

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

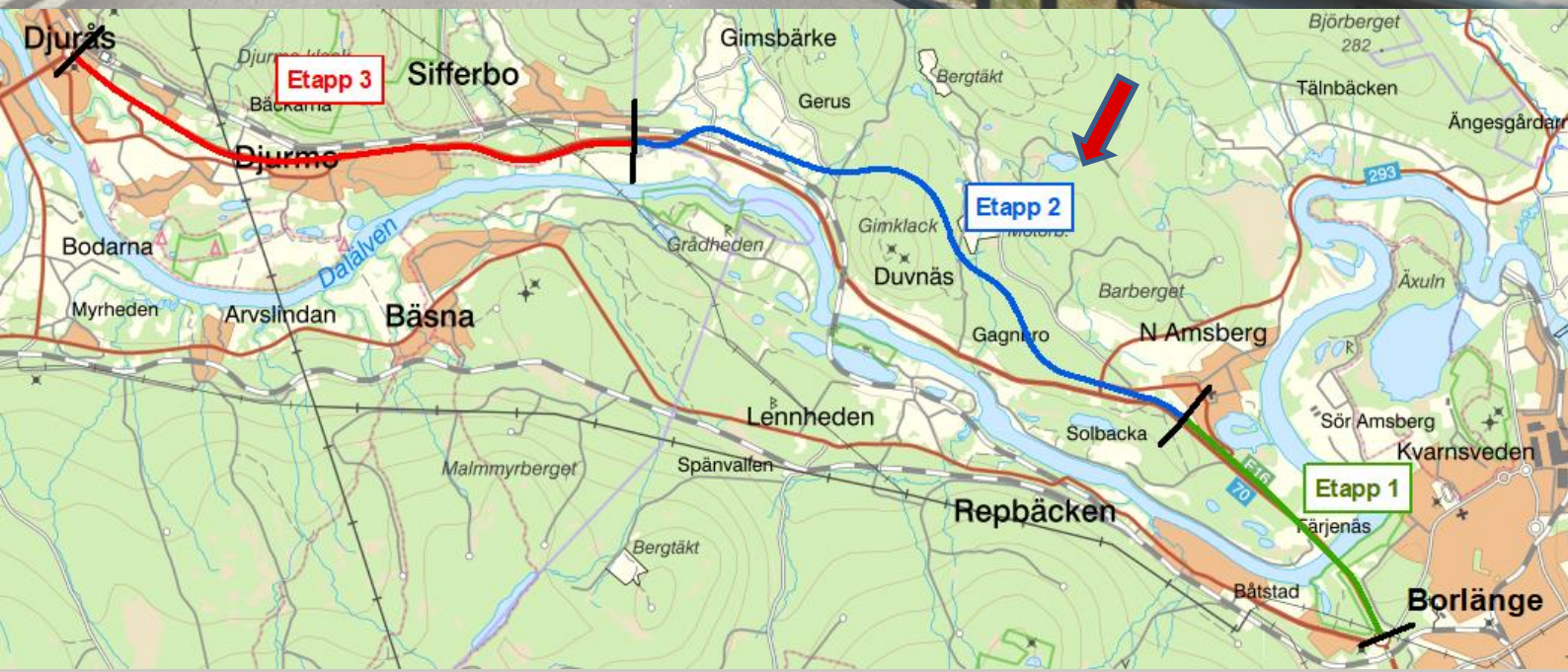
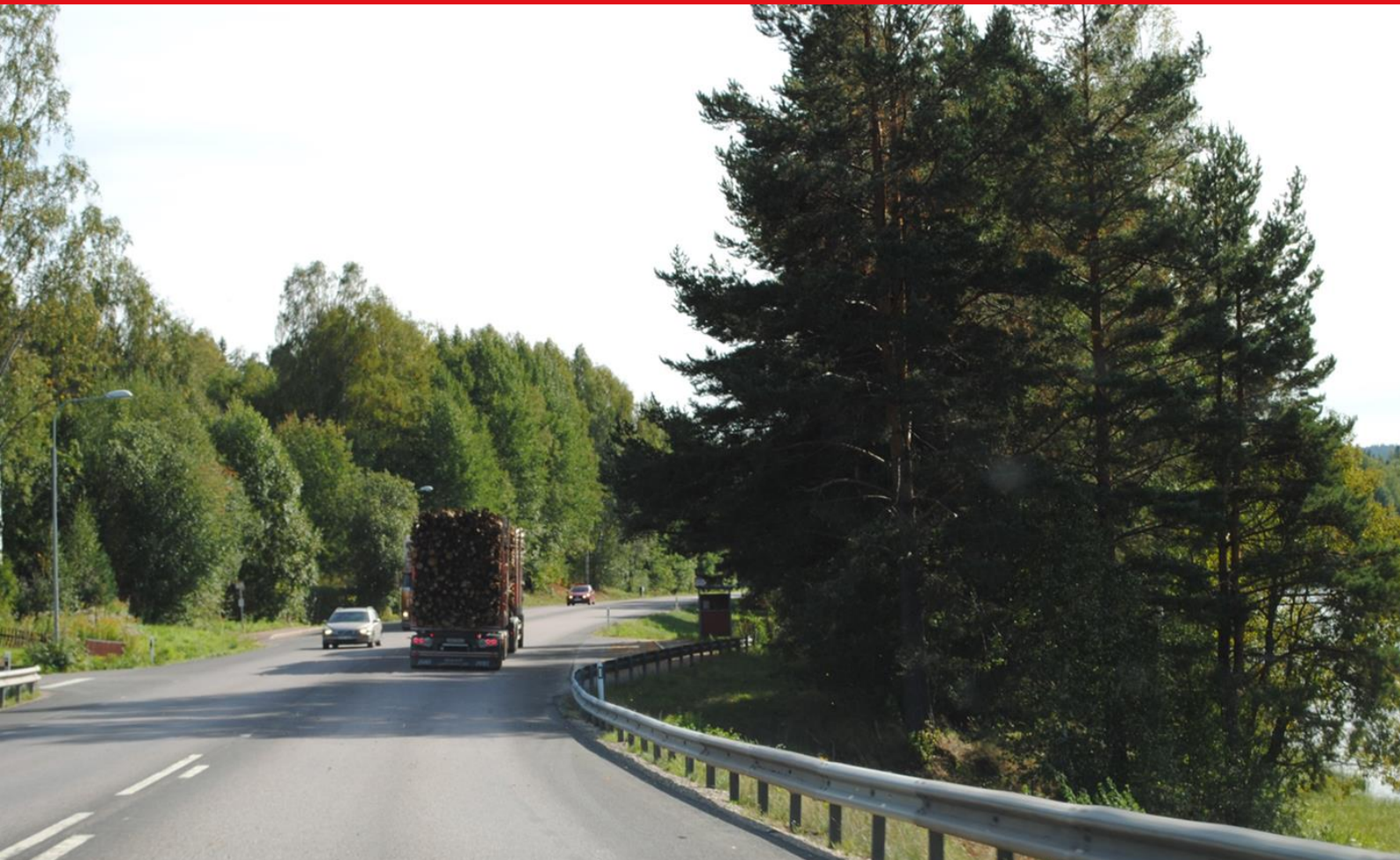
Borlänge kommun, Dalarnas län

Vägplan

PM Risk

Datum: 2020-09-21

Handlingsnummer: 2S140001



Trafikverket

Postadress: Trafikverket, 781 89 Borlänge

E-post: investeringsprojekt@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: PM Risk

Författare: Sweco

Dokumentdatum: 2020-09-21

Ärendenummer: TRV 2018/97924

Kontaktperson: Patrick Svärd, Trafikverket

Innehåll

1. INLEDNING	4
1.1. Översiktlig beskrivning av projektet.....	4
1.2. Syfte	4
1.3. Tillvägagångssätt och avgränsningar	4
1.4. Riskdefinition	5
2. FÖRUTSÄTTNINGAR	6
2.1. Befintlig väg.....	6
2.2. Utbyggnadsförslag	7
3. RISKIDENTIFIERING	10
3.1. Skyddsobjekt.....	10
3.2. Riskobjekt.....	11
4. RISKBEDÖMNING	16
4.1. Trafiksäkerhet.....	16
4.2. Farligt godsrisker för människor.....	16
4.3. Geotekniska risker	21
4.4. Risker för yt- och grundvatten.....	22
4.5. Byggskedesrisker	24
5. SLUTSATS	26
6. REFERENSER.....	27

BILAGOR

BILAGA A – FREKVENSBERÄKNINGAR

BILAGA B - KONSEKVENSBERÄKNINGAR

1. Inledning

Sweco har på uppdrag av Trafikverket Investering tagit fram en vägplan för etapp 2 av Trafikverkets projekt E16/väg 70, Borlänge - Djurås i Dalarnas län.

1.1. Översiktlig beskrivning av projektet

E16/väg 70 Borlänge – Djurås är en nationell stamväg belägen i Dalarnas län, varav etapp 2 sträcker sig mellan Norr Amsberg – Sifferbo i Borlänge kommun. E16/väg 70 är tänkt att bli ett starkt transportstråk och bidra till att stärka en hållbar utveckling, vilket kräver kortare restider, bättre framkomlighet och förbättrad säkerhet.

Befintlig väg saknar mitträcke, består av partier med låga hastigheter och trånga sektioner, få omkörningsmöjligheter samt många korsningspunkter. Sådana begränsningar i utformningen bidrar till att såväl tillgänglighet och trafiksäkerhet som framkomlighet och transporttider påverkas negativt.

Ändamålet och projektmålen med projektet E16/väg 70, för delen Borlänge-Djurås, är att ta fram en hållbar anläggning, som leder till ökad säkerhet, framkomlighet och tillgänglighet för både fordonstrafik och för oskyddade trafikanter. Projektmålen omfattar även miljö och gestaltning som till exempel naturvärden och värnande och skydd av den hydrologiska funktionen, skydd av grundvattenförekomsten Badelundaåsen samt åtgärder för att uppnå god landskapsanpassning och körupplevelse.

1.2. Syfte

Syftet med detta PM är att utreda olycksrisker för människor, miljö och egendom i vägplanens bygg- och driftskede. Syftet är också att identifiera ett avvägt behov av säkerhetshöjande åtgärder. Detta innebär att nya skyddsåtgärder ska ställas i proportion till den påverkan som projektet har på risknivån.

1.3. Tillvägagångssätt och avgränsningar

Arbetet har genomförts i linje med Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps publikation "Olycksrisker och MKB" (2012).

Riskbedömningen avseende farligt gods för närboende har tagits fram inom ramen för detta PM. Därutöver har underlag och texter till detta PM framför allt hämtats från andra PM inom projektet, som tagits fram av sakkunniga inom respektive teknikområde. I PM Risk återfinns en sammanfattning av riskdelarna från dessa underlag, för mer detaljerade beskrivningar av respektive område hänvisas till underlagsrapporterna. De underlag inom projektet som använts som underlag listas nedan. Övriga underlag listas under referenser i kapitel 6.

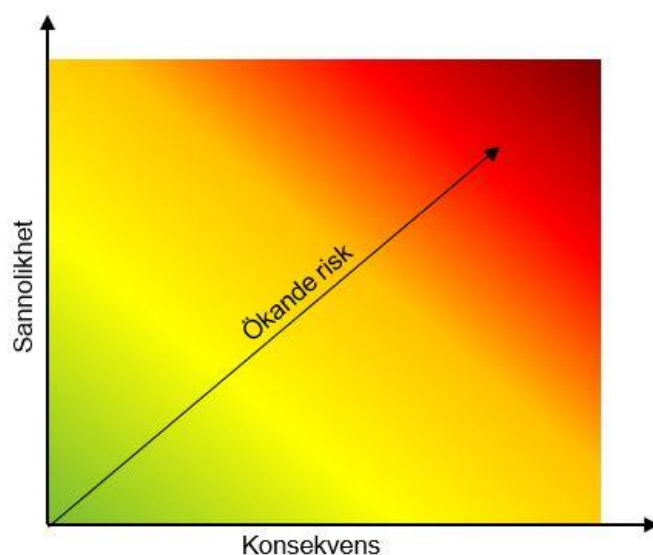
- Tekniskt PM Avvattning - 2W140002 – 2020-09-21
- Fördjupad riskanalys, yt- och grundvattenskydd - 2W140004 – 2019-11-30
- PM Hydrogeologisk Sårbarhet – 2W140005 – 2020-03-20
- Tekniskt PM Geoteknik - 2G140001 – 2020-09-21

- PM Vägutformning - 2T140001 – 2020-06-17
- Vägplanbeskrivning - 2C07010 – 2020-09-21

Negativa konsekvenser som är mer eller mindre kontinuerliga (t.ex. grundvattensänkningar, vibrationer, buller) redovisas inte i detta PM, utan hanteras i andra utredningar som underlag till projektets miljökonsekvensbeskrivning (MKB). Inte heller arbetsmiljörisker hanteras i detta PM, omfattningen är begränsad till omgivningspåverkan.

1.4. Riskdefinition

Risk definieras här som en sammanvägning av sannolikheten för en oönskad händelse och konsekvensen av denna händelse. Sannolikheten beskriver hur troligt det är att den oönskade händelsen inträffar och konsekvensen beskriver omfattningen av de skador som kan uppstå. Figur 1 illustrerar hur risken ökar med ökande sannolikhet och/eller konsekvens av en händelse.

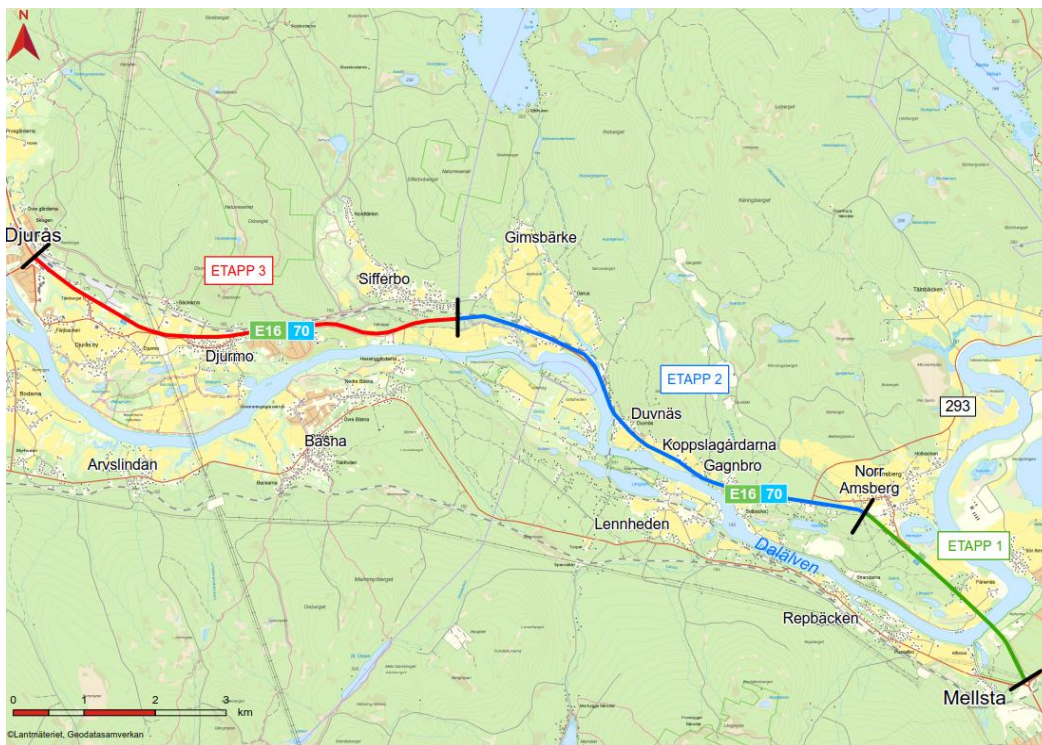


Figur 1. Ökande risk beroende av sannolikhet och konsekvens.

2. Förutsättningar

2.1. Befintlig väg

Den aktuella vägsträckan av E16/väg 70, etapp 2, som berörs av vägplanen är idag ca 6,9 km lång och sträcker sig mellan orterna Norr Amsberg och Sifferbo. Längs vägen ligger byarna Norr Amsberg, Solbacka, Gagnbro, Koppslagårdarna, Duvnäs, Gimsbärke och Sifferbo (se Figur 2).



Figur 2. Hela sträckan i projektet Borlänge-Djurås. Detta PM berör vägplan för etapp 2, Norr Amsberg-Sifferbo, vars befintliga sträckning är markerad med blått i figuren.

Vägen är en del i det nationella stamvägnätet och tillhör funktionellt prioriterat vägnät och klassas som ”nationellt och internationellt viktiga vägar” enligt NVDB. Vägen är rekommenderad färdväg för transporter av farligt gods.

Den skyltade hastigheten utmed sträckan varierar mellan 70 km/h och 90 km/h. Befintlig väg saknar mitträckesseparering och uppnår inte krav på geometri i plan och profil. Det finns få möjligheter att köra om på grund av topografiska förhållanden och begränsat utrymme utmed älven. Trafiken varierar kraftigt över dygnet och även mellan olika dagar. Trafikintensiteten kan vissa tider vara så hög att tillgängligheten till väg E16/väg 70 är kraftigt nedsatt för närboende och andra trafikanter.

Vägbredden på sträckan varierar mellan 9,0 meter och 13,5 meter. Den geometriska standarden i såväl plan- och profil är låg på delen mellan Solbacka och Duvnäs. Vägbredden överensstämmer bland annat inte med dagens krav på dimensionering avseende trafikmängd, antal oskyddade trafikanter samt högsta tillåtna hastighet.

Sidoområdet består till stor del av vägslänter med lutning 1:3 och brantare. Enligt dagens utformningskrav innebär denna typ av sektion "låg standard" vid de trafikflöden och hastighetsgränser som nu gäller för E16/väg 70.

Längs med sträckan finns ett stort antal direkta utfarter från fastigheter. Ett parallellt vägnät för oskyddade trafikanter saknas, vilket gör att de rör sig bland trafiken. Längs sträckan finns inget viltstängsel uppsatt. Vid Duvnäs finns en järnvägsbro, som passerar över väg E16/väg 70.

Den befintliga vägen har en varierande uppbyggnad med sandiga obundna material. Beläggningen är relativt tjock och har åtgärdats ett flertal gånger med olika åtgärder. Skadorna består främst av bärighetssprickor, krackeleringar samt tjälsprickor.

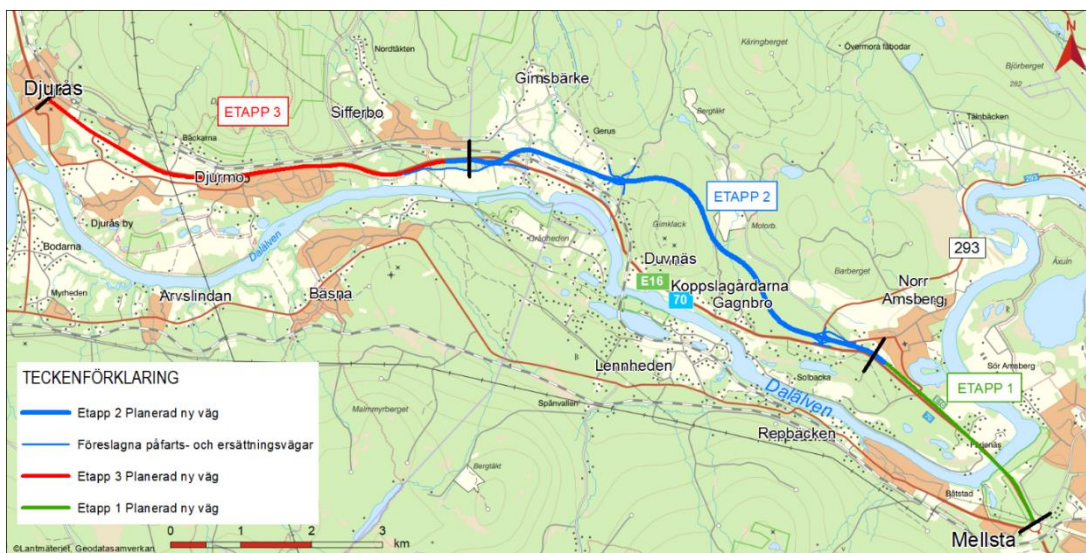
Under augusti år 2017 lades ny asfalt på sträckan mellan Borlänge och Djurås. Vägbanan innehöll stora mängder hål och sprickor och var dessutom spårig, vilket gjorde den extra utsatt för vattenplaning. Bärighetsmässigt har vägen ett förstärkningsbehov på ca 10-15 cm asfalt. För stora delar av den befintliga vägen består undergrunden av siltiga material med höga beräknade tjällyft.

Den befintliga vägens avvattning sker huvudsakligen i öppna diken. Dessa är relativt grunda längs stora delar av sträckan. Avvattningen fungerar till stora delar bra på grund av självdränerande mark med hög genomsläpplighet. Vid vissa partier finns dock vägskador som tyder på uppfrysningsproblematik, vilket kan vara kopplat till bristande dränering av vägkroppen. Vägen ligger inom skyddsområden för Lennhedens vattentäkt, men det finns idag inga särskilda skyddsåtgärder längs befintlig vägsträckning.

Vid truminventering genomförd 2013 konstaterades att trummor för genomledning av vatten är undermåliga och i behov av underhåll på grund av skador och igensättningar. Passager över Broängsbäcken och Gimån är utpekade riskpunkter där bland annat underdimensionerade trummor och erosion av vägbank har noterats.

2.2. Utbyggnadsförslag

En ny sträckning av etapp 2 planeras norr om befintlig väg, se Figur 3. Val av lokalisering och utformning för den planerade vägen beskrivs översiktligt nedan och presenteras mer detaljerat i projektets vägplanbeskrivning.



Figur 3. Hela sträckan i projektet Borlänge-Djurås. Detta PM berör vägplan för etapp 2, Norr Amsberg-Sifferbo, vars föreslagna nya sträckning är markerad med blått i figuren.

Flera korsningar och anslutningar föreslås att stängas och nya ersättningsvägar föreslås i stället att samla trafiken till färre korsningar med bättre standard. Utmed dessa korsningar förhindrar mitträcke möjligheten för trafik att korsa vägbanan.

E16/väg 70 får från vägplanens början ett utförande av 2+2 körfält för att direkt övergå till 1+1 fram till den föreslagna trafikplatsen i Norr Amsberg. Därefter blir utförandet 2+1 körfält. Efter att ha passerat Gimån och i höjd med Gimmenvägen övergår vägsektionen till 1+1 körfält. Sektionen behålls utmed passagen under järnvägen vid Sifferboheden och fram till vägplanegränsen i Sifferbo. Vägbredden (belagd bredd) för 1+1 körfält är 11 meter. Vägbredden för 2+1 körfält är 14,25 meter. Vägrenen är 1,0 meter. I Norr Amsberg föreslås en ny trafikplats.

Skyltad hastighet föreslås bli 100 km/h utmed sträckan men sänks till 80 km/h utmed passage under järnvägen vid Sifferboheden och fram till Sifferbo. Ökad hastighet samt utformning av vägen med breddning och uppförande av mitträcke medför ökad risk för viltolyckor. Därför ska viltstängsel uppföras. Viltstängsel är tillsammans med anläggande av säkra viltpassager en effektiv åtgärd för att minska risken för viltolyckor.

Sidoräcken planeras att sättas upp utmed sträckor där den befintliga släntutformningen och sidoområdet inte uppfyller krav på god standard för säkerhetszon vid föreslagen högsta tillåtna hastighet 100 km/h. Sidoräcke sätts även vid passage av vattendrag för att skydda såväl trafikanter som vattendrag. Räcken på broar ska ha högre kapacitetsklass jämfört med räcken längs väg. Vid vägsträckor där särskilda vattenskyddsåtgärder krävs, sätts förstärkta räcken för att minska risken för att tunga fordon ska hamna utanför vägbanan vid olycka.

I Norr Amsberg föreslås väg 293 utrustas med en parallell gång och cykelväg med planfri passage över ny dragning av E16/väg 70. Befintlig E16/väg 70, som utgör den delen som kvarstår utmed den nydragna delen av E16/väg 70, föreslås bli lokalväg. Möjligheten att skapa parallell gång- och cykelväg utreds i kommande skeden.

Nydragningen av E16/väg 70 går främst genom skogs- och åkermark där naturlig avrinning sker idag. Vattnet leds i mindre bäckar och vattendrag mot recipienten Dalälven.

Genomsläppligheten i området varierar längst sträckan. I öster är genomsläppligheten hög för att sedan vid Gimklack övergå till medelhög. Utredningsområdets västra del består främst av åkermark som domineras av låg genomsläpplighet.

3. Riskidentifiering

3.1. Skyddsobjekt

3.1.1. Befolkning och bebyggelse

Inom utredningsområdet ligger tätorten Norr Amsberg och småorterna Solbacka, Gagnbro, Koppslagårdarna, Duvnäs och Gimsbärke. Längs sträckan ligger även spridd landsbygdsbebyggelse, i huvudsak friliggande bostadshus i en och två plan, varav många gårdar. Verksamheter är främst kopplade till jordbruk, skogsbruk och handel.

Bostadsbebyggelsen är främst koncentrerad utmed befintlig E16/väg 70 (förutom byn Gimsbärke som främst ligger strax norr om E16/väg 70), i övriga utredningsområdet finns spridd bebyggelse. I omgivningarna finns även omfattande fritidshusbebyggelse. I Norr Amsberg bor det ca 250 invånare och i Gimsbärke ca 150 invånare.

Inom utredningsområdet finns målpunkter som bilskrot och fotbollsplan i Norr Amsberg, rastplats i Solbacka, motorstadion i Norr Amsberg, Gimsbärkes handelsområde, Gimma Såg, berget Gimklack, jord- och skogsbruksmark samt åtkomst till Dalälven för fiske och rekreation.

Markanvändningen längs sträckan varierar mellan tätare och gles bebyggelse samt jord-och skogsbruksmark. Bostadsbebyggelsen utgörs av villabebyggelse. Det finns inga skolor eller förskolor inom utredningsområdet.

3.1.2. Yt- och grundvatten

Grundvatten

E16/väg 70 går längs Badelundaåsen hela den befintliga vägsträckan, medan ungefär en tredjedel av den nya sträckningen ligger på åsen. Åsen är mycket viktig för vattenförsörjningen i regionen och berörd vattenförekomst är utpekad i flera vattenförsörjningsplaner som en mycket viktig regional resurs. I anslutning till Etapp 2 ligger vattentäkten Lennheden som, tillsammans med Tjärna vattentäkt, är utpekad till riksintresse av Havs- och vattenmyndigheten.

Ytvatten

Inom etapp 2 finns förutom ett antal mindre bäckar följande ytvatten:

- Dalälven – en ytvattenförekomst. Hela den befintliga vägsträckan går längs Dalälven. Fyra av SMHIs delavrinningsområden berörs av utredningsområdet, alla avvattnas mot Dalälven.
- Broängesbäcken – inte en ytvattenförekomst. Broängesbäcken står dock enligt tidigare utredningar i direkt kontakt med grundvattenförekomsten Badelundaåsen. Broängesbäcken ingår dessutom i sekundär skyddszon till Lennhedens vattenskyddsområde samt har utlopp i Dalälven som är en ytvattenförekomst.
- Gimån – en ytvattenförekomst. Ligger dock inte i närheten av Badelundaåsen eller inom Lennhedens vattenskyddsområde. Vattendraget är reglerat med dammsystem som utgör vandringshinder.

- Havtrollet – inte en ytvattenförekomst. Havtrollet har enligt fastighetskartan varken inlopp eller utlopp vilket indikerar att sjön är en så kallad "Lokasjö" med direkt kontakt med grundvattnet. Sjön ingår i Lennhedens vattentäkts primära skyddszon vilket indikerar att den har direkt kontakt med brunnarna och är viktig att skydda.

De känsligaste ytvattnen inom etapp 2 bedöms därmed till Broängesbäcken och Havtrollet. Gimån bedöms inte lika känslig som övriga ytvatten trots att det är en bedömd vattenförekomst. Broängesbäcken ingår i SGU:s avgränsning av grundvattenförekomsten Badelundaåsen och behandlas därmed i föreliggande riskanalys. Havtrollet ligger bortom 100 m från föreslagen dragning av etapp 2 och bedöms därför inte vidare.

3.2. Riskobjekt

3.2.1. Trafik

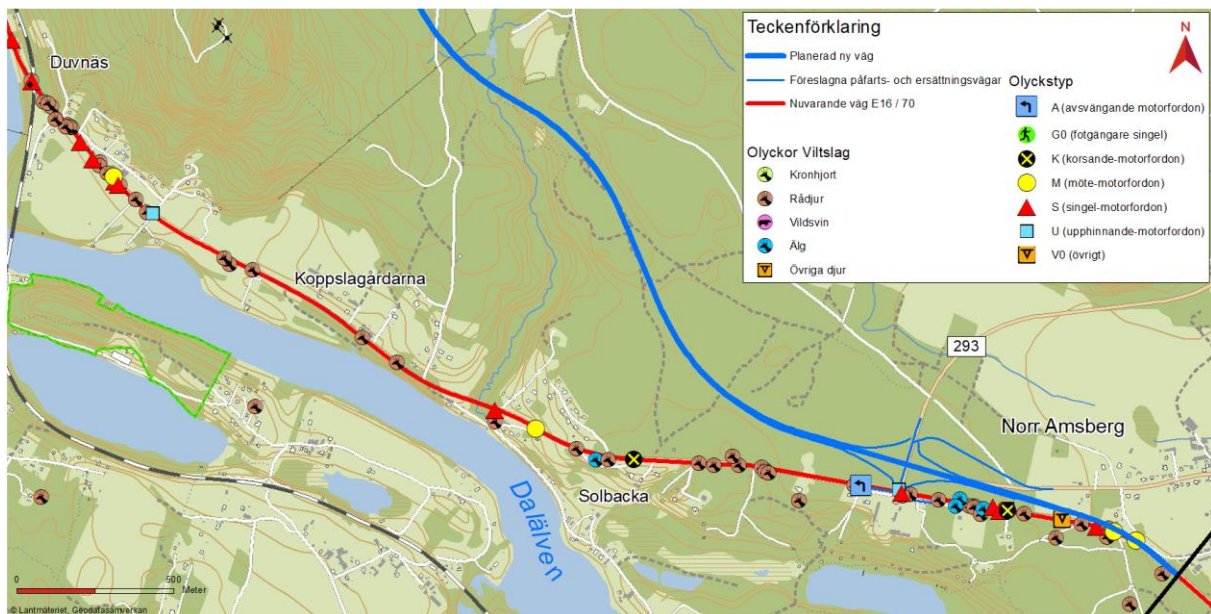
ÅDT (Årsmedeladygnstrafiken) för sträckan är idag 10 670 fordon varav 11 % är tung trafik. För prognosår 2045 är uppskattad ÅDT 13 150 fordon varav 14 % är tung trafik. Trafiken blir intensivare längs E16/väg 70 i samband med semestrar då framför allt fjällturismen bidrar till en trafikökning. Trafikmängderna medverkar till brister i tillgängligheten och kapaciteten utmed sträckan vid vissa perioder.

Trafikverkets mål som handlar om att höja trafiksäkerheten (med bland annat mitträckesseparering) samt ökad framkomlighet (genom höjd referenshastighet till 100 km/h) ställer krav på infrastrukturen utmed E16/väg 70. Längs befintlig sträcka finns bland annat ett flertal korsningar och anslutningsvägar som inte uppfyller krav för att de ska vara säkra och framkomliga.

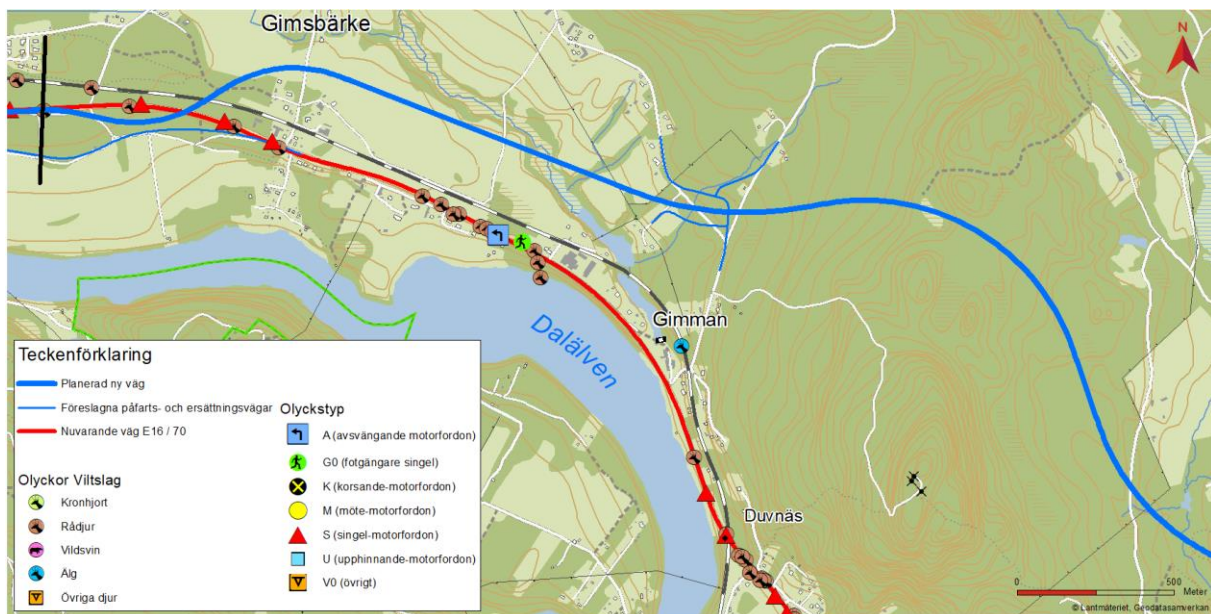
På grund av det höga trafikflödet är tillgängligheten och framkomligheten utmed E16/väg 70 nedsatt för närboende och andra trafikanter, då det är svårt att ta sig in och ut från korsningar och anslutningar. Vägen uppnår inte krav på geometri i plan och profil, vilket medverkar till att flera utfarter har låg standard gällande siktsträckor. Detta kan innebära stora risker för olyckor, främst när trafikintensiteten är som högst.

Utmed den befintliga sträckan hänvisas de oskyddade trafikanterna till ett delvis befintligt parallellt vägnät eller att använda sig av E16/väg 70 för att transportera sig mellan byarna och till kollektivtrafik/hållplatslägen. Det saknas ett kontinuerligt stråk samtidigt som det finns stora brister i framkomlighet och säkerhet då det bland annat saknas trygga passager över vägen. Dessa förutsättningar medverkar till att väg E16/väg 70 blir en barriär för de oskyddade trafikanterna.

Olyckstalen på sträckan Borlänge-Djurås är höga, även om andelen dödsolyckor är få. Utdrag ur STRADA, (informationssystem för data om skador och olyckor inom vägtransportssystemet), visar att under åren 2008 till 2018 har 27 olyckor inträffat. Av dessa var en dödsolycka, en allvarlig olycka, sju måttliga olyckor och 18 lindriga olyckor, se Figur 4 och Figur 5. Olycksstatistiken avseende trafikolyckor med vilt har kompletterats med statistik från länspolisen i Dalarnas län för perioden januari 2014–2019. Viltstängsel finns inte uppsatt utmed sträckan vilket innebär förhöjd risk för trafikolyckor med vilt. Detta visar sig i viltolycksstatistiken, främst i form av olyckor med rådjur som finns koncentrerade sydöst om Gimsbärke och vid Duvnäs samt mellan Norr Amsberg och Solbacka. Olyckor med älg förekommer också mellan Norr Amsberg och Solbacka.



Figur 4. Olyckor inklusive viltolyckor från Norr Amsberg till Duvnäs. Observera att viltolyckorna endast avser perioden 2014-2019 (fem år) medan övrig olycksstatistik avser perioden 2008-2018 (tio år).



Figur 5. Olyckor inklusive viltolyckor från Duvnäs till Sifferbo. Observera att viltolyckorna endast avser perioden 2014-2019 (fem år) medan övrig olycksstatistik avser perioden 2008-2018 (tio år).

3.2.2. Farligt gods

E16 är en primär transportled för farligt gods. Farligt gods är ämnen och produkter som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom vid en olycka eller felaktig hantering vid transport och lagring. Risk finns också för utsläpp av föroreningar till skyddsvärda vatten vid eventuell olycka.

Med en farlig godsolycka avses en olycka där en skada uppstår på tanken eller behållaren som det farliga ämnet förvaras i, och att det farliga ämnet läcker ut. Vissa ämnen utgör en direkt risk för människor genom till exempel bränder, gasspridning eller explosioner medan andra ämnen utgör en risk först efter långvarig exponering. Generellt är sannolikheten för

skador till följd av en olycka med farligt gods mycket liten, men konsekvenserna kan bli allvarliga.

Länsstyrelsen i Dalarnas Län (2012) har tagit fram en vägledning för planläggning av ny bebyggelse intill transportleder för farligt gods. Det ska understrykas att det skyddsavstånd som rekommenderas i riktlinjerna avser ny bebyggelse intill väg, men de kan användas vägledande även vid det omvända förhållandet (ny väg intill befintlig bebyggelse).

I första hand rekommenderar riktlinjerna skyddsavstånd. För villabebyggelse är det till exempel minst 70 meter, se Figur 6. Om avstånden hålls krävs ingen ytterligare riskbedömning. Om avståndet är kortare krävs en riskbedömning som utreder behov av skyddsåtgärder. En sådan riskbedömning görs i detta PM.

NÄRMRE ÄN 30 METER	30-70 METER	70-150 METER	ÖVER 150 METER
Odlingar	Bilservice	Bostäder i högst 2 plan	Bostäder i mer än 2 plan
Trafikytor	Industrier	Mindre samlingslokaler	Vård
Ytparkeringar	Mindre handel	Handel	Kontor i flera plan
Friluftsområden	Tekniska anläggningar	Mindre kontor (inte hotell)	Hotell
	Övrig parkering	Kultur- och idrottsanläggningar utan betydande åskådarplats	Skolor
	Lager		Större samlingslokaler
			Kultur- och idrottsanläggningar med betydande åskådarplats

Figur 6. Visar avstånd bortom vilka respektive markanvändning normalt kan planeras utan särskild riskhantering. Avståndet gäller från väggkant. Länsstyrelsen Dalarnas län (2012).

3.2.3. Geotekniska risker

På den första delen av den projekterade vägen från Norr Amsberg till cirka 200 m nordväst om Broängesbäcken består jorden i huvudsak av glacial grovsilt eller finsand. Två mindre dödisgropar finns i närheten av väg 293. En dödisgrop som är delvis igenfylld finns strax öster om väg 293 strax innan korsningen med E16/väg 70. Inom sträckan cirka 200 m väster om Broängesbäcken och 800 m öster om densamma dominerar isälvsand. Moränmark dominerar från strax väster om Broängesbäcken och runt förbi Gimklack. Berget ligger nära markytan och berg i dagen finns på några ställen norr om Gimklack. Det finns några mindre lösmarksområden med torv som kommer att påverkas längs sträckan norr om Gimklack. Efter moränområdet följer ett område med i huvudsak silt och sand innan Gimån. Jorden består i huvudsak av glacial silt innan och efter ån men även svämsediment av sand finns lokalt vid Gimån. Efter Gimån kommer vägen mest att gå på bank på glacial silt fram till strax innan järnvägen där sand (flygsand) tar vid. Grundvattenytan ligger generellt långt under markytan där vägen går på isälvsavlagringen. På moränmark och vid passage av vattendrag ligger den ofta i ytan eller i nivå med vattendragets yta. Mer utförlig beskrivning av geologiska och geotekniska förhållanden och identifierade risker finns i Tekniskt PM Geoteknik.

Parallellt med projektet har Trafikverket drivit ett riskprojekt ”Riskreducerande åtgärder” längs befintlig sträcka av E16/väg 70. Det innebär att olika utpekade riskpunkter (vägtrummor, slänter) utreds med avseende på skred och översvåmningsrisker. Projektet innefattar åtgärder av fyra sådana riskpunkter: Broängesbäcken, slänt mot Dalälven vid Gagnbro, trumma vid Gima såg och slänt vid Gimsbärke. Beskrivning av riskerna och planerade åtgärder finns nedan. Den befintliga E16/väg 70 kommer nyttjas för lokaltrafik

när den nya stäckningen av etapp 2 är byggd vilket påverkar behovet av åtgärder på den befintliga vägen, se text och Tabell 1 nedan.

Broängesbäcken

Befintlig vägbank över Broängesbäcken har vid tidigare tillfällen reparerats för skador på grund av ytvattenerosion. Banken är för smal och dess slänter är för branta för materialet i banken. Banken består i huvudsak av finsand och silt. Detta får till följd att slänterna kryper vilket beror på tjälaktivitet och att mothållet blir för dåligt med tiden. Detta leder i sin tur till lutande räcken och bärighetsproblem i vägkanten. Banken uppfyller inte kraven på säkerhet mot stabilitetsbrott, speciellt inte då den dessutom kan utsättas för ensidigt vattentryck på grund av en trumma som inte har tillräcklig avbördningskapacitet. Då E16/väg 70 går i ny sträckning minskar behovet av att bredda och flacka ut slänten med erosionsskydd på cirka 100 meter för att klara stabilitetskravet i vägbanken. Trumförlängning samt komplettering med ytterligare en trumma genom E16/väg 70 krävs trots att E16/väg 70 flyttas till ny sträckning.

Slänt mot Dalälven vid Gagnbro

Befintlig stabilitet för väg och slänt mot Dalälven klarar inte stabilitetskraven och förstärkningsåtgärder för vägen samt erosionsskydd på cirka 140 meter mot älven krävs. Behovet av förstärkning minskar och utreds då E16/väg 70 flyttas. Behovet av erosionsskydd utgår troligen eftersom E16/väg 70 flyttas till ny sträckning.

Trumma vid Gimma såg (Gimån)

Vägen går nära älven med innerslänt som går rakt ned i älven. Gimån rinner ut i älven via en trumma. Trumman är skarvad och har stora brister och ska åtgärdas. Trumman kommer att ersättas med en rörbro. Åtgärden krävs trots att E16/väg 70 flyttas till ny sträckning.

Slänt vid Gimsbärke

Slänten mot Dalälven klarar inte kraven på stabilitet. Erosionsskydd och stödfyllning med en längd av cirka 220 meter kommer att utredas ytterligare i vägplanen trots att E16/väg 70 flyttas till ny sträckning och förväntad trafiklast samt behov av breddning av väg uteblir.

Tabell 1. Sammanställning av vilka åtgärder av riskpunkter som finns utmed befintlig E16/väg 70, behovet att genomföra vissa åtgärder minskar eller utgår där E16/väg 70 går i ny sträckning.

Riskpunkt:	Slänt och trumma vid Gagnbroravinen (Broängesbäcken)	
Åtgärd:	Breddning/utflackning av slänt, erosionsskydd 100 meter	Förlängning/komplettering med ytterligare en trumma
Konsekvens:	Behovet minskar eventuellt p.g.a. nylokalisering	Behovet kvarstår
Riskpunkt:	Slänt mot Dalälven vid Gagnbro	
Åtgärd:	Förstärkningsåtgärder väg	Erosionsskydd 140 meter

Konsekvens:	Behovet kvarstår men ryms troligen inom befintlig vägbredd	Behovet utgår eventuellt p.g.a. nylokalisering
Riskpunkt:	Trumma vid Gimma såg (Gimån)	
Åtgärd:	Trumma ersätts med rörbro	
Konsekvens:	Behovet kvarstår	
Riskpunkt:	Slänt mot Dalälven vid Gimsbärke	
Åtgärd:	Erosionsskydd 220 meter	
Konsekvens:	Behovet utgår eventuellt p.g.a. nylokalisering	

3.2.4. Klimatförändringar

Sverige kommer troligtvis att få ett våtare och varmare klimat i framtiden, vilket förmodligen kommer innebära ökade nederbördsmängder med extrema nederbördstillfällen.

Framtida klimatförändringar för Dalarna beskrivs i SMHI:s rapport Framtidsklimat i Dalarna – enligt RCP-scenarier (Klimatologi Nr 16, 2015). Under nästa sekel bedöms årsmedelnederbörden öka med 20–30 %. Nederbörden ökar mest vintertid. Årsmedeltillrinning för Dalälven prognosticeras enligt modellen att öka med 15 - 20% till år 2100. Störst förändring ses under vinterperioden. Vattendragen har under referensperioden åren 1962–1993 haft tydliga årstidsförlopp, med vårflödestopp, låga sommarflöden, högre höstflöden och lägre vinterflöden. Dessa förändras enligt framtidsscenarierna. För Dalälven kvarstår mönstret, men vårflödestoppen kommer tidigare och i medeltal är flödet lägre då. Under höst och vinter blir flödena högre, men sommaren påverkas inte flödena nämnvärt.

Vid utformningen av teknisk infrastruktur så som vägar utgör dagvattensystemens dimensionering och kapacitet kritiska faktorer för att begränsa skador vid extrem nederbörd. Vägar och dess dagvattenavledning måste klara av klimatets variationer, till exempel i form av ras och skred och förändrade tjäl- och grundvattenförhållanden.

4. Riskbedömning

4.1. Trafiksäkerhet

Ett minskat antal korsnings- och anslutningspunkter mot ny E16/väg 70 leder till trafiksäkerhetsmässiga förbättringar och tillsammans med mötesseparering utmed hela sträckan bedöms målet med ökad trafiksäkerhet kunna uppfyllas. Dessutom kommer viltstängsel att anläggas vilket minskar risken för viltolyckor.

Längs den nya lokalvägen, befintlig stäckning av E16/väg 70, kommer risken för olyckor att minska genom att tunga transporter och pendlingstrafik kommer att lyftas över till den nya sträckan för E16/väg 70.

Största delen av den motordrivna fordonstrafiken kommer att gå längs ny E16/väg 70 och oskyddade trafikanter kommer att vara hänvisade till lokalvägen vilket innebär färre rörelser med blandtrafik. Lokalvägen kommer att få en annan funktion vilket innebär att gång- och cykeltrafik inte behöver passera en tungt trafikerad väg.

4.2. Farligt godsrisker för människor

4.2.1. Förutsättningar

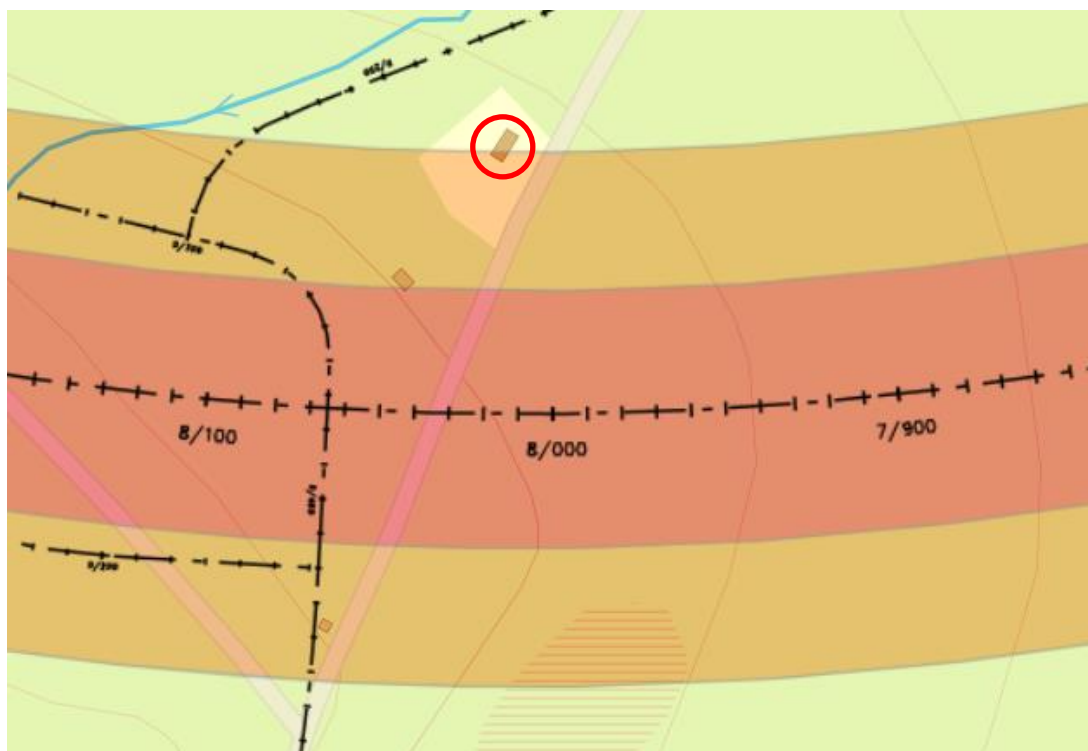
Befintlig sträckning av E16/väg 70 går i nära anslutning till bebyggelse längs en stor del av sträckan. Bebyggelsen utmed den föreslagna vägsträckan utgörs främst av enstaka småhus med komplementbyggnader. Enligt Länsstyrelsens riktlinjer för skyddsavstånd, se kapitel 3.2.2, krävs en riskbedömning som utreder behov av skyddsåtgärder om bostäder ligger inom 70 meter från vägen. För bostäder bortom 70 meter bedöms risknivån vara acceptabel utan att behöva utredas vidare. I Tabell 2 samt Figur 7, Figur 8 och Figur 9 redovisas de fastigheter där bostadshus eller motsvarande identifierats inom 70 meter från vägkant på den föreslagna nya sträckningen av E16/väg 70. Övrig bebyggelse och verksamheter i utredningsområdet bedöms hålla de avstånd som Länsstyrelsen rekommenderar och utreds därför inte vidare.

Tabell 2. Bostadshus inom Länsstyrelsens rekommenderade avstånd 70 meter från vägkant på föreslagna ny sträckning av E16/väg 70.

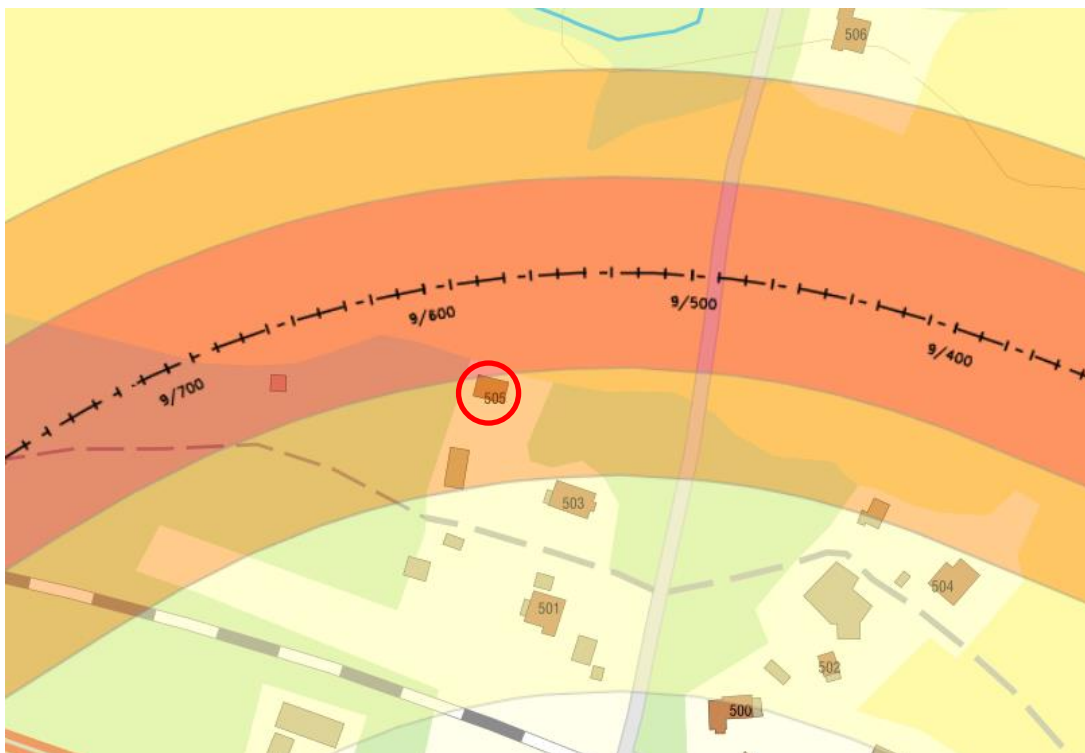
Km ca	Fastighet	Byggnad	Avstånd ca
3+450	Norr Amsberg 6:7 (1)	Bostadshus Komplementbyggnad med gäststuga	25 m 9 m
3+570	Norr Amsberg 7:2 (1)	Bostadshus	53 m
8+020	Gimsbärke 18:4 (4)	Sommarstuga	65 m
9+580	Gimsbärke 4:23 (1)	Bostadshus	30 m



Figur 7. Bostadshus och gäststuga på Norr Amsberg 6:7 (1) samt bostadshus på Norr Amsberg 7:2 (1) markerade med röda cirklar. Svart streckad linje med längdmätning är mittlinje för föreslagen ny sträckning av E16/väg 70, röd linje är befintlig vägsträckning, rosa zon markerar 0-30 meters avstånd från väggkant och orange zon markerar 30-70 meter från väggkant.



Figur 8. Sommarstuga på Gimsbärke 18:4 (4) markerad med röd cirkel. Svart streckad linje med längdmätning är mittlinje för föreslagen ny sträckning av E16/väg 70, rosa zon markerar 0-30 meters avstånd från väggkant och orange zon markerar 30-70 meter från väggkant.



Figur 9. Bostadshus på Gimsbärke 4:23 (1) markerad med röd cirkel. Svart streckad linje med längdmätning är mittlinje för föreslagen ny sträckning av E16/väg 70, rosa zon markerar 0-30 meters avstånd från väggkant och orange zon markerar 30-70 meter från väggkant.

4.2.2. Individrisk

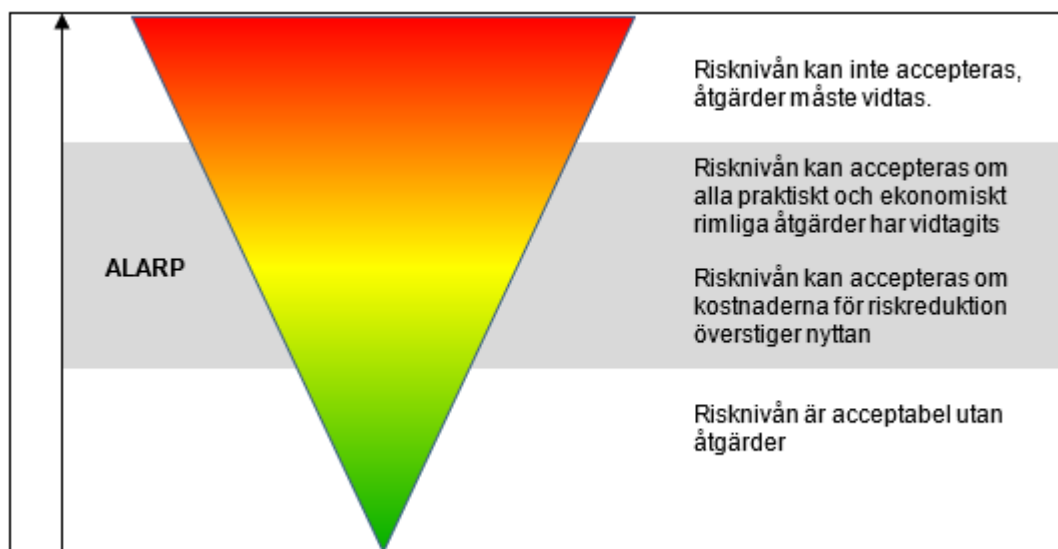
För att utreda behov av skyddsåtgärder för bostäderna inom 70 meter har individriskberäkningar genomförts. Individrisk beskriver sannolikheten för dödliga skador i anslutning till en eller flera riskkällor under ett år. Riskmättet individrisk tar ej hänsyn till hur många människor som vistas i närheten av riskkällan utan beräknas utifrån om en person befinner sig oskyddad på samma avstånd från riskkällan dygnet runt under ett år. Måttet brukar beskrivas som ett rättighetsbaserat mått eftersom det utifrån måttet går att avgöra om enskilda individer utsätts för oacceptabelt hög risk.

Förutom individrisk så är även måttet samhällsrisk vanligt vid beräkning av risknivåer. Samhällsrisk beskriver risken med hänsyn till hur många människor som kan omkomma om det sker en olycka vid riskkällan. Hänsyn tas då till den områdesspecifika personstätheten, var personer vistas (inne/ute) samt dygnsvariationer i personstätheten m.m. Eftersom personstätheten utmed den aktuella sträckan av E16/väg70 är mycket låg så är samhällsrisk också acceptabel. Samhällsrisk har därför inte bedömts vara ett lämpligt mått för att visa hur hög risknivån är och beräknas därför inte i denna bedömning.

Kriterier för värdering av individrisk

I denna riskutredning har riskerna värderats mot kriterier i Räddningsverkets rapport *Värdering av risk* från 1997.

Acceptanskriterierna presenteras i form av ett intervall (se Figur 10). Kriterierna utgörs av en oacceptabel gräns, ovanför vilken risknivån måste sänkas för att kunna accepteras, och av en undre gräns, under vilken risknivån är acceptabel utan vidare åtgärder. Däremellan finns ett område där praktiskt och ekonomiskt rimliga åtgärder ska vidtas för att sänka riskerna, området benämns i branschen för ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable).



Figur 10. Illustration över risknivåer för ALARP-området (Räddningsverket, 1997).

För individrisk används en övre gräns för ALARP-området på 10^{-5} per år och en nedre gräns för ALARP-området på 10^{-7} per år. Dessa gränser används för att bedöma om riskreducerande åtgärder behövs.

Beräkning av individrisk

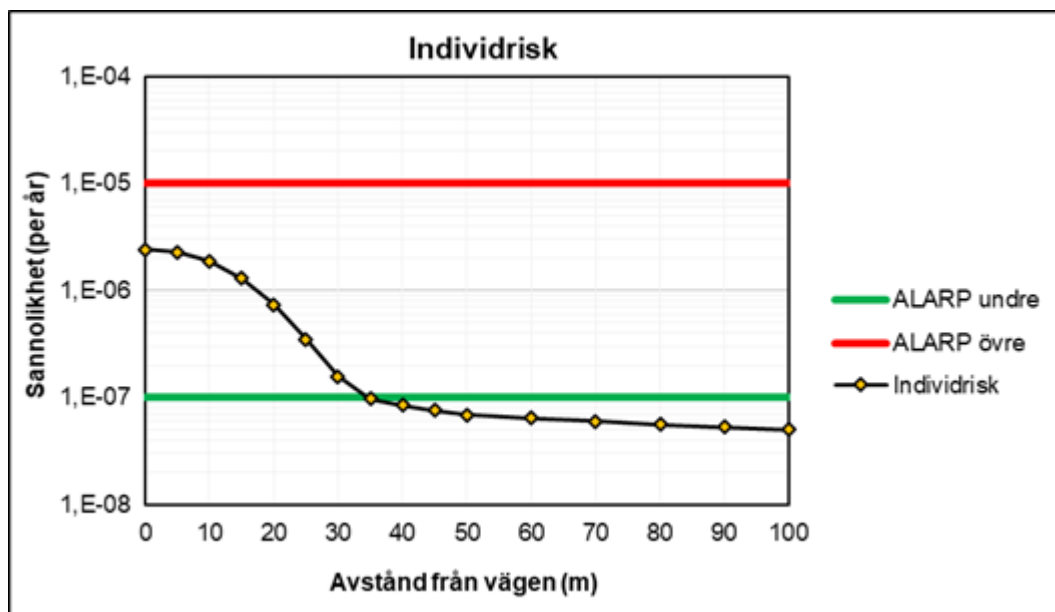
De sannolikhets- och konsekvensberäkningar som genomförts för att beräkna individrisk har gjorts i en Excel-baserad beräkningsmodell där programvaran @Risk har använts. För beräkning av individrisk har trafikmängd för prognosår 2045 använts.

En utförligare beskrivning av beräkningarna och indata återfinns i Bilaga A Frekvensberäkningar och Bilaga B Konsekvensberäkningar.

Resultat

Beräknad individrisk presenteras i form av en individriskkurva, se Figur 11, där risken beskrivs som funktion av avståndet från riskkällan.

Resultatet från beräkningarna visar att individrisknivån inom 0-35 meter från E16/väg 70 ligger inom ALARP-området, vilket innebär att risken kan tolereras om rimliga åtgärder vidtas. Riskreducerande åtgärder som är praktiskt genomförbara och har en rimlig kostnad bör genomföras. Risknivån sjunker med ökat avstånd från vägen och bortom 35 meters avstånd från vägen visar beräkningarna att risknivån är acceptabel utan att några riskreducerande åtgärder krävs.



Figur 11. Individrisk för prognosår 2045.

4.2.3. Riskvärdering och åtgärdsförslag

Befintlig sträckning av E16/väg 70 går i nära anslutning till bebyggelse utmed en stor del av sträckan. I dagsläget ligger ett femtiotal bostadshus inom Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd på 70 meter, och cirka hälften av dessa ligger inom 35 meter. Även en del mindre handel och en restaurang förekommer längs sträckan, så nära som cirka 10 meter från vägen. Människor som bor eller vistas i dessa byggnader utsätts alltså för risker inom ALARP-området.

Utbyggnadsförslaget bedöms totalt sett medföra en betydande förbättring av risknivån för människor som bor eller vistas i närheten av E16/väg 70. Framförallt för att farligt godstrafiken på E16/väg 70 flyttas från befintlig väg som har betydande bebyggelse nära vägen, till den nya sträckningen där bara fyra bostadshus ligger inom 70 meters avstånd från vägen. De trafiksäkerhetshöjande åtgärder som genomförs, t.ex. med mötesseparering, verkar ytterligare riskminskande. För de fyra bostadshus som utsätts för högre risker än med dagens sträckning görs en värdering av åtgärdsbehov nedan, så att även människor som vistas där får en acceptabel risknivå.

Risken för en olycka med utsläpp av brandfarliga vätskor utgör en övervägande del av individrisken inom ALARP-området. Ett utsläpp av en brandfarlig vätska med efterföljande antändning resulterar med hög sannolikhet i en pölbrand. Konsekvenserna för människor vid denna händelse beror främst på den värmestrålning som pölbranden ger upphov till. För att begränsa konsekvenserna av en pölbrand kan skyddsbarriärer uppföras som begränsar spridningen av ett utsläpp av brandfarlig vätska. Funktionskraven som åtgärderna behöver uppfylla är:

1. Hindra tungt fordon från att lämna vägbanan.
2. Hindra vätskeutsläpp för att spridas mot bostäderna.

Båda funktionskraven bedöms uppfyllas av någon av följande åtgärder:

- a. Bullervall med dike.
- b. Skärning (om tillräckligt djup för att hindra avkörning).
- c. Högkapacitetsräcke i kombination med dike.
- d. Högkapacitetsräcke i kombination med kantsten.

Åtgärder samordnas med avvattning och buller. Nedan beskrivs riskvärdering och åtgärdsförslag för de fastigheter som identifierats inom 70 meter från vägkant:

- Norr Amsberg 6:7 (1). Här rekommenderas att bostadshuset på ca 25 meters avstånd skyddas med åtgärder som uppfyller funktionskrav 1 och 2 ovan. I detta fall blir åtgärden sannolikt högkapacitetsräcke i kombination med dike, dvs åtgärd c ovan. Gästtugan på fastigheten hamnar på bara ca 9 meters avstånd och bedöms utsättas för relativt höga risknivåer även efter vidtagna skyddsåtgärder. Gästtugan bör därför erbjudas inlösen.
- Norr Amsberg 7:2 (1). Beräkningen av individrisk visar att bostadshuset på ca 53 meters avstånd från vägen har acceptabla risknivåer. Här rekommenderas ändå att ett dike uppförs för att förhindra att ett eventuellt vätskeutsläpp sprids mot bostaden pga ofördelaktig topografi.
- Gimsbärke 18:4 (4). Beräkningen av individrisk visar att sommarstugan på ca 65 meters avstånd från vägen har acceptabla risknivåer. Ett normalkapacitetsräcke uppförs på vägen av trafiksäkerhetsskäl, inga ytterligare åtgärder bedöms nödvändiga.
- Gimsbärke 4:23 (1). Här rekommenderas att bostadshuset på ca 30 meters avstånd skyddas med åtgärder som uppfyller funktionskrav 1 och 2 ovan. I detta fall bedöms den skärning som vägen passerar huset i motsvara åtgärd b ovan. Skärningen sträcker sig ca 2,5 meter över dikesbotten och att huset passerar i innerkurva minskar risken för avkörning mot fastigheten. Inga ytterligare åtgärder bedöms nödvändiga.

Med åtgärderna enligt ovan bedöms risknivån avseende farligt gods bli acceptabel för samtliga närboende utmed ny sträckning av E16/väg 70.

4.3. Geotekniska risker

Generellt är projekterad nydragning av E16/väg 70 lokaliserad för att minimera behovet av geotekniska åtgärder. Åtgärder vidtas enligt gällande kravdokument vilket innebär en betydande förbättring jämfört med befintlig sträckning av vägen där flera så kallade riskpunkter finns. Åtgärder som kommer att krävas är borttagning av lösjord som torv och lera där det förekommer under väg eller konstbyggnader. Eventuell torv i dödisgropar tas bort innan igenfyllning. Broar grundläggs om möjligt på packad fyllning av grus i torrhet. En stabil och bärkraftig grundläggning är viktig för konstbyggnader som broar. Projekterad bro över Gimån har två av sina stöd placerade inom vattenområdet vilket medför att grundläggning för dessa stöd föreslås utföras på en tätkaka av betong inom spont. Arbete inom spont minimerar omgivningspåverkan som grumling och tar ett mindre område i

anspråk än grundläggning i schaktgrop. För att spara material kommer även en stor del av schaktmassor som kommer från vägsärningar att återanvändas som bankfyllning, vilket leder till att erosionsskydd kommer att behövas då mycket av materialet består av silt och sand vilket är kornstorlekar som lätt eroderas av ytvatten och strömmande vatten. Generellt är grundläggningsförhållande bra men vid passage av Broängesbäcken och Gimån kommer det att krävas åtgärder för att hålla undan vatten i byggskedet och för att erosionsskydda åfåra och stöd inom vattenområdet. Under byggskedet kommer även bäckfåran att behöva grävas om i broläget för Gimån och även för Broängesbäcken. Mer utförande beskrivningar av åtgärder finns i Tekniskt PM Geoteknik.

En positiv effekt som uppstår av vägplanen är att det samverkar med, samt bidrar med, positiva effekter även för projektet "Riskreducerande åtgärder", se kapitel 3.2.3. Inom vägplaneprojektet utreds och hanteras de utpekade riskpunkterna samtidigt som vägplanen bedöms bidra till ett minskat behov av åtgärdande av de riskpunkter som finns utmed befintlig E16/väg 70.

Vissa kompletterande utredningar kvarstår att göra i kommande skeden för att säkerställa att tillräckliga åtgärder vidtas för att uppnå en acceptabel risknivå:

- Kontroll av att grundläggningsförhållanden för broar stämmer med vad som anges i bygghandlingen.
- Grundläggningsförhållanden för brostöd i Gimån ska kontrolleras i eller innan byggskede. Detta på grund av att vattenförhållanden och den milda vintern inte har möjliggjort för att undersökningar har kunnat genomföras hittills.
- Fortsatta utredningar gällande påverkan och hantering av de riskpunkter som finns utmed befintlig E16/väg 70.

4.4. Risker för yt- och grundvatten

4.4.1. Farligt gods och andra utsläpp av föroreningar

Både det gamla och nya vägsträckning ligger inom skyddsområden för Lennhedens vattentäkt, men det finns idag inga särskilda skyddsåtgärder längs befintlig vägsträckning. Dalälven ligger på vissa sträckor mycket nära den befintliga vägen och därmed är risken stor att föroreningar snabbt sprids till älven och grundvattenförekomsten vid en eventuell olycka. Möjligheten att sanera och begränsa skadan försvåras av att Dalälven är ett rinnande vattendrag.

Nydragning av E16/väg 70 innebär att vägen kommer längre bort från befintlig vattentäkt och från den mycket viktiga grundvattenresursen Badelundaåsen. Detta minskar risken för påverkan på vattenkvaliteten från vägdragvatten samt minskar risken för att ett eventuellt spill från en olycka når drickvattenresursen.

Det behövs platsspecifika åtgärder för att uppnå en god skyddsnivå för hela grundvattenresursen. För de delar som går igenom sekundärt skyddsområde för Lennhedens vattentäkt och en del av den tertiära zonen rekommenderas att det generellt används högkapacitetsräcken för de sträckor där breda diken inte är möjligt. För den delsträcka där vägen är belägen på Badelundaåsen och inga naturligt täta jordarter förekommer ska täta diken med avledning av vägdragvatten till damm och möjlighet till

avstängning före recipient användas för att förhindra att ett spill från en olycka kan nå Badelundaåsen eller Broängsbäcken. För att grundvattenskyddet ska fylla sin funktion är det viktigt att en beredskapsplan upprättas så att en sanering snabbt kan inledas vid en eventuell olycka. En sådan åtgärd ger en sårbarhetsreducerande åtgärd längs hela etappen. Arbetet med att upprätta en beredskapsplan pågår i Borlänge kommun.

Gällande ytvattenskydd har skyddsåtgärder utförts även för detta. Vid broarna över Gimån och Broängsbäcken föreslås kantsten för att förhindra att spill från en eventuell olycka når recipienterna. Det föreslås också två dammar med möjlighet till uppsamling och avstängning av en eventuell förorening innan vatten från diken når Gimån eller Broängsbäcken. Vid partier där direktavrinning mot Gimån och Broängsbäcken kan ske kommer ett bankdike att anläggas för uppsamling av vägdagvatten och transport mot dammar.

Vad gäller behov av uppsamlingsmagasin ska reningsdammars fördröjande kapacitet uppgå till minst 70 m³. Dessa dammar dimensioneras för att fungera som katastrofskydd där syftet är kvarhålla farliga vätskor vid händelse av olycka, men de kommer även att fungera flödesutjämnande och ha en renande effekt, vilket är positivt för vattnet som rinner från broarna och ej kommer att passera i diken så lång sträcka innan det når dammarna.

Åtgärderna som vidtas i vägplaneförslaget innebär ett kraftigt förbättrat skydd för grundvattnet i Badelundaåsen under driftskedet. Förbättrade diken och, för känsligare partier, hantering av dagvatten med avledning via diken och genom dammar innebär en minskad belastning av ämnen från vägdagvattnet. De säkerhetshöjande åtgärderna längs vägsträckan minskar risken för en olycka, och om olyckan ändå sker så minskas risken för ett spill av miljöfarligt ämne och risk att detta når grundvattentäkten. Sammantaget innebär ombyggnationen av vägen utmed denna sträcka ett förbättrat skydd av grundvattnet och ytvattenrecipienterna.

4.4.2. Översvämning

Nya avvattningsanläggningar ska dimensioneras för att klara framtida klimatförändringar, vilket innebär minskad risk för översvämningar. Væganläggningen ska klara detta utan allvarliga konsekvenser för vägnät, miljö, personsäkerhet eller infrastrukturen.

Den planerade trafikplatsen där väg 293 ansluter är belägen i flackt område. Trafikplatsen vid Amsberg kommer omfattas av instängda områden där stående vatten kan förekomma, vilket behöver hanteras för att undvika skador på infrastrukturen och intilliggande byggnader. Hänsyn till detta har tagits vid översiktlig dimensionering av pumpstation och magasin.

Ny sträckning av väg under befintlig järnväg kommer medföra att lågpunkt och risk för översvämning skapas. Avvattningsanläggningen och planerad pumpstation ska dimensioneras för att klara framtida klimatförändringar, vilket innebär minskad risk för översvämningar.

Dalälvens högvatten ligger med god marginal bortom den kommande vägsträckningen. Korsande vattendrag är Broängsbäcken och Gimån, vilka förväntas få ökande flöden i framtiden på grund av klimatförändringar men bedöms inte heller övervämma vägen. Vid utformning av broar har och ska fortsatt hänsyn tas till detta.

Nya trummor dimensioneras efter krav i Trafikverkets dokument vilket innebär att en klimatkfaktor är medräknad i beräkningarna. Detta innebär att dimensionering utförs för att klara framtida klimatförändringar

Sammantaget bedöms tillräckliga anpassningar gjorts för att projektet ska klara framtida klimatförändringar med avseende på ökad nederbörd och ökade flöden. En lokalisering längre från Dalälven och de utpekade riskpunkterna på befintlig väg medför minskad risk för översvämningar. Robustheten mot framtida klimatförändringar förbättras då samtliga trummor dimensioneras och utformas med hänsyn till framtida klimatförändringar.

4.5. Byggskedesrisker

Under byggskedet kommer många och tunga anläggningsmaskiner och arbetsfordon med massor och byggmaterial förekomma, vilket innebär en ökad risk för trafikolyckor och påkörning av oskyddade trafikanter.

Anläggningsarbetet medför också en risk för läckage och spill av drivmedel eller olja i samband med entreprenaderna utmed sträckan. Utsläpp kan ske både vid olyckor och sabotage eller stölder inom och i anslutning till arbetsområdet. Om farmartankar ställs upp finns risk för spill och läckage från dessa. Spill av drivmedel eller olja skulle kunna påverka vattenmiljö och vattenresurser negativt.

En stor del av alla arbeten för anläggande av vägen kommer att utföras inom sekundär respektive tertiär skyddzon för Lennheden vattentäkt. För arbetet inom vattenskyddsområde ska kommunens riktlinjer och vattenskyddsområdets föreskrifter följas. Etableringsplatser och bränsletankar får inte placeras inom 100 meter från grundvattenförekomst eller dricksvattenbrunn och ej heller inom 50 meter från vattendrag. Beredskapsplan ska finnas för att omhänderta ett eventuellt utsläpp eller läckage.

Riskerna förknippade med passerande fordonstrafik blir en väsentlig del av produktionsplaneringen, arbetsplatsdispositioner (APD). De skyddsåtgärder som krävs i form av trafikanordningar, omledning av trafik etc. kräver stora resurser och kontinuerlig anpassning under genomförandet. Skyddsåtgärder och restriktioner för byggtiden och hur trafiken ska hanteras kommer att studeras i detalj längre fram i vägplaneprocessen. Dessa risker är störst vid km ca 3/200-4/300 och km ca 9/400- 10/700, där den nya sträckningen byggs ihop med eller korsar befintlig vägsträckning.

Genom närhet till Sifferbo camping, samhället Sifferbo och samhället Norr Amsberg kommer skyddsåtgärder i form av barriärer, skyltning och informationsinsatser krävas.

De största riskerna på delsträckan i Norr Amsberg utgörs av trafik, närboende och allmänheten och kan förebyggas och minimeras genom en detaljerad och skedesindlad produktionsplanering samt arbetsplatsdisposition.

Även för sträckan som går i den östra kanten av Sifferboheden kan de största riskerna som utgörs av trafik för närboende och allmänheten förebyggas och minimeras genom en detaljerad och skedesindlad produktionsplanering samt arbetsplatsdisposition.

Vid Norr Amsberg km ca 3/700 till km ca 4/400 sker byggnation i närhet till målpunkter, som till exempel Amsberg skola och en fotbollsplan. Där kommer förebyggande

skyddsåtgärder att krävas under genomförandet. Skyddsåtgärderna kan bestå av barriärer, grindar och staket, men även i form av utökade informationsinsatser så som skyltning etc.

Sammantaget bedöms det trots vidtagna åtgärder vara svårt att undvika en något förhöjd olycksrisk under byggskedet, men eftersom det enbart rör en begränsad period bedöms påverkan bli acceptabel i relation till den förbättring vägutbyggnaden medför i driftskedet.

5. Slutsats

Sammantaget bedöms vägplanen medföra en betydande förbättring av risksituationen jämfört med befintlig väg. Det är av största vikt att de åtgärder och vidare utredningar som beskrivs i detta PM genomförs för att risknivån ska anses acceptabel.

Ett flertal åtgärder vidtas som tillsammans gör att trafiksäkerheten förbättras med utbyggnaden, bl.a. viltstängsel, minskat antal korsnings- och anslutningspunkter och mötesseparering. Dessutom bedöms trafiksäkerheten bli bättre längs befintlig E16/väg 70 då tunga transporter och pendlingstrafik lyfts över till den nya sträckan, vilket minskar olycksrisken för oskyddade trafikanter.

De trafiksäkerhetshöjande åtgärder som genomförs medför även att risken för en olycka med farligt gods minskar. Utbyggnadsförslaget bedöms totalt sett medföra en betydande förbättring av risknivån för människor som bor eller vistas i närheten av E16/väg 70. Framförallt för att farligt godstrafiken på E16/väg 70 flyttas från befintlig väg som har betydande bebyggelse nära vägen, till den nya sträckningen där bara ett fåtal hus berörs av höga risknivåer. För de bostadshus som utsätts för högre risker än med dagens sträckning vidtas skyddsåtgärder så att även människor som vistas där får en acceptabel risknivå.

Den nya sträckan av E16/väg 70 innebär att omfattning och utsträckning av åtgärder som krävs nu, eller som på sikt kommer att krävas, för att skydda vägen från erosion i slänter mot Dalälven minskar. De riskpunkter som finns längs Dalälven på befintlig sträcka kräver fortfarande åtgärder i någon form men omfattningen blir betydligt mindre. För den nya sträckan vidtas nödvändiga åtgärder för att förhindra erosion, ras och skred.

Åtgärderna som vidtas i vägplaneförslaget innebär ett förbättrat skydd för grundvattnet i Badelundaåsen. Detta genom bland annat flytt av väglinje, minskad olycksrisk i och med trafiksäkerhetshöjande åtgärder, förbättrade avvattningsåtgärder samt förbättrat skydd av yt- och grundvatten vid en eventuell olycka.

Byggskedesriskerna består främst i en ökad risk för trafikolyckor och påkörning av oskyddade trafikanter samt risk för läckage och spill av drivmedel eller olja i samband med entreprenaderna. Dessa hanteras till stor del i produktionsplaneringen, med arbetsplatsdispositioner (APD), beredskapsplaner, säkerhetsavstånd och andra fysiska skyddsåtgärder (skyltar, barriärer etc). Under byggskedet bedöms det trots vidtagna åtgärder vara svårt att undvika en något förhöjd olycksrisk. Eftersom olycksrisken enbart rör en begränsad period bedöms påverkan bli acceptabel i relation till den förbättring vägutbyggnaden medför i driftskedet.

6. Referenser

Länsstyrelsen Dalarnas Län (2012). *Farligt gods, riskhantering i fysisk planering. Vägledning för planläggning intill transportleder för farligt gods.*

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (2012). *Olycksrisker och MKB.*

Räddningsverket (1997). *Värdering av risk.*

STRADA, (Swedish Traffic Accident Data Acquisition), gäller inrapporterade olyckor för perioden 2008 till 2018.

Sveriges Meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI). (2015). *Framtidsklimat i Dalarnas län – enligt RCP-scenarier (Klimatologi Nr 16, 2015).*

BILAGA A - FREKVENSBERÄKNINGAR

Inledning

Risikanalysen bygger i detta fall på en uppskattning av sannolikheter för dödsfall per år, dels som individrisk och dels som samhällsrisk. Sannolikhet per år kan också tolkas som en förväntad frekvens, dvs. att en händelse förväntas inträffa ett visst antal gånger under en tidsperiod.

I många fall saknas tillförlitlig statistik för olika scenarier, och när antaganden måste göras har värden valts som ligger i närheten av antaganden i liknande utredningar som gjorts i Sverige. På så vis finns en strävan mot att resultaten av riskbedömningen blir liknande jämfört med andra platser inom landet, även om vissa parametrar är baserade på ingenjörsmässiga bedömningar.

Ett vanligt förekommande sätt att uppskatta sannolikheten för olika utfall vid en olycka är genom händelseträdd. Av praktiska skäl utgår metodiken från ett begränsat antal utfall där det egentligen handlar om ett spektrum av möjliga utfall. I denna rapport redovisas inte olika händelseträdd utan läsaren hänvisas istället till de olika konsultrapporter som ligger till grund för den sammanställning som redovisas.

Det finns olika sätt att uppskatta sannolikheten för olika utfall. Därför har en sammanställning gjorts med sannolikheter för olika scenarier som använts i andra riskutredningar i Sverige (WUZ, 2016) (WSP, 2016) (WSP, 2014) (BRIAB, 2016) (Brandskyddslaget, 2015), och utifrån dessa underlag, tillsammans med Swecos egna beräkningar och ingenjörsmässiga uppskattningar, har ett troligt intervall för olika olycksscenarier uppskattats. I denna bilaga presenteras frekvensberäkningar för väg.

Händelseförlopp för olika typer av farligt gods

Explosiva ämnen (ADR 1)

Exempel på explosiva varor är ammunition, tårgas, krut, fyrverkerier och trotyl. Vid en antändning av explosiva varor uppstår en kraftig och kortvarig tryckvåg som kan skada människor och byggnader.

För transport av explosiva varor finns omfattande bestämmelser och restriktioner för att minska sannolikheten för olyckor och begränsa konsekvenser vid olyckor.

Det är endast så kallade massexplosiva varor (ADR-klass 1.1) som bedöms kunna skada människor allvarligt på längre avstånd än ett 10-tal meter (Göteborgs stad, 1999). Massexplosiva varor är explosiva ämnen som har en benägenhet att explodera i sin helhet och därför åstadkomma stora skador. I denna riskutredning antas samtliga transporter med explosivämnen vara av denna klass, eftersom dessa bedöms kunna leda till allvarligast skador.

För att en explosion ska inträffa vid en olycka måste antingen en brand uppstå och sprida sig till det explosiva ämnet eller så måste de mekaniska påkänningarna vid kollision vara så stora att de utlöser en detonation. Sannolikheten för att en brand uppstår efter en trafikolycka är relativt liten. Av dessa bränder släcks sannolikt ett flertal bränder av föraren eller av räddningstjänsten innan branden hunnit påverka lasten. Hur stor andel bränder som faktiskt släcks är dock mycket osäkert eftersom denna typ av statistik inte finns att tillgå.

Vid större transporter av explosiv vara (>1000 kg) måste varorna förvaras i brandklassade skåp för att minska sannolikheten för att utvändig brand ska kunna påverka lasten. Detta innebär att även om en brand inte släcks är sannolikheten låg för att branden ska kunna antända de explosiva varorna. Vidare kommer flertalet explosiva ämnen att brinna upp istället för att detonera vid en brand. Sannolikheten för att en brand ska antända de explosiva varorna antas som en ingenjörsmässig bedömning konservativt till i medel 50 %.

På väg är det tillåtet att lasta upp till maximalt 16 ton explosivämnen. Det är dock mycket ovanligt med så stora laster eftersom strikta samlastningsregler gäller för explosiva ämnen. Hur stora laster som ingår i konsekvensberäkningar varierar mellan olika utredningar och bygger på ingenjörsmässiga bedömningar (WUZ, 2016) (WSP, 2016). Detta påverkar fördelningen för konsekvensavstånden.

Med mekanisk påverkan på de explosiva varorna avses den stöt som uppstår vid en trafikolycka. Hur stor stöt som krävs för att de explosiva varorna ska antända är oklart. Ett flertal explosiva varor kräver kollisionshastigheter som överstiger flera hundra m/s för att antända, vilket motsvarar hastigheten hos en projektil från ett vapen. Detta tyder på att en kollision sannolikt inte kan orsaka en antändning. Denna bedömning är dock förknippad med osäkerheter. Konservativt görs en bedömning i de flesta riskutredningar att sannolikheten är 0,2 % att mekanisk påverkan är tillräckligt för en explosion.

Tryckkondenserade gaser (ADR 2)

Tryckkondenserade brandfarliga och giftiga gaser transporteras i tjockväggiga tankar vilka klarar relativt stora påfrestningar vid en olycka utan att punktering och utsläpp av gasen sker. Om ett sådant utsläpp ändå sker är skadeområdet starkt beroende av utsläppets storlek, vind- och väderförhållanden samt geografiska- och topografiska förhållanden inom planområdet.

Brandfarliga gaser (ADR 2.1)

Vid ett läckage av brandfarliga gaser kan utsläppet antända direkt, inte antända alls eller så sker en fördröjd antändning. När eller om gasen antänder får stor inverkan på konsekvensernas omfattning.

Ett utsläpp av brandfarliga gaser kan skada människor dels genom förgiftning, dels genom värmestrålning eller tryckpåverkan om gasen skulle antända. Om ett utsläpp av brandfarlig gas inte antänder i direkt anslutning till olycka skulle ett drivande gasmoln kunna uppstå som sannolikt har toxiska effekter för människor. Ett sådant gasmoln skulle vara mycket lättantändligt eftersom en brännbar blandning bildas tillsammans med luftens syre. Energien i ett fordon, en cigarett eller ett gatljus skulle potentiellt kunna antända gasmolnet. Detta innebär att ett gasmoln, med tillräckligt hög koncentration för att förgifta människor, sannolikt antänder och leder till brännskador långt innan allvarlig förgiftning uppstår.

Om ett utsläpp av brandfarlig gas antänds har följande tre scenarier beaktats:

Jetflamma: Gasen skulle kunna antända direkt efter utsläppet och ge upphov till jetflamma. Beroende på utsläppets storlek och trycket i det tryckkärl som gasen förvaras i kan jetflamman nå storlekar på från några få meter upp till 75 m. Jetflamman kan skada människor och egendom dels genom en direkt träff av jetflamman och dels genom värmestrålning från flamman.

BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) kan inträffa om ett tryckkärl med kondenserad brandfarlig gas utsätts för extrem upphettning. Tryckkärlet förlorar då sin tryckbärande förmåga och briserar med ett stort eldklot som följd. Människor och egendom kan då skadas av värmestrålning och splitter eller stora kaststycken från t.ex. tryckkärlet. Denna händelse förväntas endas ske som en dominoeffekt av en jetflamma eller pölbrand, som i sin tur hettar upp det lastade tryckkärlet. En BLEVE bedöms konservativt inträffa i 1 % av de olyckor där en transport med brandfarlig gas är involverad.

Gasmolnsbrand eller gasmolnsexplosion: Dessa skadehändelser kan inträffa om inte gasmolnet antänder direkt efter att utsläppet inträffat. Ett gasmoln kan då driva iväg i vindriktningen och antända långt ifrån utsläppskällan. Vid en gasmolnsbrand bedöms allvarliga skador uppstå på de personer och byggnader som är inom molnet. Vid en gasmolnsexplosion kan en tryckvåg uppstå som även skadar byggnader och människor utanför gasmolnet. För att en gasmolnsexplosion ska inträffa krävs dock mycket stora mängder gas i gasmolnet och gasen måste vara väl omblandad med luft så att explosiva koncentrationer uppstår. En spridningsvinkel för gasmolnsbrand antas konservativt till 45°.

Giftiga gaser (ADR 2.3)

Farligt godsklass 2.3, giftiga gaser, kan ha en starkt toxisk effekt om människor exponeras för något av dessa ämnen. Konsekvenserna som uppstår vid ett utsläpp av giftig gas beror bland annat på läckagets storlek, gasens toxicitet, vind- och väderförhållanden och områdets topografiska förutsättningar. I denna riskutredning antas alla vindriktningar vara lika sannolika.

Spridning av gasmoln påverkas till stor del av rådande väderförhållanden. Beroende på bland annat vindstyrka och solinstrålning påverkas riktning och gaskoncentration. Gasmolnet sprids som en plym vars form är beroende av ett flertal faktorer, bland annat källstyrka och vindstyrka. Vid högre vindstyrkor blir plymen längre med smalare och vid lägre vindstyrkor blir plymen bredare men kortare (WSP, 2016). Siffror för spridningsvinkel som redovisas i olika rapporter varierar mellan 15° (Thomasson, 2017) och 60° (WSP, 2016). Hänsyn har tagits till detta genom att anta att plymens vinkel vid ett utsläpp kan variera med 15–60°.

Ammoniak och svaveldioxid är exempel på de mer giftiga gaser som transporteras på väg. På väg transporteras vanligen inte större mängder än 25 ton gas per fordon.

Brandfarliga vätskor (ADR 3)

Vid ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle människor i närheten av utsläppet kunna skadas allvarligt om utsläppet antänder. Några exempel på brandfarliga vätskor är bensin, E85 (etanol) och diesel. De fysikaliska egenskaperna hos olika brandfarliga vätskor gör att de har olika stor benägenhet att antända, exempelvis antänder bensin och E85 lättare än diesel. Eftersom transportfördelningen mellan olika brandfarliga vätskor är okänd behandlas samtliga transporter med brandfarliga vätskor som transporter med en lättantändlig vätska (hexan) vilket är en konservativ ansats då det är mer brännbart än vanliga drivmedel såsom bensin och diesel som utgör stor andel av mängden transporter med brandfarliga vätskor.

Ett utsläpp av en brandfarlig vätska med efterföljande antändning resulterar sannolikt i en pölbrand. Konsekvenserna för människor av denna händelse härleds främst till den värmestrålning som pölbranden ger upphov till.

Ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle även kunna ge upphov till en gasmolnsbrand. Om ett stort utsläpp sker en varm dag och vätskan är flyktig skulle ett ångmoln kunna bildas och driva iväg. Ångmolnet skulle kunna antända och skada människor och byggnader bortom utsläppsplatsen. Denna händelse bedöms dock som osannolik och antas ske i ca 1,5 % av fallen.

Sannolikhet för antändning av vätskepöl ligger mellan 10 och 30 % för järnväg i de riskutredningar som gåtts igenom, vilket huvudsakligen baseras på siffror från rapport som publicerades 1993 för att analysera riskerna med farligt gods i Storbritannien (Purdy, 1993). För ett gasmoln ligger sannolikheten för antändning mellan 5 till 70 %.

Sannolikhet för antändning av vätskepöl vid olycka på väg uppskattas vanligen till ca 3 % (WSP, 2016) (WUZ, 2016), vilket precis som för järnvägstransporter baseras på den riskanalys som gjordes 1993 för Storbritannien (Purdy, 1993). För ett gasmoln bedöms antändningssannolikheten vara 50 %. Spridning av eventuellt gasmoln följer spridning enligt brandfarlig gas ovan.

Oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR 5.1 och 5.2)

Oxiderande ämnen (ADR-klass 5.1) utgör en stor andel av alla transporter innehållande farligt gods och är klassade som farliga i den mån att de kan fungera som katalysatorer vid brandförlopp men är inte brandfarliga i sig. Om ämnet kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex diesel, motorolja etc.) kan det leda till självantändning och kraftiga brand- eller explosionsförlopp.

Organiska peroxider (ADR-klass 5.2) utgör endast en marginell del av antalet försändelser med farligt gods och har ur ett riskperspektiv liknande egenskaper som oxiderande ämnen. Antalet transporter av klass 5.2 läggs därför till antalet transporter av klass 5.1

De ämnen som bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp är i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider och vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid. För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas ofta en stabilisator, flegmatiseringsmedel, in för att minska reaktionsbenägenheten.

Även ammoniumnitrat har historiskt sett varit inblandat i olyckor med kraftiga bränder och explosioner. När det transporteras som ADR klass 5.1 är det dock i blandningar som minskar sannolikheten för detonation så mycket att detta bedöms vara mycket osannolikt. Enligt regelverket är det inte tillåtet att transportera ej stabiliserade väteperoxider eller vattenlösningar (d.v.s. utan flegmatiseringsmedel) med över 60 % väteperoxid på järnväg. Det är inte heller tillåtet att transportera ammoniumnitrat med mer än 0,2 % brännbara ämnen, utom när det utgör beståndsdel i ett ämne eller föremål i klass 1 (explosiva ämnen).

Genomgång av olika riskutredningar för farligt gods Sverige visar att de bedömningarna som gjorts avseende explosion eller brand med klass RID/ADR 5.1 och 5.1 skiljer sig relativt mycket. De intervall för sannolikheter som används bedöms dock vara tillräckligt konservativa.

Gemensamt är att en uppskattning görs av sannolikhet för utsläpp av oxiderande ämnen samtidigt som ett utsläpp av organiskt material som därefter ger upphov till brand eller explosion. Bedömningarna skiljer sig relativt mycket mellan olika rapporter (WUZ, 2016)

(Sweco, 2016) (WSP, 2016). Blandning med annat organiskt material antas till mellan 10 och 50 %, och att det därefter uppstår brand till ca 1 %, alternativt att en explosion inträffar med 1 till 10 % sannolikhet. För vägtransporter ökar sannolikheterna för omblandning med organiskt material eftersom lastbilen som transporterar ämnet och andra fordon har drivmedel som kan läcka ut vid en olycka.

Frekvensberäkningar för lastbilstrafik

Trafikprognos

ÅDT (Årsmedeldygnstrafiken) för sträckan är idag 10 670 fordon varav 11 % är tung trafik. För prognosår 2045 är uppskattad ÅDT 13 150 fordon varav 14 % är tung trafik.

Det krävs en relativt stor förändring i trafikmängd för att ge utslag på samhälls- och individrisk. Trafikmängderna bedöms vara konservativt beräknade för att undvika att risknivåerna underskattas. För att illustrera hur risknivåerna påverkas fördubblas trafikmängderna i känslighetsanalyserna.

Frekvensberäkningar för trafikolycka med lastbil

Sannolikheten för olycka med lastbil beräknas enligt följande ekvation:

$$P_o = N \cdot Q \cdot L \cdot F \cdot 365$$

N = Antalet lastbilar per dygn (ÅDT_{tung})

Q = Olyckskvot (antalet olyckor/ fordonskilometer)

L = Längd för berörd vägsträcka (km)

F = Korrigeringsfaktor för antalet fordon per olycka

Denna beräkning upprepas för varje ADR-klass för 1 km väg.

Eftersom det saknas lokal statistik över hur stor andel av lastbilarna som transporterar farligt gods och fördelningen mellan olika ADR-klasser på sträckan antas det följa Sveriges nationella statistik. Andelen farligt gods uppskattas till 3–3,5 %.

Olyckskvoten Q baseras på Vägverkets modell för olycka med tunga fordon (1998). Korrigeringsfaktorn för antalet fordon per olycka (F) ansätts till 1,8 för tätort och 1,5 i landsbygd enligt Vägverket (1998). För att få med parametern i osäkerhetsanalysen ansätts en variation på +/- 25 %. Beräknade frekvenser (sannolikhet per år) för olycka med fördelat på olika godsklasser redovisas i Tabell A-1.

Tabell A-1. Beräkning av olycksfrekvenser (sannolikhet per år) på E16.

	E16
Antal lastbilar per dygn	5080
Olyckskvot	0,3
Korrigerig flera fordon	1,5
Olyckfrekvens per år, farligt gods	0,025
ADR 1 – Explosiva ämnen	$8,0 \times 10^{-6}$
ADR 2.1 - Brandfarlig gas	$1,7 \times 10^{-3}$
ADR 2.3 - Giftig gas	$1,1 \times 10^{-5}$
ADR 3 - Brandfarlig vätska	$1,2 \times 10^{-2}$
ADR 5 - Oxiderande ämne och peroxider	$5,5 \times 10^{-4}$

Utsläpp vid en trafikolycka med lastbil

För att beräkna hur stor sannolikheten för ett utsläpp i händelse av en olycka är, studeras sannolikheten för att en tank brister. Ofta har en modell utvecklad av Statens väg- och transportforskningsinstitut och detaljerad beskriven i VTI-modellen använts för att uppskatta detta (Statens räddningsverk, 1996). I senare studier har man konstaterat att en del av underlaget och antaganden som modellen bygger på innebär stora osäkerheter för resultatet av beräkningarna (Ardin & Markselius, 2016).

Till exempel har andelen singelolyckor motsatt effekt i VTI modellen jämfört med verkligheten, där en hög andel minskar beräknad frekvens när antalet singelolyckor i själva verket utgör majoriteten av olyckor med farligt gods.

Det har konstaterats att parametern olycksindex för farligt gods, som är ett mått på sannolikheten att en tank brister, är baserad på otillräckligt underlag och trots korrigerig för hastighetsbegränsning bidrar den med betydande osäkerheter i beräkningen av frekvensen för olycka mer farligt gods. Man har sett att till exempel vägrenens lutning, liksom korsningar har påverkan på sannolikheten för om tanken välter i samband med en olycka och därmed sannolikheten för utsläpp.

Sannolikheten för läckage på tank med vätska kan enligt Trafikverkets modell för Yt- och grundvattenskydd (2013) ansättas till 0,03 oavsett hastighetsbegränsning på vägen. Det är ointuitivt att hastighet inte skulle ha någon betydelse så i brist på bättre underlag används VTI-modellen med en justering för att lastbilar inte ska ha högre hastighet än 90 km/h. Detta ger värden på index för farligt godsolycka som presenteras i Tabell A-2 nedan. I beräkningarna antas en osäkerhet på +/- 50 %.

Tabell A-2. Sannolikhet för utsläpp givet olycka.

Hastighetsbegränsning	50	60	70	80	90	100	110
Index för olycka med farligt gods, tunnväggig tank	0,02	0,07	0,11	0,195	0,28	0,28	0,28

Gaser transporteras under tryck i kärl med större tjocklek än vätskor och därmed större tålighet. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för läckage av det transporterade godset då sänks till 1/30 av värdet för läckage i tankbil med vätskor.

Frekvens för scenario med farligt gods på väg

I Tabell A-3 redovisas beräknade frekvenser för respektive scenario vid olycka med ämnen från respektive ADR-klass. Sannolikhetsfördelningen för respektive scenario bygger på en sammanställning av ett flertal olika riskutredningar som utförts av ett flertal olika konsultfirmor i Sverige de senaste 5 åren.

Tabell A-3. Sammanställning av sannolikhetsfördelningar för de olika scenarierna och beräknade frekvenser för dessa för 1 km av E16.

Klass	Scenario	Sannolikhet för scenariot givet utsläpp (%)			Beräknad frekvens (medelvärde, per år)
		Min	Mest troligt	Max	E16
1	Explosion*	0,01	0,1	1	$8,0 \times 10^{-9}$
2.1	BLEVE	0,1	1	2	$6,9 \times 10^{-8}$
	Jetflamma	2	6	20	$5,2 \times 10^{-7}$
	Gasmolnexplosion (UCVE)	6	30	60	$2,1 \times 10^{-6}$
2.3	Giftigt gasmoln	100			$4,5 \times 10^{-8}$
3	Pölbrand	2	3	13	$6,1 \times 10^{-5}$
	Gasmolnsbrand	0,1	1,5	3	$2,1 \times 10^{-5}$
5.1	Explosion	0,04	0,3	1	$2,5 \times 10^{-7}$
	Brand	0,3	0,35	0,4	$2,3 \times 10^{-7}$

*För ADR-klass 1 är det är krockvåld och brand som kan utlösa en explosion.

Referenser

- Andersson, E. (2014). *Säkerhet mot tågurspårning i Väsby Entré*.
- Ardin & Markselius . (2016). *Utsläpp av farligt gods vid vägtransport - Utvärdering av modell för frekvensberäkning*. Riskhantering och samhällssäkerhet, Lunds Tekniska Högskola.
- Barkan et al. (2003). *Analysis of railroad derailment factors affecting hazardous materials transportation risk*.
- Brandskyddslaget. (2015). *Risikanalys Härnevi 1:17 Upplands bro*.
- BRIAB. (2016). *Riskbedömning, Kvarteret Siv, Uppsala*.
- Fredén. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. Banverket, Miljösektionen, Rapport 2001:5.
- Göteborgs stad. (1999). *Översiktsplan för Göteborg - fördjupad för sektorn farligt gods*.
- INEOS Sverige AB. (2014). *Miljörapport 2013*.
- International Union of Railways (UIC). (2002). *UIC Code 777-2: Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone*.
- Länsstyrelsen i Skåne län. (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg för transport av farligt gods*.
- MSBFS 2012:7, RID-S. (2013). *Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg*.
- Purdy. (1993). *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*.
- Statens räddningsverk. (1996). *Farligt gods riskbedömning vid transport - Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg*. Karlstad: Statens räddningsverk.
- Sweco. (2016). *Riskutredning Riddersvik studentbostäder*.
- Thomasson, M. (2017). *Riskreducerande åtgärder: Effektvärdering med tillämpning på transport av farligt gods*. Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Trafikverket. (2013). *Yt- och grundvattenskydd. Publikation 2013:135*.
- WSP. (2014). *Detaljerad riskbedömning för detaljplan. Transport av farligt gods på järnväg - Yllestad 1:21 m.fl. Kättilstorp*.
- WSP. (2016). *Detaljerad riskbedömning för vägplan. Transport av farligt gods på väg. Trafikplats Fagrabäck, Växjö kommun*.
- VTI. (1994). *Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods*.
- VTI rapport Nr 3 387:4. (1994). *Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transporter av farligt gods på väg och järnväg*.
- WUZ. (2016). *Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods, översiktlig riskanalys för väg och järnväg i Borås Stad*.
- Vägverket. (1998). *Föroreningar av vattentäkt vid trafikolycka*.

BILAGA B - KONSEKVENSBERÄKNINGAR

Inledning

Konsekvensberäkningarna har gjorts i följande steg:

- Kriterier för vad som ska betraktas som risk för dödlig skada diskuteras för
 - tryckpåverkan vid explosion
 - värmestrålning vid brand
 - förgiftning vid exponering av giftig gas
- Avstånden inom vilka dessa kriterier uppnås för de olika scenarierna för varje godsklass har beräknats.

Typ av utbredning

Beroende på typ av ämne som är inblandat blir utbredningen av konsekvensområdet runt olyckan olika. En del av de möjliga scenarierna påverkas av vindriktning och väderförhållanden medan andra beror på vilket håll ett läckage är riktat mot. För att beräkna risken för det planerade planområdet används värdena i Tabell B-1.

Beroende på konsekvensavståndet och typ av spridning justeras den beräknade frekvensen för att få fram individrisken på olika avstånd.

Samtliga vindriktningar antas ha samma sannolikhet.

Tabell B-1. Typ av spridningsutbredning.

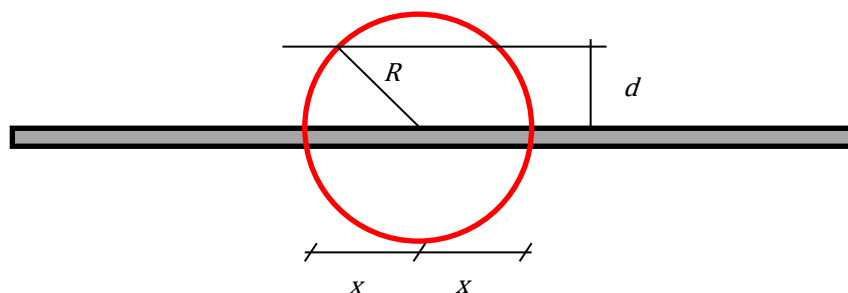
Konsekvens	Spridning	Beräkningsfaktor
BLEVE	Alla riktningar	1
Jetflamma	En av sidorna och uppåt. Spridningsriktning beror på var hål uppstår.	2/3
Gasmolnsbrand	I vindriktningen 45°	45/360
Gasmoln, giftig gas	I vindriktningen 22°	15-60/360
Pölbrand	Alla riktningar	1
Oxiderande ämne	Alla riktningar	1

Individriskbidrag beroende på konsekvensavstånd

En olycka som inträffar på sträckan (1 km) har nödvändigtvis inte ett konsekvensavstånd som verkar över hela sträckans längd. Därför görs en korrigering för att räkna ut hur stor andel av frekvensen (som gäller på hela sträckan) som bidrar till individrisken på ett visst avstånd från järnvägen. Andelen beräknas enligt följande formel, med de olika avstånden förklarade i Figur B-1:

$$\text{Andel av frekvensen för hela sträckan} = \frac{2 \cdot x}{1 \text{ km}}$$

$$x = \sqrt{(R^2 - d^2)}$$



Figur B-1. Skiss över hur individriskbidraget beräknas för avståndet d från transportleden.

Sammanställning över konsekvensavstånd

Konsekvensavstånd för olika scenarier vid utsläpp av farligt gods har beräknats i många olika riskanalyser i Sverige. Flera konsultfirmor i Sverige med specialister inom riskanalys av farligt gods har utarbetat egna modeller för konsekvensberäkningar.

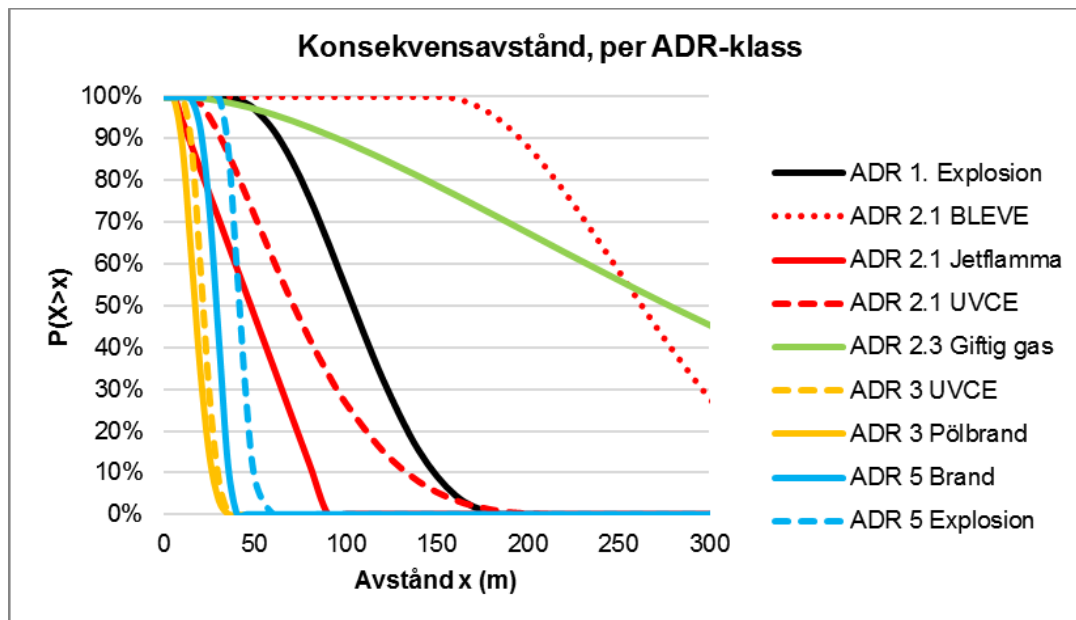
Eftersom det finns olika sätt att göra dessa beräkningar, och att inparametrar kan väljas olika, så finns det en osäkerhet i dessa konsekvensavstånd. Därför har en sammanställning gjorts med beräknade konsekvensavstånd som använts i andra riskutredningar i Sverige (Sweco, 2016) (WUZ, 2016) (WSP, 2016) (BRIAB, 2016) (Brandskyddslaget, 2015), och utifrån dessa underlag har ett troligt intervall för olika olycksscenarier uppskattats (se Tabell B-2). Tabellen åskådliggör vilka scenarier som kan uppkomma kopplat till respektive klass och konsekvensavstånd för dessa scenarier. Avstånden har använts som ingångsparametrar i beräkningarna av individrisk.

Eftersom det finns anledning att tro att mindre utsläpp är mer sannolika än större (VTI, 1994) påverkas sannolikhetsfördelningen för konsekvensavstånden med en förskjutning mot de kortare avstånden. Detta beror på att behållarna och tankarna är utformade för att tåla påfrestningar och det därför är mer sannolikt med mindre hål än större.

Tabell B-2. Sammanställning över uppskattade intervall för indata till konsekvensavstånd som använts i beräkningarna för väg.

Klass	Scenario	Fördelning	Intervall för konsekvensavstånd		
			Min	Troligt	Max
1	Explosion, raserade byggnader	Pertfördelning	30	100	200
	Explosion, direkt tryckpåverkan utomhus	Pertfördelning	10	50	140
2.1	BLEVE	Pertfördelning	100	200	450
	Jetflamma	Pertfördelning	5	40	90
	Gasmolnsexplosion/UVCE	Pertfördelning	15	50	250
2.3	Giftigt gasmoln	Pertfördelning	10	200	1000
3	Pölbrand	Pertfördelning	5	15	40
	Gasmoln från avdunstning (UVCE)	Pertfördelning	10	20	40
5	Explosion	Pertfördelning	30	40	60
	Brand	Pertfördelning	10	30	40

I Figur B-2 redovisas fördelning över sannolikheten att ett visst scenario ger dödliga konsekvenser på ett visst avstånd från vägen.



Figur B-2. Fördelning över sannolikheten att ett visst scenario ger konsekvenser på ett visst avstånd från spåret.

Farligt godsklasser som inte bedöms avseende konsekvenser

Övriga ADR-klasser, som inte beskrivits ovan, bedöms inte utgöra någon betydande risk för området och anledningarna till detta motiveras nedan.

ADR-klass 4 - Brandfarliga fasta ämnen, beräknas inte eftersom en brand med brandfarliga fasta ämnen inte bedöms spridas särskilt långt utanför olycksområdet och mängderna som transporteras på det svenska väg- och järnvägsnätet är små.

ADR-klass 4.3 - Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten kan vid en olycka få allvarliga konsekvenser om brandfarlig gas bildas. Konsekvenser av olyckor med klassen bedöms inte för det aktuella område främst p.g.a. av två anledningar. Den första är att det transporteras små mängder. Den andra är att olyckstypen förutsätter att ytterligare en händelse (uppblandning med vatten) ska inträffa förutom läckage och antändning. Frekvensen för en sådan olycka bedöms därmed som så liten att olyckstypen får marginell påverkan på den totala samhällsrisken.

ADR-klass 6 - Giftiga och smittförande ämnen omfattar ämnen för vilka det av erfarenhet är känt eller efter djurförsök kan befaras att de vid påverkan vid ett enstaka tillfälle eller under kort tid av relativt små mängder, genom inandning, hudabsorption eller förtäring, kan vara hälsoskadliga eller leda till döden hos människor. Smittförande ämnen avser ämnen som är kända för att kunna innehålla patogener. Patogener är mikroorganismer (inklusive bakterier, virus, parasiter och svampar) eller andra smittförande substanser, exempelvis prioner, som kan orsaka sjukdomar hos människor eller djur. Det bedöms som osannolikt att en olycka med giftiga ämnen ger konsekvenser för omgivningen eftersom transportvolymerna är mycket små. Konsekvenser av olycka med giftiga ämnen bedöms därför inte i denna utredning.

ADR-klass 7 - Radioaktiva ämnen omfattar ämnen som kan ge upphov till strålskador, både på kort och lång sikt. Det bedöms som osannolikt att en olycka med radioaktiva ämnen skall ske eftersom transportvolymerna är mycket små. Konsekvenserna bedöms därför inte i denna utredning.

ADR-klass 8 – Frätande ämnen. Ett utsläpp av frätande ämnen (exempelvis svavelsyra eller salpetersyra) kan resultera i häftiga reaktioner vid kontakt med metall, vatten eller brandfarliga ämnen och i vissa fall även brand med strålningspåverkan och brandspridning som följd. Konsekvenserna av ett utsläpp bedöms dock vara begränsade till utsläppsplatsens närområde. Därför bedöms inte konsekvenserna av en olycka med denna klass. Åtgärder som begränsar vistelse i närområdet till transportleden, skyddar mot spridning av vätskor och mot bränder skyddar även mot händelser som kan orsakas av frätande ämnen.

ADR-klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål omfattar ämnen och föremål som utgör en fara under transport, vilka inte omfattas av definitionen för andra klasser. Exempel på ämnen och föremål är miljöfarliga ämnen, litiumbatterier, vattenförorenade vätskor mm. Olyckor med denna klass bedöms inte kunna ge några betydande konsekvenser och bedöms därför inte i denna utredning.

Referenser

- Brandskyddslaget. (2015). *Risakanalys Härnevi 1:17 Upplands bro*.
- BRIAB. (2016). *Riskbedömning, Kvarteret Siv, Uppsala*.
- Fredén. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. Banverket, Miljösektionen, Rapport 2001:5.
- International Union of Railways (UIC). (2002). *UIC Code 777-2: Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone*.
- Sweco. (2016). *Riskutredning Riddersvik studentbostäder*.
- VRM. (2005). *Guidelines for quantitative risk assessment*.
- WSP. (2016). *Detaljerad riskbedömning för vägplan. Transport av farligt gods på väg. Trafikplats Fagrabäck, Växjö kommun*.
- VTI. (1994). *Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods*.
- VTI rapport Nr 3 387:4. (1994). *Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transporter av farligt gods på väg och järnväg*.
- WUZ. (2016). *Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods, översiktlig riskanalys för väg och järnväg i Borås Stad*.



TRAFIKVERKET

Trafikverket, 781 89 Borlänge.

Besöksadress: Röda vägen 1, 781 70 Borlänge

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

www.trafikverket.se