionsskydd på fyllnings- och skärningsslänt utformas enligt TK geo 9.2.1.2.

### 6.2.4 Ramp NV

Påfartsramp mot Djurås. Naturlig jord i området för trafikplatsen är glacial grovsilt eller finsand. Materialet på terrassnivå tillhör materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4, se ritning 200G0203, 214G0301 och 214G0901-04. Erosionsskydd på fyllnings- och skärningsslänt utformas enligt TK geo 9.2.1.2.

#### 6.2.4.1 Geotekniska förstärkningsåtgärder ramp NV

Dödisgrop mellan ca km 1/210-1/265. Eventuellt lösa lager av torv eller fyllning som inte är friktionsjord bortgrävs.

### 6.2.5 Väg 293

Naturlig jord i området för vägen är glacial grovsilt eller finsand. Materialet på terrassnivå tillhör materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4. I ytan och någon meter ner är materialet mycket löst - löst lagrat. Därunder är lagringstätheten medelfast – fast med ökande lagringstäthet mot djupet, se ritningar 200G0202, 221G0301 och 221G0901-07. Inga förstärkningsåtgärder krävs.

### 6.2.6 Väg 905

Trafikplatsen ansluter i öster mot väg 905, lokalväg i Norr Amsberg, som dras i nysträckning ca 450m. Inga undersökningar är utförda för vägen. Enligt SGU:s jordartskarta så är det glacial grovsilt eller finsand och det finns inget som tyder på något annat.

## 6.3 Viltbro och faunapassage

Se områdesbild 2 för lokalisering. Det kommer att byggas en fauna och skoterledspassage i form av en valvbågsbro ca 1 km nordväst om trafikplats Norr Amsberg. Se ritning 242G2001- 242G2004 för geoteknisk information. Valvbågsbron grundläggs på utbredda plattor på 0,3 m packad fyllning av grus på nivån +186,0. Den naturliga jorden består till grundläggningdjup av silt och främst finsandig silt med låg - medelfast lagringstäthet ner



Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentsdatum 2020-09-21	Rev datum
Projektnummer 83859571	Ärendenummer TRV 2018/97924	

till nivån ca +180. Därunder är det troligtvis friktionsjord till stort djup. Materialet på grundläggningsnivån tillhör materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4, se tabell 3.

Tabell 3. Hållfasthetsegenskaper för jord på grundläggningsnivå för viltpassagen/skoterbron, korrigerade värden.

	Schaktbotten- nivå	Jord	Lagrings- täthet	Karakteristiskt värde, friktionsvinkel $\varphi_k^\circ$	Karakteristiskt värde, sättningsmodul Ek (MPa)	Material- typ/tjäl- farlighet
Stöd 1	+186,0	FSa/Si	Medelfast	33	25	5A/4
Stöd 2	+186,0	FSa/Si	Medelfast	33	25	5A/4

Skruvprovtagningar, hejarsondering, CPT-sonderingar och VIM-sondering är utförda och ett grundvattenrör (SW51801G) har satts i ena brofästets tänkta placering. Grundvattenytan har inte fastställts vid de tre mättillfällena som utförts. Vid samtliga mätningstillfällen har grundvattenröret varit torrt ner till ett djup på 30 m från rök.

### Geotekniska förstärkningsåtgärder

Gabioner byggs för att minska markintrånget på tillfartsbankar till viltpassagen.

Dimensionering enligt TK Geo 13, kap 17.

Erosionsskydd mot ytvattenerosion på fyllnings- och skärningslänt utformas enligt TK Geo 13, kap 9.2

## 6.4 Bro över Broängesbäcken

Se områdesbild 2 för lokalisering. Öster om Gimklack går Broängesbäcken och där planeras det att byggas en bro. Den planerade bron utgörs av en valvbågebro med gabioner och med ett brospann på 19 m. Se ritningarna 243G2001 - 243G2004 för geoteknisk information.

Geotekniska undersökningar i form av skruvprovtagning, Jb2-, vikt-, hejar- och CPT-sonderingar är utförda vid läget för blivande bro. Två grundvattenrör installerades på varje sida av bron.

Den dominerande jordarten i området är sand. Befintlig jordlagerföljden i broläget är från markytan och ner ca 3 - 7 m sand, med silt- och gruslager. Sandens kornstorlek växlar mellan fin- och grovsand. Sanden vilar på sandig siltig morän. Bergytan påträffas på nivå +170,2 vid borrhål SW60773A och +168,0 vid borrhål SW60541.

Grundvattenrören har mätts in vid sex respektive 5 tillfällen. På östra sidan av bron (SW60382G) var grundvattenröret torrt i november 2019 och grundvattennivå låg på +181,8 i april 2020. På västra sidan av bron (SW60931G) låg grundvattennivå +185,7 i november 2019 och +186,6 i januari 2020.

Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentsdatum 2020-09-21	Rev datum
Projektnummer 83859571	Ärendenummer TRV 2018/97924	

Brostöden grundläggs på utbredda plattor på packad grusbädd på naturlig jord, enligt TK Geo 13 kap 7.3. Grundläggningsdjup (schaktbottennivå) med avseende på tjälfridjup och jordparametrarna, sätts till nivå +180,6 för stöd 1 och till +181,6 för stöd 2. Vid stöd 1 utgörs schaktbotten av siltig finsand. Vid stöd 2 utgörs schaktbotten av siltig finsand, på södra sidan, och morän på norra sidan. Moränen innehåller block. Materialparametrar anges i tabell 7.4\_1. Grundläggning ska utföras i torrhet. Grundvatten sänks 0,5 m under schaktbottennivå.

Tabell 7.4\_1. Materialparametrar

	Schaktbottennivå	Jord	Lagrings-täthet	Karakteristiskt värde, friktionsvinkel $\phi_k^\circ$	Karakteristiskt värde, sättningmodul Ek (MPa)	Materialtyp/tjälfarlighet
Stöd 1	+180,6	siSaf	Låg-medelhög	35 - 37	30-20	3B/2
Stöd 2 söder	+181,6	siSaf	Låg	35	20	2/1
Stöd 2 norr	+181,6	sasiTi	Hög	40	60	4A/3

Gabionerna grundläggs på en packad grusbädd med tjockleken 0,3 m på naturlig jord. Grundläggningsnivå på samma nivå som stöden eller minst på tjälfritt djup 1,9 m under markytan. Materialparametrar anges i tabell 7.4\_2.

Tabell 7.4\_2

Schaktbottennivå	Jord	Lagrings-täthet	Karakteristiskt värde, friktionsvinkel $\phi_k^\circ$	Karakteristiskt värde, sättningmodul Ek (MPa)	Materialtyp/tjälfarlighet
+181,6	Saf/grSa	Låg	34	20	3B/2

### Geotekniska förstärkningsåtgärder

Slänter förses med erosionsskydd då slänterna utgörs av finsand och silt vilka är erosionskänsliga mot ytvatten. Erosionsskydd på fyllnings- och skärningsslänt utformas enligt TK geo 13, kap 9.2.1. Inga geotekniska förstärkningsåtgärder krävs för erosionsskyddet.

### 6.5 Sträcka mellan Broängesbäcken och bergskärning

Efter Broängesbäcken går vägen på bank på isälvsediment av sand, sand material/tjälfarlighetsklass 2/1. Vägen går i skärning i ca 300 m ca 100 m väster om

Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentsdatum 2020-09-21	Rev datum
Projektnummer 83859571	Ärendenummer TRV 2018/97924	

Broängesbäcken. Under sanden, ca 200 m, finns sand överst och därunder en siltig morän, 3B/2. Därefter går vägen i huvudsak på bank över skogsbevuxen moränmark.

## 6.6 Bergsskärning

Se områdesbild 2 för lokalisering. Norr om Gimklack går vägen i bergsskärning i totalt ca 300 m och vägen går i skärning i ca 230 m.

Bergsskärningen längs E16/väg 70 kan utföras med lutning 5:1. Berg rensas till en naturlig bergsskärning utan lösa stenar eller block. Rekommendationen är att utföra bergrensning, kartering och förstärkning efter berguttag för att minska risken för blockutfall, i det här fallet ges rådet att rensa bergsskärningen noga för att slippa underhåll med bergssäkringar. Eventuella överstjälnings brott rensas bort för att minimera framtida komplikationer.

Bergschaktning bedöms inte utgöra någon större risk, då det är beläget i ett skogsområde utan nära bebyggelse. Området är kuperat och relativt svårt att nå med maskiner vid tiden för analysprovtagningar.

## 6.7 Område med lösmark

Se områdesbild 2 för lokalisering. Område med en grundare myr med kärrtorv, som mest ca 2m djup finns på en 70 m lång sträcka mellan bergsskärningsområdena. Vägen går i djup skärning här och allt löst material kommer att grävas bort. Resterande myr utanför vägområdet kommer till stor del att dräneras av.

## 6.8 Sträcka öster om bro över lokalväg

Vägen går på bank över i huvudsak moränmark bestående av en siltig morän, 3B/2, fram till bron. Strax innan bron finns en sträcka på ca 100 m med glacialsilt, 5A/4.

## 6.9 Bro över lokalväg

Se områdesbild 2 för lokalisering. Vid lokalvägen sydöst om Gimsbärke kommer en platttramsbro att byggas. Se ritning 244G2001 för geoteknisk information. Bron anläggs på utbredda plattor på 0,3 m packad fyllning av grus. Den naturliga jorden består från ytan till grundläggningsdjup av ett tunnare lager mull/gyttja på silt, sandig lerig siltmorän som överlagrar en lermorän. I en punkt strax norr om blivande plattläge i vägmitt finns från markytan räknat 0,1 m gyttja på 1,5 m silt. Siltmorän kommer 1,6m under markytan följt av lermorän till stopp mot förmodad morän 2,7 m under markytan.

Tabell 7.7\_1. Materialparametrar

	Schakt- botten- nivå	Jord	Lagrings- täthet	Karakteristiskt värde, friktionsvinkel $\varphi_k^\circ$	Karakteristiskt värde, sättningsmodul Ek (MPa)	Material- typ/tjäl- farlighet
Stöd 1	+172,3	LeMn	Låg- medelhög	34	30	4B/3

Titel	Dokumentsdatum	Rev datum
Tekniskt PM Geoteknik	2020-09-21	
Projektnummer	Ärendenummer	
83859571	TRV 2018/97924	

Stöd 2	+171,9	sagrSiMn	Låg- medelhög	37	30	3B/2
--------	--------	----------	------------------	----	----	------

Skruvprovtagning, hejarsondering och vim-sondering är utförda och ett grundvattenrör (SW81302G) har installerats ca 30 m från broläget.

Grundvattenytan har fastställts vid de fem mättillfällena som utförts. Från markytan stod grundvattenytan som högst på 0,067 m, 2019-12-17 och som lägst 1,677 m, 2019-10-29, detta var dock vid installationstillfället så grundvattenytan hade förmodligen inte ställt in sig och är därför betydligt högre vid det senare mätningstillfället.

### Geotekniska förstärkningsåtgärder

Geotekniska åtgärder krävs för grundläggning av plattramsbro på fast botten av morän. Alla lösa massor av silt och lera schaktas bort ner till konstaterad överyta av morän. För att kunna arbeta i torrhet med schakt föreslås det att använda pumpgropar för att tillfälligt sänka av grundvattenytan till minst 0,5 m under schaktbotten. Erosionsskydd kommer att krävas på bankslänter för skydd mot ytvattenerosion. Erosionsskydd på fyllning- och skärningslänt utformas enligt TK Geo 9.2.1.

### 6.10 Sträcka bro över lokalväg till bro över Gimån

Vägen ligger på bank över moränmark i stort hela sträckan. Ytförsumpat parti strax väster om bron över lokalvägen. Därefter bank på glacialsilt och svämsediment närmast Gimån.

### Geotekniska förstärkningsåtgärder

Lösjord som torv, gyttja och lös lera grävs bort under bank. Lermorän lämnas.

### 6.11 Bro över Gimån

Se områdesbild 2 för lokalisering. Bro över Gimån byggs som en 3 spansbro med total spännvidd på 92,2m, se ritningar 245G2001-05 för geoteknisk information.

#### Stödläge 1

Naturlig jord för stöd 1 består från markytan tolkat från cpt-sondering överst av silt och därefter sand med en låg till medelfast lagringstäthet ner till grundläggningsnivån för stödet på +157,8. Undersökningarna har utförts från land ca 4m från stödmitt. Hejarsondering tog stopp 12,5 m under markytan på nivån +149,3.

Bergnivån ligger 22,2 m under markytan på nivån +139,3. Grundvattenytan har som högst legat på nivån +155,9.

#### Stödläge 2

Naturlig jord för stöd 2 består i punkt SW87112 av ett tunnare lager mull, därefter silt ner till 2,8m under markytan och därefter växlande sand och silt med mycket låg till medelfast lagringstäthet ner till 4,2m under markytan där en sandig siltmorän börjar.

Sonderingarna för stöd 2 ligger ca 4m från centrumlinjen för stödet. Bergnivån ligger 16,0

Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentsdatum 2020-09-21	Rev datum
Projektnummer 83859571	Ärendenummer TRV 2018/97924	

m under markytan. Grundvattenytan har som högst legat på nivån +155,9.

### Stödläge 3

Det finns ingen undersökning i stödläget för stöd 3 på grund av att det inte var möjligt att ta sig dit. För grunt för flotte, för djupt och löst för bandvagn och vintern var varm och utan is. De undersökningar som ligger närmast är de för stöd 4 som ligger ca 10m från centrumlinje för stödet. Grundläggningsförhållanden för stöd 3 är troligen lika som för stöd 2 men det bör kontrolleras i god tid innan byggstart för att slippa överraskningar.

### Stödläge 4

Naturlig jord för stöd 4 (SW86602) består från markytan av 0,6m humushaltig silt. Därunder kommer 1,0m silt följt av 2,2m sand. Under sand kommer silt och viktsonderingen gick inte att drivas djupare än 4,5m under markytan. Både silt och sand är mycket lös eller löst lagrad. Hejarsonderingen i Sw86591 visar på mycket löst lagrad jord ner till 4,8m under markytan där moränen börjar. Bergytan kontrollerades mitt i stödläget. Berg finns 20,8m under markytan. Grundvattenytan har som högst uppmätts till +156,3.

### Grundläggning stöd

**Stöd 1** grundläggs med spetsbärande pålar. Med pålavskärningsplan på nivån +157,8 bedöms pällängderna till ca 9 m. Moränen bedöms innehålla sten och block vilket kan innebära att vissa pålar kan bli kortare. Stöd 1 grundläggs i torrhet i schaktgrop eller inom spont.

Dimensionering av pålars konstruktiva bärförmåga i brott- och bruksgränstillstånd utförs enligt TRVK Bro 11. Material, utförande och kontroll ska utföras enligt SS-EN 12699, SS-EN 1536, SS-EN 14199 och AMA 13 CC med underliggande relevanta koder.

Vid dimensionering av geoteknisk bärförmåga genom beräkning eller provning ska osäkerheten i form av partialkoefficienter läggas på bärförmågan och på laster, dvs. dimensioneringssätt 2.

Karakteristiska jordegenskaper:

Nivå	Jordart	Lagrings-täthet	$\phi_k$	Ek, MPa	Cuk, kPa
uk.platta- +153,8	Fr (Sa)	Lös-medelfast	34	20	
+153,8-+153,0	Fr(Sa)	Medelfast	35	25	
+153,0-+150,3	(Si)	Lös	31	10	>100
+150,3- stopp	Fr(grsisaMn)	Fast	37	40	
+139,4	Berg				

Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentsdatum 2020-09-21	Rev datum
Projektnummer 83859571	Ärendenummer TRV 2018/97924	

**Stöd 2, stöd 3 och stöd 4** föreslås grundläggas inom spont slagen till stopp mot underliggande morän. Schaktning utförs under vatten inom vattenfylld spontlåda. Undervattensgjutning av tätplatta utförs inom spontlåda. Byggande av bottenplattor för stöd utförs i torrhet på en tätplatta av betong. Länshållning av länsvatten enligt TDOK 2016:0204, kap C.3.2.4 och kap D.1.2.1.3. Säkerhet mot upplyftning dimensioneras enligt TKgeo 13, kap 2.3.2.2. Tätplattor ska dimensioneras för ett upplyft motsvarande minst trycket för vattennivån MHW.

Stöd 2 och stöd 3 ligger inom vattenområdet. Vilket innebär att vattnet tillfället måste ledas om. För att kunna arbeta i torrhet med schakt och packning av grusbädd och för att minimera grumling föreslås att bäcken däms uppströms och nedströms och vatten tillfälligt pumpas förbi broläget. Detta utförs under lågvattenförhållanden. Det är viktigt för att undvika torrläggning av åfåran att pumpningen startar innan dammvallarna stänger flödet i ån.

Karakteristiska jordegenskaper:

	Schakt- botten- nivå	Jord	Lagrings- täthet	Karakteristiskt värde, friktionsvinkel $\phi_k^\circ$	Karakteristiskt värde, sättningsmodul Ek (MPa)	Material- typ/tjäl- farlighet
Stöd 2	+151,8	saSiMn	Fast	38	40	5A/4
Stöd 3	+151,8?	saSiMn?	Fast?	38?	40?	5A/4?
Stöd 4	+152,4		Fast	38	40	3B/2

Stöd 2 och 3 samt åfåra skyddas mot erosion av strömmande vatten och utförs enligt TKgeo 13 kap 9.2.3, för konsekvensklass 3. Erosionsskyddets överyta bör ligga i nivå med vattendragets botten, dvs försänkt i botten. Erosionsskyddet dras upp HHW 200år +156,62.

Läget av stöd 2 och 3 i vattenområdet och den milda vintern år 2019/2020 har medfört att det inte har gått att utföra geotekniska undersökningar för dessa stöd. Kontroll av jordens egenskaper i stödläget för stöd 2 och 3 ska därför utföras innan eller i samband med byggandet av bron.

### 6.12 Sträcka mellan Gimån och järnvägsbron

Mellan Gimån och järnvägsbron går vägen på låg bank över silt i början, för att mera komma ut på isälvssand mot slutet. Skärning börjar vid ca 300 från järnvägsbron. I huvudsak isälvssand i skärningen.

### 6.13 Bro för järnväg över E16

Se områdesbild 2 för lokalisering. Vid Sifferboheden projekteras en plattramsbro för befintlig järnväg över E16. Se ritning 246G2001, 246G2002 och 246G2003 för geoteknisk information. Plattramsbron kommer att lanseras in från nordost i vägens riktning och anläggs på utbredda bottenplattor på 0,3 m packad fyllning av grus på grundläggningsnivån

Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentsdatum 2020-09-21	Rev datum
Projektnummer 83859571	Ärendenummer TRV 2018/97924	

+166,0 enligt TK Geo 13 kap 7.3. Se *tabell 4* för karakteristiska värden på jorden.  
Grundläggningsdjup med avseende på tjäle sätts till 1,9 m under markytan.

Den naturliga jorden består överst av mull, ca 0,2m, och sen friktionsmaterial av sand och finsand ner till grundläggningsdjup. Inslag av siltig finsand (1–1,3 m djup) och silt (0,4–0,8 m djup) finns. Vid en punkt finns ett ca 1 m tjockt lager med siltig finsand strax under grundläggningsnivå. Fortsättningsvis är det friktionsmaterial som sand till stort djup.

Skruvprovtagningar, hejarsonderingar, vim-sonderingar och CPT-sonderingar är utförda och två grundvattenrör är satta på vardera sida av projekterad plattramsbro.

Grundvattenytan har fastställts vid 6 respektive 3 st mättillfällen. Grundvattenytan har legat stadigt på ca 20m under markytan. Från rök vid grundvattenröret SW98181G har grundvattenytan som högst varit på nivå +155,23, 2020-04-29, och som lägst på nivå 154,97, 2019-11-14. Vid grundvattenröret SW98461G ligger grundvattenytan från rök som högst på nivå +155,46, 2020-04-29 och som lägst på nivå +155,2, 2019-12-17.

Tabell 4.

	Schakt- botten- nivå	Jord	Lagrings- täthet	Karakteristiskt värde, friktionsvinkel $\varphi_k^\circ$	Karakteristiskt värde, sättningsmodul Ek (MPa)	Material- typ/tjäl- farlighet
Västra ändstöd	+165,7	Saf/ Sa	Medelfast	36	30	3B/2
Östra ändstöd	+165,7	Saf/ Sa	Medelfast	36	30	3B/2

### Geotekniska förstärkningsåtgärder

Inga geotekniska förstärkningsåtgärder krävs. Fyllning mot bro enligt TK Geo 7.4.  
Erosionsskydd mot ytvattenerosion på fyllning- och skärningsslänt utformas enligt TK Geo 9.2.1.2.

## 7 Val av förstärkningsåtgärder

Massutskiftning av lösjord har valts som åtgärd där det finns sättningsbenägen jord. Motivet till detta är dels att det rör sig om små lösmarksdjup under breddningar och dels att befintlig väg har legat där under lång tid. Vi kan därför förvänta oss att eventuell lösjord under befintlig väg har konsoliderat för överliggande last.

För bankarna i bäckravinerna har stödfyllning med ett bättre material än i befintlig bank valts som åtgärd för att åtgärda stabilitetsproblemen genom att fungera som stödfyllning och för att samtidigt kunna fungera som erosionsskydd. Eftersom vägen breddas på dessa sträckor så utgör stödfyllningen även underlag för breddad väg.

Titel	Dokumentdatum	Rev datum
Tekniskt PM Geoteknik	2020-09-21	
Projektnummer	Ärendenummer	
83859571	TRV 2018/97924	

## 8 Avvattningsanläggning med åtgärder

Tätskikt och fördröjningsdamm anläggs vid trafikplats Norr Amsberg. Vägavgattnet pumpas sedan vidare österut där det släpps i dike och fortsätter ledas vidare öster ut. Täta diken anläggs vid Broängesbäcken för skydd av grundvattenförekomsten. Dagvattendamm med nödavstängning ska anläggas på var sida om Broängesbäcken för uppsamling av vägavgatten och för att hindra spridning av förorening vid eventuell olycka. Dammar med möjlighet till avstängning i händelse av olycka projekteras på båda sidor av Gimån.

## 9 Sammanställning av härledda värden

Okorrigerade härledda värden på friktionsvinkeln från CPT-, Hejar- och viktsondering som legat till grund för förstärkningsåtgärder och framtagande av karaktäristiska värden för stabilitetsberäkningar redovisas i MUR 2G140003.

## 10 Förslag på kompletterande undersökningar

Förslag till kompletterande undersökningar har tillkommit under arbetets gång med vägplanen. Orsaken till att undersökningarna inte har utförts tidigare kan bero på att en lösning har arbetats om, nytt broförslag eller flytt av väg eller att det inte har varit möjligt att utföra undersökningen utan att tex bygga väg till platsen för undersökningspunkten.

- Marken för omledning av väg 905 på en sträcka av ca 200m mot anslutning till cirkulationsplatsen norr om bron är inte undersökt. Den lösningen var projekterad vid tiden då undersökningarna utfördes. Marken är mycket homogen i området så behovet kan diskuteras. Med stor sannolikhet finns silt eller finsand på terrass.
- Undersökningar för bro över Gimån, stöd 2, har inte kunnat utföras på grund av den varma vintern. Det var för grunt att ta sig dit med borrhjulet och för djupt och löst för att köra på botten i vattendraget. Komplettering utförs lättast från is eller i samband med byggandet av bron.
- Borrningar för bro över Gimån, stöd 3, har utförts 5-6m väster om projekterad grundplatta för stödet.
- Bro över lokalväg vid Gimån såg blev flyttad ca 10m så en kompletterande borrning i två punkter kan vara befogad.
- Fördröjningsdammar belägna vid Gimån och Broängesbäcken har inte kontrollerats med avseende stabilitet.
- Bergkartering avseende sprickor



E16/VÄG 70  
BORLÄNGE-DJURÅS  
ETAPP 2

Handling nr 2G140001  
Kontraktsnr TRV 2018/97924



17 (18)

Titel	Dokumentsdatum	Rev datum
Tekniskt PM Geoteknik	2020-09-21	
Projektnummer	Ärendenummer	
83859571	TRV 2018/97924	

Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentsdatum 2020-09-21	Rev datum
Projektnummer 83859571	Ärendenummer TRV 2018/97924	