

V259 Tvärförbindelse Södertörn

TSK01
Framtagande av Vägplan

PM Ekologiska samband

VÄGPLAN

2020-12-10

ON140905.doc

Rev	Ant	Ändring avser	Godkänd	Datum
0.1		PM utgör nu Bilaga 6 till MKB:n och har justerats i text och bild för ändamålet.	Eva Öberg	2020-07-03

Granskare	Godkänd av	Ort	Datum
Per Collinder	E Öberg	Stockholm	2018-10-10 2020-06-06

Objektnamn	V259 Tvärförbindelse Södertörn
Entreprenadnummer	TSK01
Entreprenadnamn	Framtagande av Vägplan
Beskrivning 1	Bilaga 6 till MKB
Beskrivning 2	Sammanställning av utredningar kring grön infrastruktur och ekologiska samband
Beskrivning 3	
Beskrivning 4	
Granskningsstatus	
Diarienummer	
Konstruktionsnummer	
Objektnummer	145326
Plantyp	VÄGPLAN
Handlingstyp	
Företag	Tyréns AB
Författare/Konstruktör	Mårten Karlsson
Externnummer	260805

Innehåll

Sammanfattning.....	3
1 Syfte	4
2 Bakgrund	4
2.1 Tvärförbindelse Södertörn	4
2.2 Grön infrastruktur	4
2.2.1 Riktlinje landskap	4
2.2.2 Ekologiska samband	6
3 Grön infrastruktur	6
3.1 Studerade ekologiska samband	8
3.1.1 Äldre barrskogsmiljöer	10
3.1.2 Småvatten för groddjur	13
3.1.3 Viltstråk och trafikdöd	16
4 Anpassningar och skyddsåtgärder i vägplan	23
4.1 Gröna infrastruktur – barrskogsbiotoper	23
4.2 Groddjur	24
4.3 Passager för vilt och fauna	24
4.3.1 Klövdjur	24
4.3.2 Mellanstora fauna	26
5 Samlad bedömning	27
6 Referenser	29
7 Bilagor	30
7.1 Bilaga 1 – Vad är ”ekologiska samband, och hur beräknas de?”	30
7.2 Bilaga 2 – Viltolyckor	34
7.3 Bilaga 3 – älgmodellen nuläge	36
7.4 Bilaga 4 – älgmodellen planförslag utan åtgärder	37
7.5 Bilaga 5 – älgmodellen med ekodukt öster om Lissma	38
7.6 Bilaga 6 – älgmodellen med passage vid Jordbro industriområde	39
7.7 Bilaga 7 – älgmodellen med passage vid ekodukt öster om Lissma + Jordbro	40
7.8 Bilaga 8 – älgmodellen med passage vid Smedstorpsvägen + Jordbro	41
7.9 Bilaga 9 - ogenomträngliga barriärer i älgmodellen	42
7.10 Bilaga 10 - ordlista	44

Sammanfattning

Detta PM redogör för hur ekologiska samband har analyserats och integrerats i projekteringen av projektet väg 259 Tvärförbindelse Södertörn. De analyser som redogörs för i detta PM ligger därmed till grund för bedömning av hur planförslaget påverkar konnektivitet och arters spridning utifrån perspektivet grön infrastruktur. Under lokaliseringsutredningen inför val av korridor analyserades ekologiska samband för äldre barrskogsmiljöer, viltolycksstatistik och vilttrörelser samt samband mellan Stockholms gröna kilar på en översiktlig nivå. Dessa analyser utgjorde del av underlaget för beslut kring tunnel under Flemingsbergsskogen och la grunden för möjliga passager för fauna.

Efter val av Norra korridoren har noggrannare analyser av vilttrörelser samt ekologiska samband för groddjur analyserats. Analyserna har, tillsammans med andra utredningar och samråd, bidragit till att skaffa god kunskap kring konfliktområden mellan fauna och planförslaget, samt legat till grund för rekommendationer kring anpassningar och skyddsåtgärder.

Med utgångspunkt i de rekommenderade skyddsåtgärder som beskrivs i detta PM är bedömningen att planförslaget kommer att minska negativa konsekvenser av barriäreffekter och trafikdöd gentemot idag. Detta är möjligt på grund av att vissa brister i dagens väg 259 kommer att åtgärdas, att stängsling längs vägen förbättras samt att nya planskilda korsningar för fauna anläggs i strategiska lägen.

I delsträcka 1 kommer fauna få det lättare att passera E4/E20 längs Gömmarbäcken. Två alternativ har studerats. Alternativ 1 utgörs av en ny trumma för vattnet med en strandpassage, som möjliggör för mellanstora och mindre djur att röra sig genom trumman på torr mark. Alternativ 2 består i att E4/E20 läggs om på broar, vilket innebär att Gömmarravinen och bäcken friläggs och passage skapas även för människor och större fauna. I delsträcka 1 innefattar planförslaget en ekodukt över tvärförbindelsen mellan Gömmarens naturreservat och skogsområdena söderut mot Flottsbroområdet.

I delsträcka 2 går tvärförbindelsen i tunnel under Flemingsbergsskogen, vilket till stora delar häver tillkommande barriäreffekt. I delsträcka 3 rekommenderas anpassning med strandpassage längs fyra vattendrag, och fyra olika lägen för passager kommer vara stora nog för älg. Genomsläppligheten i delsträcka 3 bedöms bli bättre än idag både för stora och små djur.

1 Syfte

Syftet med detta PM är att beskriva hur utredning av planförslagets påverkan på djurs rörelser och spridning i landskapet har gått till. PM utgörs av tidigare publicerat samrådsmaterial *PM Ekologiska samband* (oktober 2018), reviderat enligt förändringar i vägplanen som tillkommit sedan 2018. Detta PM är också relevant med avseende på planförslagets påverkan på Stockholms gröna infrastruktur. De utredningar som genomförts är i första hand motiverade av den hänsynslagstiftning som finns i väglagen och miljöbalken, som bland annat kräver att verksamhetsutövaren tar fram tillräckligt med kunskap, minimerar intrång och jobbar med skyddsåtgärder om så behövs. Därtill har Trafikverket egna riktlinjer (1) vad gäller natur- och landskapsfrågor varit vägledande.

2 Bakgrund

2.1 Tvärförbindelse Södertörn

Planförslaget utgörs av cirka 21 kilometer 4-filig motorväg, med genomgående planskilda korsningar mot lokalvägnät (Figur 2.1). Ur ekologisk synvinkel kan naturen kring tvärförbindelsen delas in i en västlig del, mellan E4/E20 och Flemingsberg, samt en östlig del, som löper från Flemingsbergsskogen till Jordbro. I västra delen är cirka 0,8 kilometer tunnel planerad under Masmoberget, och ytterligare 1,1 km tunnel planerad under skogen söder om Glömstadalen. I östra delen är cirka 3,1 kilometer tunnel planerad under Flemingsbergsskogens naturreservat. Tvärförbindelsen ansluter sen befintlig väg 259 i sydöstra delen av Flemingsbergsskogen, för att därefter övergå till breddning av befintlig väg fram till gamla Nynäsvägen.

Arbetet med ekologiska samband har följt den geografiska indelning som används i miljöbedömningsprocessen. Delsträcka 1 i detta PM motsvarar *delsträcka E4/E20-Glömsta*, delsträcka 2 motsvarar *delsträcka Glömsta-Gladö kvarn* och delsträcka 3 motsvarar *delsträcka Gladö kvarn-Jordbro*.

2.2 Grön infrastruktur

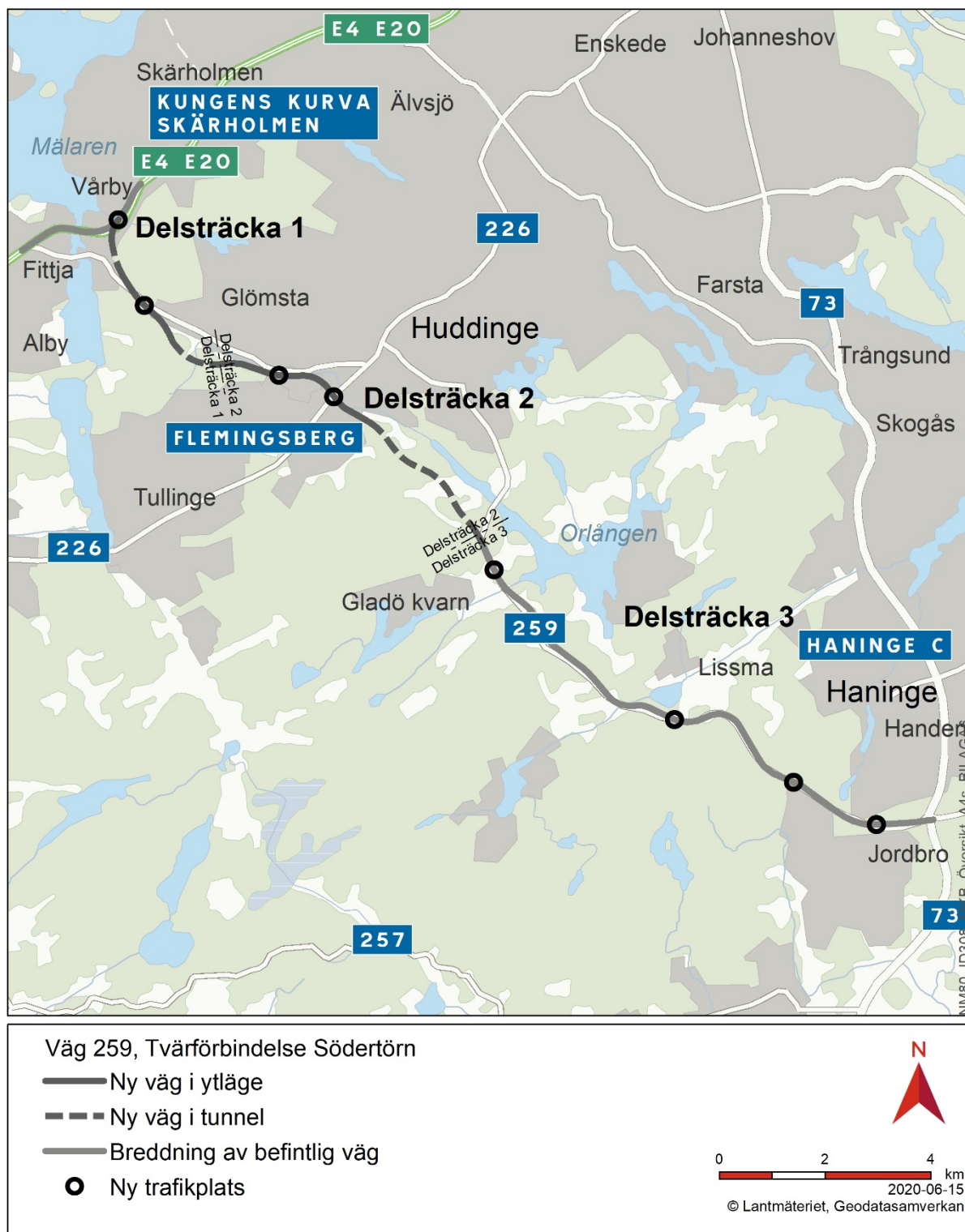
Grön infrastruktur är ett viktigt begrepp i den svenska strategin för ekosystemtjänster och biologisk mångfald, som regeringen beslutade om 2014. Naturvårdsverket som är den myndighet som ansvarar för Sveriges arbete med grön infrastruktur definierar begreppet som *"...ekologiskt funktionella nätverk av livsmiljöer och strukturer, naturområden samt anlagda element som utformas, brukas och förvaltas på ett sätt så att biologisk mångfald bevaras och för samhället viktiga ekosystemtjänster främjas i hela landskapet."*

Kort sammanfattat handlar grön infrastruktur om betydelsen av att landskapets olika biotoper, naturliga såväl som påverkade och skapade, är funktionellt sammanhängande så att ekologiska processer och relaterade ekosystemtjänster inte påverkas negativt. Med funktionellt sammanhängande menas att det ska finnas en tillräcklig mängd biotoper av tillräcklig kvalitet som ligger så fördelade i landskapet att arter kan sprida sig genom den gröna infrastrukturen. Grön infrastruktur är därmed ett begrepp som innefattar både arters livsmiljöer och rörelser mellan dem.

I detta PM redogörs för hur spridning och djurs rörelser genom den gröna infrastrukturen har analyserats och vilka resultat som ligger till grund för olika avvägningar som gjorts inom framtagandet av vägplan.

2.2.1 Riktlinje landskap

Trafikverket ska på uppdrag av regeringen anpassa anläggning och skötsel av transportinfrastrukturen till en fungerande grön infrastruktur, och bidra till att Sveriges miljökvalitetsmål nås. För att



Figur 2.1. Översiktskarta över väg 259 Tvärförbindelse Södertörn/planförslaget

möjliggöra detta måste ambitionerna gällande landskapsanpassning ställas högre än nuvarande lagkrav. I dokument "Riktlinje landskap" (TDOK 2015:0323) presenteras Trafikverkets grundläggande förhållningssätt till vägar, järnvägar och landskapet. Riktlinjerna anger den behövliga ambitionsnivån för nå det transportpolitiska hänsynsmålet, med det övergripande målet att "all infrastruktur ska vara landskapsanpassad", och därefter specifika mål för naturmiljö, kulturmiljö och landskapsbild. Framförallt delmålet för naturmiljö "1. Säkra passagemöjligheter för djur ska finnas" har varit vägledande för arbetet med ekologiska samband i detta projekt.

2.2.2 Ekologiska samband

Begreppet ekologiska samband syftar på ett antal kategoriskt likartade, men i realiteten väldigt olika ekologiska processer, som på olika sätt beskriver betydelsen av att arter kan röra sig fritt i landskapet och bosätta sig i (kolonisera) nya livsmiljöer. Kort kan dessa processer definieras som:

- "normalspridning" – arters normala rörelser i landskapet för att tillfredsställa behov över en årscykel (möjlighet att nå mat, vilo- och reproduktionsplatser).
- "sällanspridning", vilket motsvarar mindre "normala" rörelsemönster, t.ex. att en ung individ väljer att röra sig väsentliga sträckor över längre tid för att till slut slå sig ner någonstans. Dessa händelser anses ha stor betydelse för arters bevarandestatus över längre tid.
- "grön infrastruktur" – även detta begrepp bakas normalt in i en beskrivning av ekologiska samband. Den gröna infrastrukturens form, storlek och grad av konnektivitet representerar möjligheten till båda typer av spridning, för "alla" och "ingen", då olika arter lever i olika miljöer och har olika spridningskapacitet. Den gröna infrastrukturen kan dock sägas vara representativ för stationära arters möjligheter att sprida sig och kolonisera nya livsmiljöer.

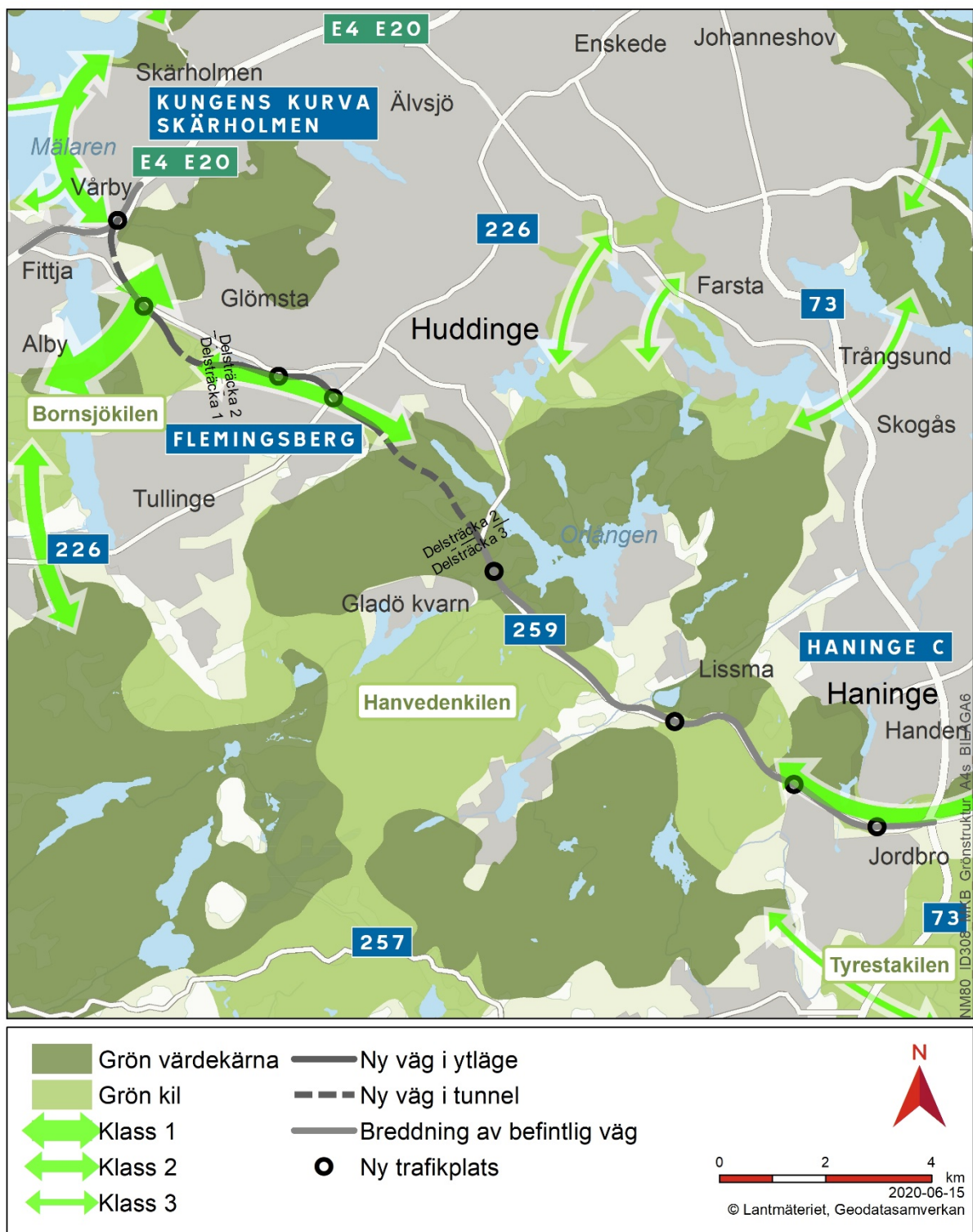
För ett mer detaljerat resonemang kring spridningsanalyser samt hur de beräknas, se Bilaga 1. Både "normalspridning", "sällanspridning" samt den gröna infrastrukturens betydelse för arters spridningsmöjligheter har studerats under planläggningen av Tvärförbindelse Södertörn. Under lokaliseringsutredningen studerades framförallt påverkan på sällanspridning för skogsanknutna arter. Efter val av norra korridoren har tvärförbindelsens påverkan på vissa arters normalspridning analyserats, som underlag för rekommendationer kring anpassningar och skyddsåtgärder.

3 Grön infrastruktur

Betydelsefulla delar av Stockholms läns gröna infrastruktur berörs av planförslaget. Planförslaget berör Bornsjökilen i norr, Hanvedenkilen samt kopplingen mellan Hanveden- och Tyrestakilen längst i öster, (figur 3.1). Sambanden mellan gröna kärnområden i den regionala gröna strukturen analyserades på en översiktlig nivå under lokaliseringsutredningen som föregick aktuellt planförslag.

Olika arter är mer eller mindre känsliga för ökad isolering (minskad möjlighet till spridning mellan områden). Arter som har stor anpassningsförmåga och finner sina födosöks-, vilo- och reproduktionsplatser i lite olika typer av natur påverkas i mindre omfattning. Arter med väldigt låg normalspridningskapacitet (<500 m) påverkas generellt sett inte av den typ av barriärer och fragmentering som vägar orsakar, utan är mer känsliga för ytmässig reduktion av faktiska livsmiljöer.

Arter med väldigt hög normalspridningskapacitet (>5 000 m) påverkas i mindre utsträckning av att områden t.ex. fragmenteras, eller att avståndet mellan lämpliga områden ökar. Däremot påverkas dessa arter påtagligt av starka barriärer (om de inte kan flyga) och i många fall av trafikdöd, då djur med hög mobilitet ofta har långa reproduktionscykler och låg populationstillväxt. Till dessa arter hör bland annat våra svenska rovdjur och klövdjur. Med vissa undantag (t.ex. järv, varg och brunbjörn) är



Figur 3.1. Delar av Stockholms gröna kilar som berörs av utredningsområdet för Tvärförbindelse Södertörn. Tvärförbindelsen innebär en förstärkning av den befintliga barriären väg 259 utgör i Hanvedenkilen, och påverkar två betydelsefulla samband 2) mellan Gömmarens naturreservat och skogsområdena söder om väg 259, 3) mellan Hanveden och Tyrestakilen mellan Handen och Jordbro, samt ett samband av mindre betydelse 1) mellan Gömmarens naturreservat och Vårby källa.

dessas arter inte rödlistade, och framförallt vildsvin, rådjur och älg har nationellt sett livskraftiga populationer. Dessa "vanliga" arter har dock viktiga roller i ekosystems funktion, och reglerar via betetryck och predation både artsammansättning, skadedjur, fröspredning och andra typer av landskapsekologiska processer. Större vägar hamnar som regel i konflikt med dessas arterers rörelsemönster, där viltolyckor är en tydlig effekt med stora negativa konsekvenser för t.ex. räva, grävling och rådjur. För dessa arter är det viktigt att jobba med barriäreffekter dels av etiska skäl, och för större klövdjur såsom älg och vildsvin även av trafiksäkerhetsmässiga skäl.

Arter som är beroende av vissa typer av livsmiljöer, och därtill inte har särskilt stark spridningskapacitet löper risk att påverkas negativt på längre sikt, framför allt om dessa livsmiljöer minskar i omfattning, men också om möjligheterna till att utvandra eller invandra till sådana unika miljöer upphör. Sådana arter riskerar att minska lokalt, och på längre sikt även regionalt. Följaktligen är det framförallt relevant att analysera påverkan på spridningssamband för de arter som uppvisar en hög grad av beroende av en viss naturtyp, och med en begränsad spridningsförmåga (cirka 2-5 kilometer). Arter som passar in på denna beskrivning är ofta rödlistade, och för sådana arter är det inte bara viktigt att bibehålla spridningsvägar i landskapet, utan även förstärka och skapa spridningsvägar när möjlighet ges.

3.1 Studerade ekologiska samband

En ny väg medför påverkan på djurs spridningsmöjligheter genom barriäreffekter, intrång och störning av biotoper. Utöver påverkan på själva spridningsmöjligheterna för arter, innebär planförslaget även två saker till:

- en viss risk för trafikdöd, som kan påverka arterers populationsstorlekar, men som även är relevant ur trafiksäkerhetssynpunkt.
- negativ påverkan på livsmiljöers kvalitet, som inom forskningen bäst [visas](#) genom att både antalet arter och antalet individer minskar ju närmre en väg man kommer (2–4). Denna effekt (den generella vägeffekten) sträcker sig åtminstone 300–600 meter utifrån en väg av tvärförbindelsens storlek.

Kriterier för val av vilka ekologiska samband som är intressanta att analysera inom ett större vägprojekt kan därmed sammanfattas enligt följande matris (Tabell 1), varav inte alla men vissa bör mötas.

Tabell 1. Matris för 1) behovsbedömning av att genomföra spridningsanalyser samt 2) val av relevant art att analysera. Gulmarkerade kriterier bör uppnås för att en spridningsanalys ska vara motiverad att utföra, och rödmarkerade kriterier motiverar självständigt att en spridningsanalys genomförs.

Kriterium		Tjäder/skogshöns	Groddjur	Mellanstora däggdjur (räv, grävling, utter)	Klövdjur
Ekologiska kriterier	Art finns inom utredningsområdet, eller använder delar av utredningsområdet	x	x	x	x
	Hög grad av specialisering	x	x		
	Livsmiljöer små och utspridda		x		
	Livsmiljöer geografiskt separerade med avstånd som tangerar spridningskapacitet	x	x		
	Art uppvisar utpräglad metapopulationsdynamik, och ligger inom påverkansområde		x		
	1 km > Spridningskapacitet < 3 km	x			
	Art uppvisar hög trafikdödlighet		x	x	x
	Art uppvisar känslighet för den generella vägeffekten	x	x		x
	Artens närvaro indikerar en mångfald av andra arter	x			
	Arten innebär trafikfara				x

Övriga kriterier	Art är rödlistad enligt svenska rödlistan VU eller starkare, eller IUCNs rödlista				
	Art är skyddad av art- eller habitatdirektivet	x (Tjäder)	x (Större vattensalamander)	x (Utter)	
	Art är lokalt hotad eller på lokal tillbakagång	x	x		

Inom utredningsområdet för planförslaget har flera arter identifierats som motiverar analys av spridningssamband, åtminstone på översiktlig nivå. Spridningssamband kan analyseras på olika sätt, men gemensamt för samtliga tillvägagångssätt är frågan kring hur påverkan på enskilda områden (t.ex. svaga gröna samband) påverkar hur spridning sker mellan "resten" av livsmiljöerna. För att ta reda på detta beskrivs artens livsmiljöer som ett "nätverk", och betydelsen av enskilda delar av nätverket kan därefter beräknas på olika sätt beroende på aktuell frågeställning.

Framförallt två typer av analyser förekommer inom samhällsplaneringen: patch-matrixmodeller eller motståndsanalyser. Patch-matrixmodeller kan användas för att beräkna värdet av enskilda områden, och detta värde kan generellt tolkas som "värde för biologisk mångfald" kopplat till den analyserade naturtypen. Dessa modeller säger inte "var" någonstans spridningen sker i landskapet, utan uttalar sig endast om olika områdens värde för att spridning mellan livsmiljöer överhuvudtaget ska kunna ske. Patch-matrixmodeller har generellt starkt empiriskt stöd.

Motståndsanalyser syftar till att väga in det faktum att olika delar av landskapet är olika enkla för en individ att röra sig genom. Dessa modeller bygger på enkla samband med generell trovärdighet, och är användbara bara i de fall man vill hitta övergripande ledstrukturer eller viltstråk i landskapet, och/eller för att analysera barriärer eller begränsningar som man vet att inga arter kan forcera. Det empiriska stödet, och tillämpningen av denna kategori av modeller ökar varje år. Båda typerna av analyser har använts inom arbetet med planförslaget.

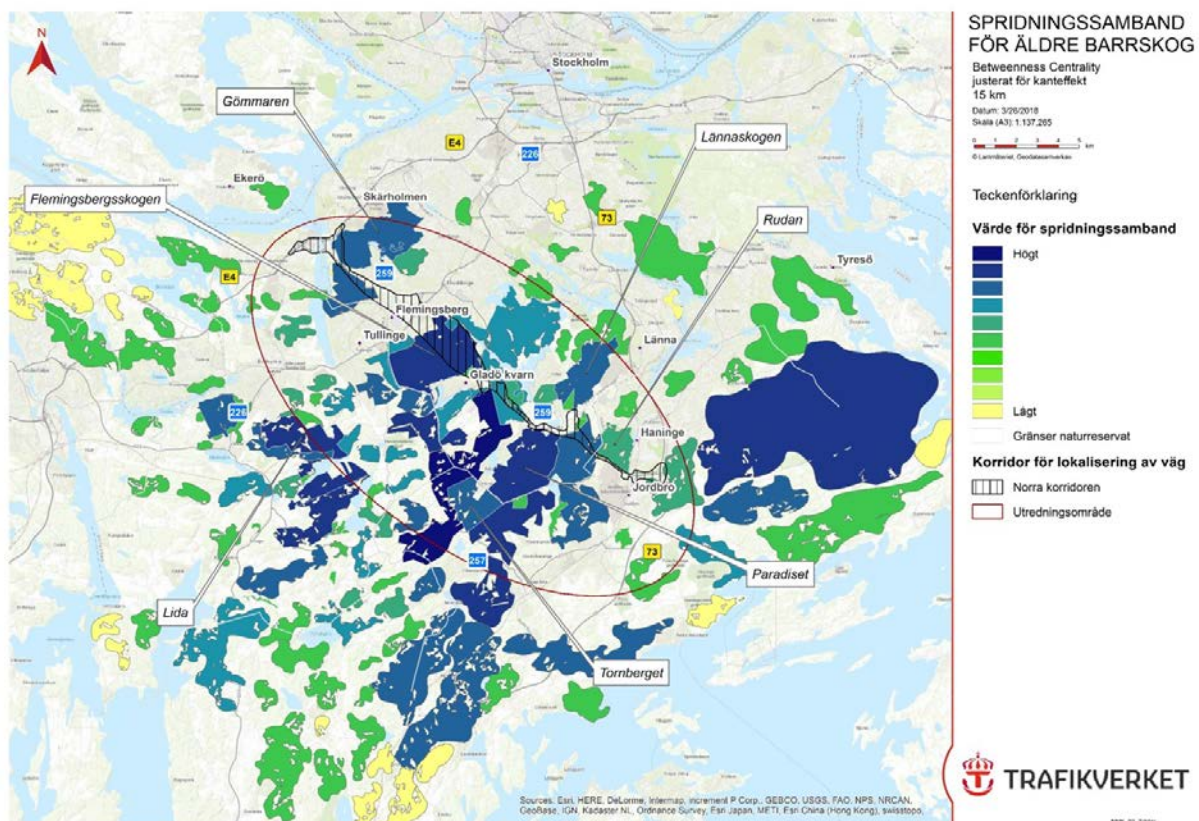
3.1.1 Äldre barrskogsmiljöer

3.1.1.1 Regionala samband

Under lokaliseringsutredningen av väg 259 Tvärförbindelse Södertörn utvärderades tre olika korridorer, vilka alla korsade Flemingsbergskogens naturreservat i antingen tunnel eller ytläge (5). Det är känt att tjäder har flera spelplatser i skogen, och därtill har förekomst av flera andra arter med höga krav på livsmiljöernas storlek och orördhet, såsom skogsmård och spillkråka, dokumenterats. Som underlag till bedömning av miljöpåverkan, och beslut kring val av korridor och tunnellsättning, analyserades hur ingrepp i Flemingsbergsskogens naturreservat skulle kunna påverka populationer av dessa arter i andra liknande miljöer på Södertörn. Analysen bestod av att beräkna Flemingsbergsskogens bidrag till det totala utbudet av äldre barrskogsmiljöer inom ett större område på Södertörn (Figur 3.2, patch-matrixanalys, se Bilaga 1). Analysen gjordes utifrån fördelningen av tallskogsområden äldre än 70 år, justerat för avverkningsanmälningar hämtade från Skogsstyrelsen, för spridningsavstånd mellan 10-30 kilometer. Där tillämpligt justerades tallskogens utbredning mot befintliga och planerade naturreservatsgränser, för att på så sätt belysa bevarandevärdet av dessa områdesskydd.

Värdet på olika områden gavs genom beräkning av två index på konnektivitet (Bilaga 1), justerat mot ett index på effektiv yta av kärnhabitat, eftersom karaktäristiska arter av intresse framförallt gynnas av intakta skogars inre områden snarare än kanthabitat.

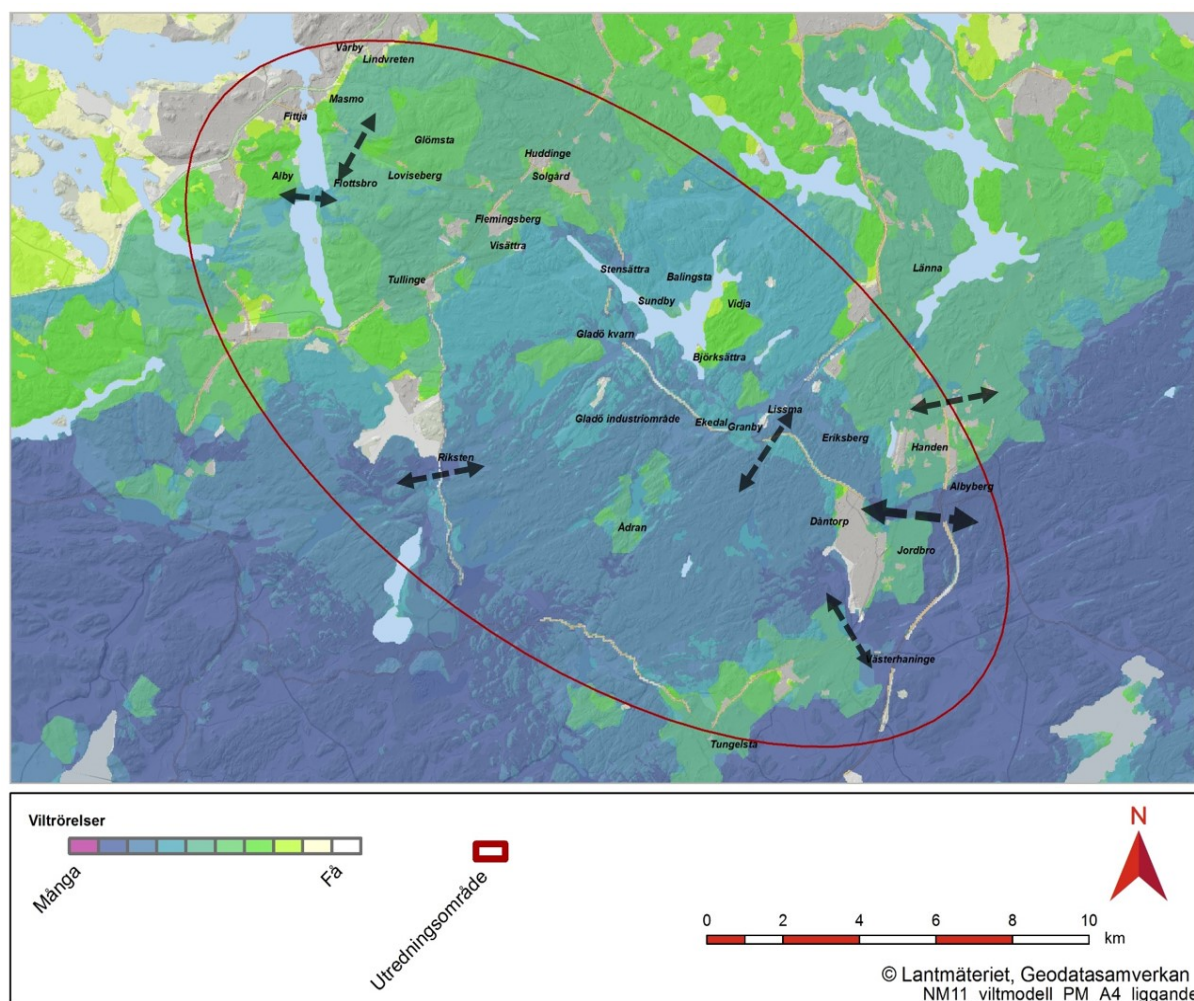
Resultaten visar att utredningsområdet för tvärförbindelsen innehåller flera stora och sammanhängande naturbarrskogsområden, och att stora delar av dessa är skyddade. Dessa skogar ligger väldigt centralt på Södertörn, och fyller alla viktiga funktioner för den regionala konnektiviteten mellan östra, södra och västra Södertörn, och i förlängningen även fastlandet västerut. Flemingsbergsskogens naturreservat beräknas till bland de 10 viktigaste områdena för arter knutna till tallskogar av samtliga analyserade områden (139 stycken). Flemingsbergsskogen beräknas totalt sett stå för mellan 5-7 % av totalt tillgängliga livsmiljöer, beroende på vilket index som beräknas. Beräkningarna visar att det största bidraget inte är ytan som sådan, utan skogens funktion som slut- och startstation för spridning, vilket är kopplat till att skogen ligger inom räckhåll för de flesta andra av de stora barrskogsmiljöerna på Södertörn. Flemingsbergsskogens naturreservat förväntas alltså "ta emot" många individer från andra livsmiljöer, men också producera individer som utvandrar från Flemingsbergsskogen. Detta förefaller rimligt, och möjligen underskattat gällande tjäder, eftersom det är känt att Flemingsbergsskogen har ett antal aktiva tjäderlekplatser, samt att tjäderstammen i skogen är väldigt tät.



Figur 3.2. Olika barrskogsområdens värde för barrskogsarter. Värdet visar områdets betydelse som länkar mellan andra områden, justerat mot effektiv yta kärnhabitat. Analysen visar resultat för en spridningskapacitet på 15 km.

Skulle Flemingsbergskogens funktion som livsmiljö försämrans genom fragmentering och vägpåverkan, skulle således Södertörns arter knutna till denna typ av miljö få generellt försämrade förutsättningar i storleksordningen 5 %. Sannolikt skulle den negativa påverkan på arten tjäder bli betydligt större, eftersom tjäder är starkt knuten till väldigt specifika biotoper i barrnatskogen som förekommer i mindre omfattning.

Ekologiska samband för barrskogsmiljöer (med blandade beståndsåldrar samt lövsinlag) analyserades även via en motståndsanalys (se Bilaga 1 för beskrivning av motståndsanalys) på en övergripande nivå under den lokaliseringsutredning som föregick planförslaget (Figur 3.2.). Motståndet bestämdes utifrån hur klövdjur använder landskapet, vilket är representativt för de flesta svenska markbundna skogslevande arter, samt de arter som sprids via dessa. Resultaten identifierar områden och strukturer i landskapet, med betydelse för bibehållandet av ekologiska samband *mellan* skogsområden på Södertörn, till skillnad mot ovan beskrivna patch-matrixanalys som analyserar värdet av *själva* skogarna. Förenklat kan man säga att patch-matrixanalysen analyserar själva livsmiljöernas betydelse, medan motståndsanalysen analyserar vägarna mellan dem.



Figur 3.3. Spridningssamband för vilt analyserade under lokaliseringsutredningen. Flera samband i öst-västlig riktning framträder, varav vissa sammanfaller med de svaga gröna samband utpekade i RUF5 2050 (tidigare RUF5 2010). Resultaten är även representativa för flertalet ickeflygande barrskogsarter i regionen.

Analysens resultat (Figur 3.3) pekar på generellt svaga förbindelser mellan stora sammanhängande skogsområden i öst-västlig riktning. Stadsmiljö längs Nynäsbanan och framförallt väg 73 i nord-sydlig riktning är huvudsakliga barriärer. Kritiska områden framträder framförallt kring Slätmosse mellan Jordbro och Handen, samt en bit söderut vid Västerhaninge. Vid båda dessa lokaler finns mindre remsor med sammanhängande skog som strukturellt binder samman Hanvedenkilens och Tyrestakilens sammanhängande naturområden på vardera sida bebyggelsen. Dessa samband bedöms vara av mycket stor betydelse för en övergripande utveckling av den biologiska mångfalden på Södertörn. Det främsta skälet är att dessa samband binder samman stora sammanhängande områden, som dessutom har övergripande höga biotopkvaliteter. Andra faktorer som gör dessa samband värdefulla för biologisk mångfald är att flertalet naturreservat redan är etablerade i både öst och väst vilket minskar osäkerheterna kring dessa områdens framtida status, samt att antalet möjliga passager mellan öst och väst är ytterst få i dagsläget. Både viltolycksstatistik samt observationer i fält tyder på att Slätmosse är ett område där framförallt klövdjur rör sig regelbundet. Området kring Västerhaninge som identifieras i resultaten har inte besökts i fält, men framträder i viltolycksstatistiken. Båda dessa områden är utpekade som svaga samband i den regionala grönstrukturen i RUFS 2050 (6).

3.1.1.2 Lokala samband

Motståndsanalysen identifierar också strukturer som bär upp ekologiska samband mellan barrskogsmiljöer i en lokal kontext. Här framträder framförallt ett samband inom Bornsjökilen, mellan Gömmarens och Flottsbroområdets naturreservat, som idag är försvagat av trafiken på Glömstavägen. Detta samband är utpekade som ett svagt samband (klass 2) i den regionala grönstrukturen (6). Därtill identifieras ett antal samband inom Hanvedenkilen, som beskrivs närmare i kap 3.1.3 "Viltstråk och trafikdöd".

3.1.1.3 Barrskogsmiljöer - resultat och rekommendation

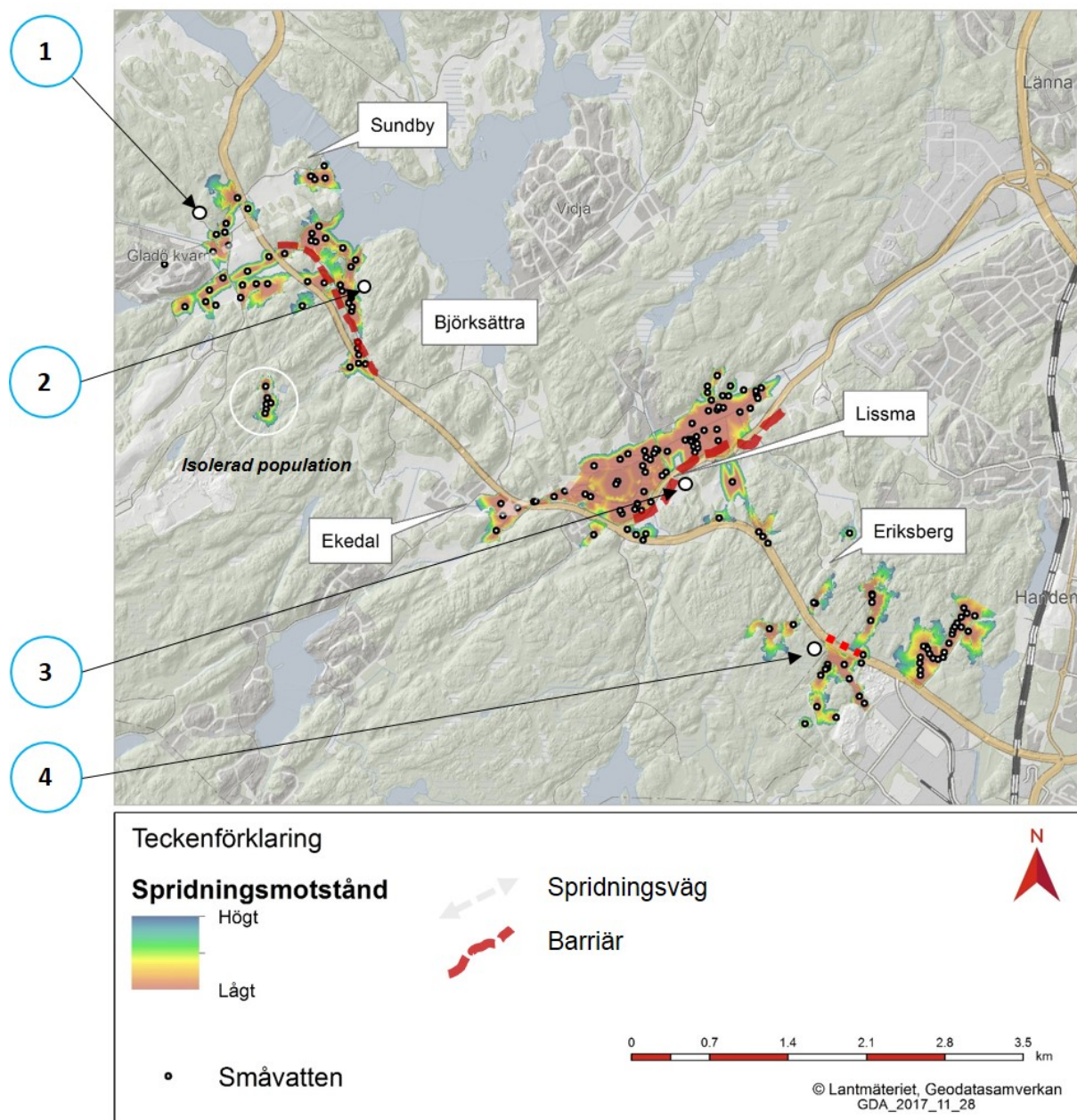
Resultaten som indikerar att Flemingsbergsskogen har mer än lokal betydelse, och med stor sannolikhet särskilt betydelsefull för Södertörns tjäderstammar, bidrog till beslutet att gå vidare med vägplanearbetet i Norra korridoren, samt planförslagets tunnelläge under Flemingsbergsskogens naturreservat.

3.1.2 Småvatten för groddjur

Som underlag till planförslaget inventerades norra korridoren med avseende på grod- och kräldjur. Inventeringen utfördes i juni 2016 av Calluna AB på uppdrag av Tyréns, och finns redovisad som separat rapport (7). Av inventeringen framgick att grupperingar av småvatten, vissa med bekräftad artförekomst, förekom på båda sidor tvärförbindelsens framtida läge samt befintliga lokalvägar, och med relativt korta avstånd mellan dem. Då samtliga groddjur 1) uppvisar tydlig metapopulationsstruktur, 2) påverkas kraftigt även av låga trafikvolym, och 3) måste röra sig mellan övervintringsområden och lekområden (vattenmiljöer) varje år analyserades spridningsvägar mellan de småvattenmiljöer som hade inventerats. Delsträcka 1 och 2, (väster om Flemingsberg mot Masmo och E4/E20, figur 4.2) av planförslaget innehåller endast en mindre mängd diken som utgör möjliga livsmiljöer för groddjur. Denna del av norra korridoren har generellt sämre betingelser än delsträcka 3 (öster om Flemingsberg mor Jordbro), och inga arter observerades under inventeringen här. Sammantaget analyserades spridningssamband för groddjur endast för delsträcka 3 (Figur 4.4).

En kombination av motståndsanalys och patch-matrixanalys användes. Olika områdes värde för spridning beräknades via index *PC* för rörelser upp till 300 meter, vilket fångar upp den "normala" rörelsekapaciteten hos svenska groddjur. Som komplement byggdes en motståndsmodell utifrån marktäckedata (8) och en lutningskarta med 5x5 meter pixelstorlek. Motståndsmodellen visar vilka småvattenmiljöer som är nåbara för groddjuren, dvs inom 300 meter ifrån varandra, samt visar för varje pixel landskapets bedömda motstånd för groddjur att röra sig igenom kombinerat med hur långt groddjuret befinner sig från sin utgångspunkt (ett småvatten). Sammantaget utgör ovan analysen en

(förenklad) modell över hur framförallt unga groddjur, som efter full utveckling lämnar sina yngelvatten för att söka nya livsmiljöer, vilket är en avgörande process för hur groddjursbestånden utvecklas.



Figur 3.4. Resultat från analys av ekologiska samband för groddjursmiljöer. Streckade bågar visar områden som bedöms vara sammankopplade, där groddjurspopulationer kan ha en fungerande metapopulationsdynamik. Punkt 1) visar ett område med framtida potential för groddjur. 2) visar en groddjursmiljö med flera småvatten som sannolikt är ekologiskt kopplade. 3) Lissmavägen är sannolikt en stor barriär och källa till dödlighet, möjligen en "populationssänka" och 4) visar småvattenmiljöer där ekologiska samband går att återställa.

Resultaten visar att betydelsefulla grupper med småvatten, mellan vilka groddjur sannolikt rör sig, är koncentrerade till (Figur 3.4.):

- Kvarnbäcken/Ebbadalsdikets utlopp mot Orlången och söderut norr om Ebbadalsvägen
- Åkermarkerna kring Gladö söder om väg 259 har sannolikt bra betingelser för groddjur.
- Lissmasjön och de många diken småvattenmiljöer som finns längs Lissmadalen.
- Kring Jordbro finns rikligt med småvattenmiljöer och sumpiga skogsområden. Denna del av norra korridoren är barrskogsdominerad, vilket inte är helt idealiskt för alla groddjur. Vid tidpunkt för inventeringen observerades inga groddjur här, men inventeringsområden var också ytterst smalt och omfattande inte mycket mer än befintligt vägområde (väg 259).
- Vid Eriksbergs finns betydelsefulla småvattenmiljöer. Dessa bedöms dock inte vara ekologiskt sammanhängande över befintlig väg 259 ur ett normalspridningsperspektiv.

Precis väster om Jordbro industriområde indikerar modellen att miljöerna borde vara sammanhängande för groddjur, men att befintlig väg bryter av kopplingen mellan dessa miljöer. Vid fältbesök under hösten 2017 kunde detta bekräftas i fält. Området består av myr bevuxen med ung gran och löv, och övergår söderut till våtmark med öppen vattenspegel. Betingelserna framstår som idealiska för groddjur, och sådana hade sannolikt observerats om inventeringsområdet hade utvidgats i detta snitt. Hydrologin är påtagligt förändrad till följd av väg 259, och det tidigare rörliga markvattnet leds nu i kulvert under befintlig väg. Detta rör har sannolikt väldigt låg funktion som groddjurspassage, då inget tyder på att en sådan funktion har beaktats i dess utformning och installation, och då groddjur generellt är väldigt dåliga på att använda även anpassade passager.

3.1.2.1 Groddjur - resultat och rekommendation

Planförslaget innebär breddning av befintlig väg 259 i delsträcka 3. Ett par viktiga vattendrag, Kvarnbäcken/Ebbadalsdiket (vid Gladö), Kvarntäppandiket och Ådranbäcken (vid Lissma) korsas, men deras funktion som spridningskorridor mellan småvatten för groddjur kommer bestå, då aktuella tekniska lösningar för att hantera vatten tvärs väg kommer vara tillräcklig dimensionerade. I övrigt rekommenderades följande anpassningar och skyddsåtgärder för groddjur:

- Kring område 1 i figur 3.4, där planförslaget innebär att tvärförbindelsen ansluter från planerad tunnelmynning till befintlig väg 259 rekommenderades att breddning skulle ske mot nordost, snarare än mot sydväst där miljöer viktiga för groddjur hade identifierats.
- Kring område 2 i figur 3.4 har vanlig padda, vanlig groda, huggorm, snok och kopparödla observerats. Analysen indikerar att groddjuren i detta område har en fungerande metapopulationsdynamik kring dessa småvatten, då avstånden är korta och markerna lätta att röra sig igenom. Vid fältbesök hösten 2017 konstaterades att flera av de småvatten som analyserats löper risk för väldigt låga vattennivåer under långa perioder utan regn, vilket skulle kunna reducera deras lämplighet för större vattensalamander, som har lång larvutveckling, men sannolikt inte för övriga groddjur (som lämnar vatten tidigare). Lokalisering av gång- och cykelväg till detta område har avförts med hänsyn till höga natur- och kulturvärden, och särskilt med hänsyn till groddjur.
- De betade, vattenrika strandängs- och åkermiljöerna kring Lissma med många diken och småvatten har sannolikt stor betydelse för flera arter av groddjur. Under inventeringen observerades vanlig padda, huggorm, snok, åkergröda, vanlig groda och kopparödla. Stora delar av detta lämpliga område var dock inte inkluderade i inventeringen, så därför bör

inventeringsresultatet betraktas som en grov underskattning av Lissmadalgångens betydelse för groddjur. Analysen indikerar att Lissmavägen är en stor barriär för groddjur. En inventering av groddjur 2008 (9) observerar även trafikdödade groddjur till stort antal. Denna väg har sannolikt en begränsande effekt på både spridningsprocesser och storlek på metapopulationen i området. I och med planförslaget förväntas trafikvolymerna på denna väg öka. Lissmavägen ingår inte i planläggningen, men trafikökningen som sker på denna väg kan medföra indirekta effekter på groddjuren i området.

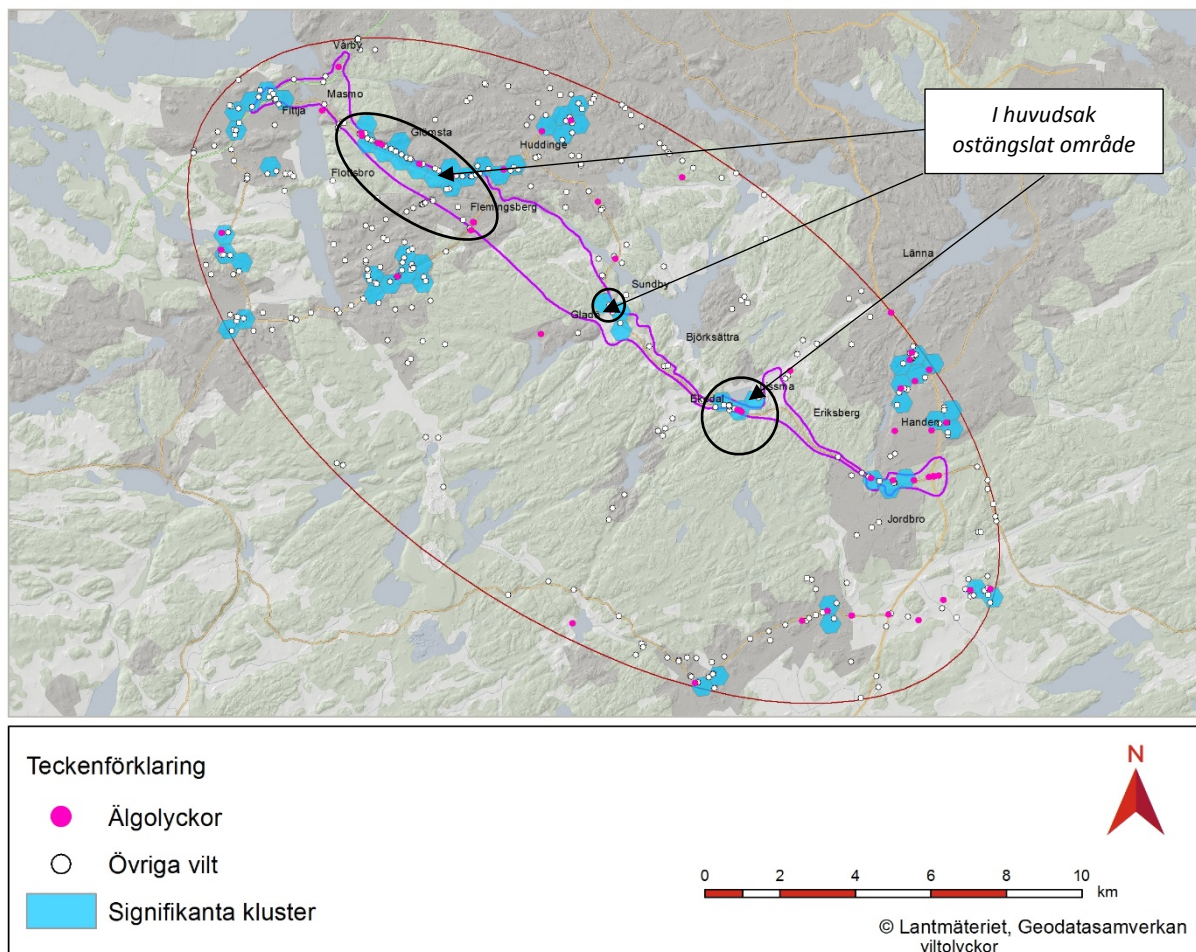
- Kring område 4 indikerar analysen att befintlig väg ändrat hydrologin lokalt och skapat en barriär mellan tidigare sammanhängande småvattenmiljöer. Rekommendationen här, som också är i linje med hänsyn till andra aspekter, var att i samband med tvärförbindelsen gräva bort denna bank och ersätta med landskapsbro. En sådan åtgärd bedöms leda till att spridningsvägar mellan småvatten tvärs väg återställs.
- Vid Eriksberg innefattar planförslaget en skyddsbarriär mot groddjur längs vägen. Tvärförbindelsen passerar cirka 80 meter söder om ett småvatten med bekräftad förekomst av groddjur här. Syftet med denna åtgärd att hindra groddjur att ta sig upp på vägbanan och riskera att bli påkörda.

3.1.3 Viltstråk och trafikdöd

Som underlag till den miljöbedömning som togs fram inför val av Norra korridoren sammanställdes och analyserades statistik på viltolyckor, längs befintlig väg 259 och angränsade vägnät se figur 3.5. Samråd hölls även med lokala jägareförbund och med Huddinge kommuns ekologer och viltvårdare (2016-12-12), där värdefull kunskap om åtgärdsbehov och platser där djur forcerar befintliga viltstängsel inhämtades.

Viltolyckor på befintlig väg 259 samt närliggande vägnät är i dag vanligt förekommande. Rådjur dominerar statistiken, och de flesta olyckor sker i Glömsadalens urbana miljö. Olyckor med älg står för cirka 10%, och sker huvudsakligen i delsträcka 3 mellan Gladö och Jordbro, där stora älgvarningsskyltar sitter monterade längs väg 259 vid Lissma. Älgolyckor har även inträffat på befintlig väg 259 i delsträcka 1 och 2, framförallt mellan Gömmarens naturreservat och skogsområdena söder om väg 259 mot Flottsbroområdet.

Årligen rapporteras cirka 10-15 viltolyckor med älg, 5-10 med vildsvin och cirka 70-80 med rådjur längs väg 259. Därtill rapporteras ett stort antal "övriga djur" in, och mörkertalet för påkörda djur som inte rapporteras är sannolikt stort.



Figur 3.5 Fördelningen av viltolyckor mellan 2010 -2015, inrapporterade till Nationella viltolycksrådet, samt statistiskt signifikanta kluster av olyckor inom utredningsområdet för tvärförbindelsen. I Glömstadalen i delsträcka 1 är befintlig väg 259 mestadels ostängslad. I delsträcka 3 är befintlig väg 259 mestadels stängslad, men ostängslade partier finns vid Flemingsbergsskogen samt vid Lissma.

En trafikdödad uttrar rapporterades in 2011-10-20 i närheten av korsningen 259 och Gladövägen, till Riksmuseets miljöövervakning (10). Trafikdödade uttrar har även rapporterats in 2008 vid Vårby allé och 2001 kring Huddingevägen i centrala Flemingsberg. Gemensamt för utterolyckorna är att de inträffade i närheten av vattendrag, som uttrarna förmodligen rör sig utmed. Observationer av levande uttrar har rapporterats in i Drevviken, som bedöms stå i förbindelse med utredningsområdet via Lissmaån som binder ihop Drevviken och Lissmasjön.

För framförallt större vilt som älg och vildsvin finns det trafiksäkerhetsmässiga skäl att förebygga och förhindra att olyckor inträffar. Därtill finns det etiska/moraliska skäl att minimera trafikdöd bland djur, och för vissa arter, som uttrar, finns det även bevarandeskäl. Utöver den direkta risken att förolyckas på en väg, innebär större vägar med höga trafikvolymen en barriär i någon form för de allra flesta arter, ibland även för flygande. I Trafikverkets riktlinje för landskap (TDOK 2015:0323), anges i "Mål för naturmiljö" att säkra passagemöjligheter för djur ska finnas. Dokumentet listar därtill ett antal ska-krav, som har varit vägledande för nivån på utredningar och för formulering av rekommendationer.

3.1.3.1 Viltolyckor

För att bemöta kraven gällande kunskap kring konfliktpunkter mellan infrastruktur och djur har, utöver att samråd hållits med jägare och viltvårdare, data på viltolyckor analyserats statistiskt med avseende på statistisk signifikans och på samband mellan en olycksplats och omgivande landskapsattribut. Resultaten visar att viltolyckorna inte är slumpvis fördelade, utan koncentrerade till vissa vägvägsnitt (Figur 3.5). Det finns också starka samband mellan antal olyckor och flacka landskapspartier, avstånd till skog och typ av markanvändning (Bilaga 2). Dessa resultat är i linje med flertalet tidigare studier kring viltolyckor (11).

Riktlinjerna anger vidare att tvärförbindelsen bör utformas med en kombination av viltstängsel och planskilda faunapassager, då tvärförbindelsen har en dimensionering, hastighet och trafikolymer som kommer utgöra en ny kraftig barriär (12). Olyckornas inrapporterade läge är en stark indikation på *var* någonstans djur väljer att korsa vägen, och var faunapassager skulle kunna lokaliseras. Men viltolyckorna är inte en 100 % tillförlitlig källa. Dels kan själva olycksplatsen ligga flera hundra meter ifrån platsen där djuret först gick på vägområdet, om djuret i fråga börjar springa längs vägen och inte blir påkörd direkt. Sen kan själva platsen rapporteras felaktigt eller med stor osäkerhet, speciellt om den rapporteras i efterhand. Slutligen säger inte själva olyckorna något om andra ställen där djur korsar en väg, men inte blir påkörda. Tvärförbindelsens barriäreffekt kommer få djur att ändra sina rörelsemönster, och eventuellt försöka korsa tvärförbindelsen på sträckor där det idag inte inträffar några olyckor på väg 259.

3.1.3.2 Älgmodellen

För att minska osäkerheten kring var idag okända, och var eventuella framtida konfliktområden skulle kunna uppträda, analyserades tänkbara viltstråk med hjälp av en rörelsemodell för älg – ”älgmodellen”. Syftet med analysen var att:

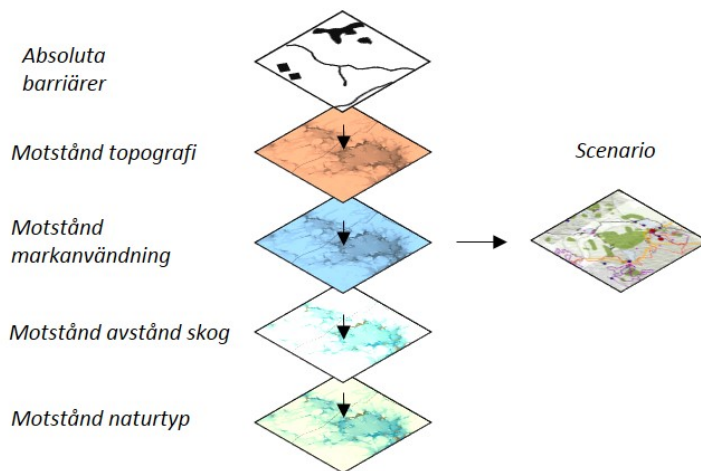
1. Identifiera viltstråk i nuläget, som inte nödvändigtvis går att säkerställa utifrån viltolycksstatistik och samrådsinformation.
2. Modellera förlust av konnektivitet till följd av tvärförbindelsen mellan målpunkter i landskapet.
3. Modellera och jämföra effekten på konnektivitet mellan målpunkter för olika kombinationer av faunapassager.

Analysen genomfördes endast för sträckan öster om Flemingsberg, från Gladö till Jordbro (delsträcka 3). Väster om Flemingsberg mot E4/E20 ger landskapet på förhand var framtida konfliktområden mellan vilt och trafik kan uppkomma, och därför bedömdes det inte värdefullt att utvidga analysen till detta område.

Älg är rekommenderad art att fokusera på för arbete med faunapassager i Sverige, och även i många andra länder. Detta beror på att faunapassager som utformas utifrån älgens krav, med avseende på lokalisering, dimensionering och gestaltning, har fullgod funktion för andra svenska arter av däggdjur (11).

Älgmodellen är av typen ”motståndsanalys” (se Bilaga 1), och bygger på antagandet att olika områden i landskapet ger olika mycket ”rörelsemotstånd” för en individ, i detta fall en älg. I denna analys innebär ”rörelser” ett lokalt rörelsemönster (normalspridning), där vi är intresserade av hur älg kan tänkas röra sig mellan målpunkter med ett avstånd på upp till cirka 6 kilometer, och behöva korsa vägen.

Motståndet i analysen definieras i kartform, av att data på naturtyper och markanvändning (8) klassificeras utifrån antaganden om hur pass benägen älgan är att röra sig igenom dem. Denna



Figur 3.6. Konceptuell förklaring till hur motstånd mot rörelse definieras i älgmodellen.

grundläggande bedömning, som består av en karta över utredningsområdet som visar högt – lågt rörelsemotstånd för älg, kombinerades sedan med de samband som framträdde från analysen av viltolyckorna, avstånd till skog, flacka områden och typ av markanvändning. Detta genomförs i ett geografiskt informationssystem (GIS) genom "lager på lager" analyser, där varje ytterligare information som påverkar motståndet formuleras som en karta, varefter de kombineras med den ursprungliga motståndskartan (Figur 3.6.).

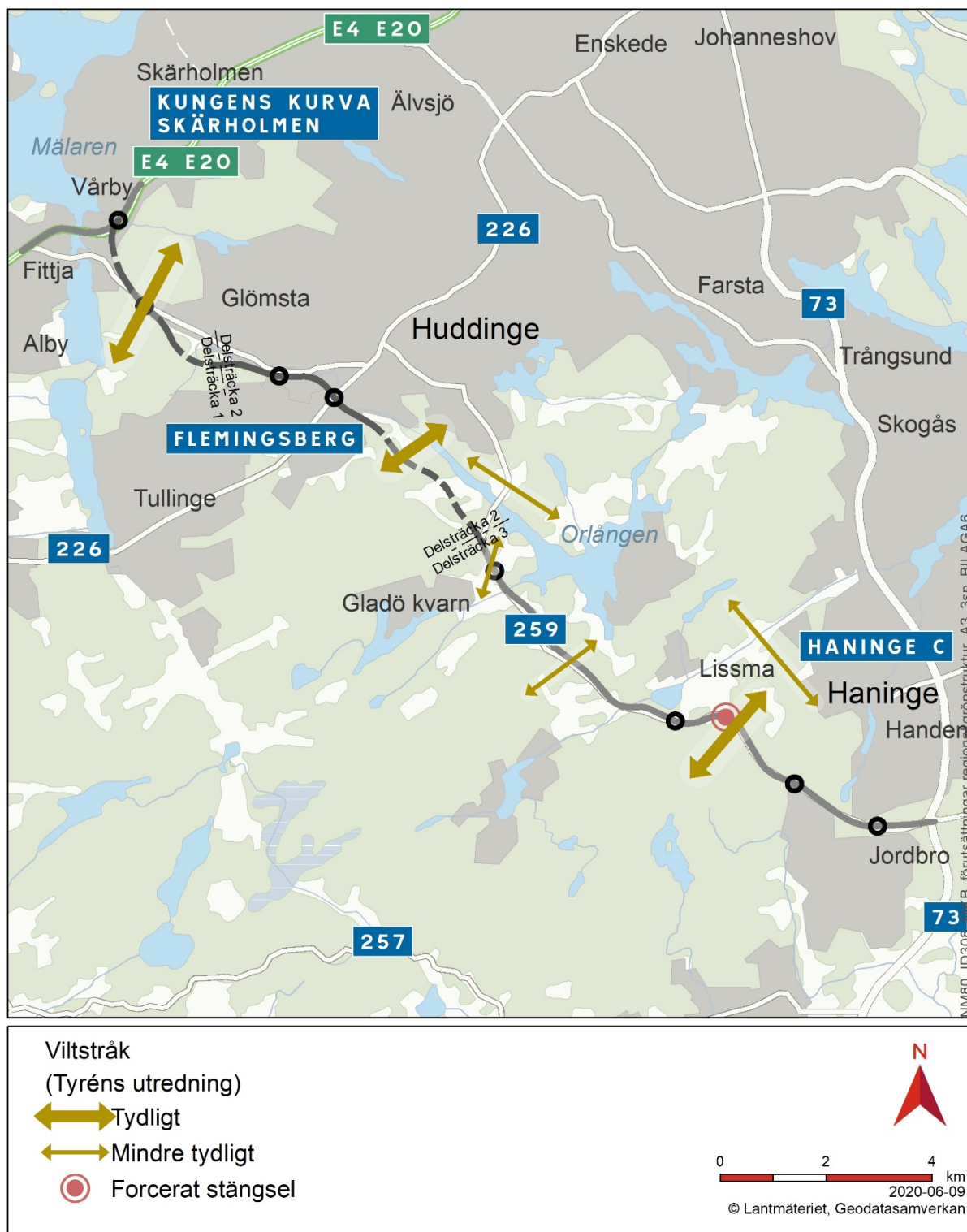
När en motståndskarta slutligen är skapad, placerades absoluta barriärer i landskapet. En absolut barriär är ett objekt som är ogenomträngligt för den rörelse vi vill modellera, t.ex. en bergsskäring, ett större vatten, ett hus eller industrifastighet, eller befintliga viltstängsel som antas ha i princip 95 % effekt eller bättre. Utformningen av barriärer gjordes för nuläget, för ett scenario med tvärförbindelsen utan riktade faunapassager, samt 3 scenarion med ett rekommenderat antal faunapassager.

När all information om barriärer och motstånd är samlad i en karta, beräknas konnektiviteten mellan målpunkter som en funktion av detta motstånd via Ohms lag, där "strömmen" representerar sannolikheten för rörelse (13,14). Beräkningen görs för varje pixel på kartan, vilket synliggör strukturer i kartan där "strömstyrkan" är hög, vilket påvisar områden där djur sannolikt rör sig, vilket vi tolkar som viltstråk. Rörelsemodellen för älg påbörjades redan i lokaliseringsskedet, och har därefter utvecklats och förfinats allteftersom kunskapen kring viltolyckor, barriärer och åtgärder såsom faunapassager har utvecklats. Som underlag till planförslaget har flera olika scenarier med faunapassager analyserats, för att visa på hur tvärförbindelsens barriäreffekt kan variera med och utan åtgärder.

3.1.3.3 Vilt – resultat och rekommendation

Resultaten från samråd, analys av viltolycksdata och älgmodellen visar att konfliktpunkter mellan vilt och trafik i dagsläget finns enligt figur 3.5. Konfliktpunkter mellan vilt och väg 259, och mellan vilt och en framtida tvärförbindelse illustreras även i Bilaga 3-9, vilka visar resultat av älgmodellen för alla analyserade scenarier.

Mellan Masmo och Gamla Stockholmsvägen ligger befintlig väg 259 planförslaget i konflikt med den enda troliga vägen för vilt att röra sig mellan stora sammanhängande skogsområden i norr och söder. Viltolycksstatistiken bekräftar i viss mån detta, och en viltbro i detta läge redovisades på plankarta till MKB för arbetsplanen till Masmolänken 2011 (15). Risken med vilt som kommer vilja röra sig över detta stråk bedöms kvarstå, då större sammanhängande skog norr (Gömmarens naturreservat) och söder om planförslaget är kapabla att försörja stora stammar med klövvilt. Av samma anledning bedöms naturvårdsnyttan av åtgärder i detta område som mycket stor.



Figur 3.7. Identifierade rörelsestråk för vilt, samt konfliktpunkter mellan vilt och dagens trafiksituation.

I Glömstadalen förekommer i dag ett stort antal rådjursolyckor längs väg 259. Sannolikt rör sig rådjuren både längs med Glömstadalgången, och mellan skogarna söderut mot Flottsbro och den urbana villabebyggelse som ligger norr om 259. Planförslaget innebär att tvärförbindelsen i detta område bitvis är förlagd i tunnel, för att lämna rum åt framtida bebyggelse. Tunnelläget innebär att planförslagets barriäreffekt i stort uteblir, även om djur kommer att behöva anpassa sina rörelser utifrån de delar av planförslaget som går i ytläge. Om marken ovan tunnel vid ett senare skede bebyggs kan det ha en påverkan på djurs rörelser och spridning, men en sådan utveckling innefattas inte av planförslaget och ligger inte till grund för bedömning av planförslagets barriäreffekt.

Mellan Gladö och Jordbro korsar befintlig väg 259 och också planförslaget flera dalgångar och skär av flera skogsområden. Skogskanter och dalgångar är naturliga ledstrukturer för vilt, och flera tänkbara konfliktpunkter är möjliga. Dagens väg 259 har en viss barriäreffekt, men även stora genomsläppliga partier. Vägen ligger vid många ställen på låg bank, är bitvis ostängslad och har trafikvolymen som visserligen innebär hög trafikdödlighet men låg barriäreffekt. Planförslaget kommer i de partier där passager inte anläggs att innebära en betydligt kraftigare barriäreffekt, och vilt kommer förändra sitt rörelsemönster och söka nya ställen för att korsa vägen. Vid Lissma (Figur 3.7) forcerar vilt stängslet enligt uppgift från Huddinge kommun. Älgmodellen identifierar tydliga ledstrukturer som sannolikt leder vilt mot vägen här (Bilaga 3 - 9), men detta är ändå märkligt då närliggande områden är ostängslade, och det tyder på att viltet har en särskild drivkraft att korsa vägen här.

Älgmodellen har använts för att analysera och jämföra nulägets barriäreffekt från befintlig väg 259, med fem scenarier med tvärförbindelsen och olika kombinationer av passager med fullgod funktion för älg. Ett där tvärförbindelsen byggs utan särskilda åtgärder för vilt men med ett par passager som ändå kan användas, och fyra scenarier med kombinationer av riktade åtgärder samt anpassningar av passager som byggs av primärt andra skäl än för vilt. De riktade åtgärder som analyseras i olika kombinationer är en ekodukt strax öster om Lissma, en anpassning av en vägbro över Smedstorpsvägen (undergång/port) samt en landskapsbro över ett våtmarksområde väster om Jordbro industriområde (undergång/port).

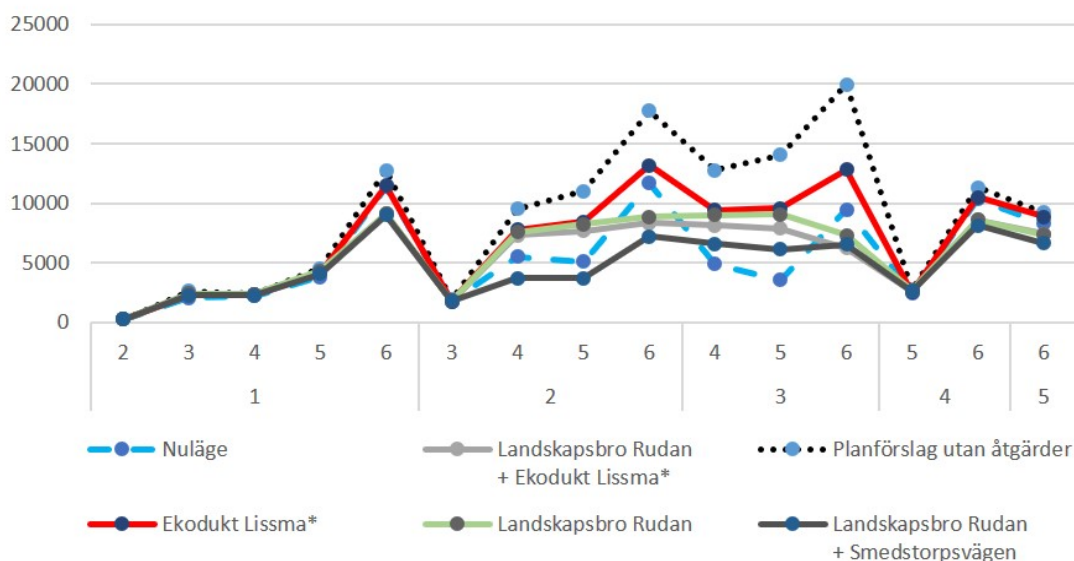
Resultaten (Figur 3.8) visar att en tvärförbindelse utan åtgärder skulle innebära en påtaglig barriäreffekt, trots att en landskapsbro vid Ekedal byggs, men att kombinationen med en landskapsbro över Smedstorpsvägen och över våtmarksområdet väster om Jordbro industriområde väntas minska barriäreffekten gentemot idag.

Vidare ser vi i resultaten att faunapassagen vid Jordbro har enskilt störst effekt för att avhjälpa tvärförbindelsens barriäreffekt på landskapsnivå. Detta resultat förefaller rimligt sett till landskapet, och norr om denna faunapassage är naturen skyddad som kommunalt naturreservat (Rudans naturreservat). Dock skall det påpekas att det närliggande industriområdet inte är gynnsamt för passagens användande, men behöver heller inte ha en betydande negativ påverkan. Det finns inga tecken på att vilt försöker korsa vägen här (som skador på stängslet eller viltolyckor) som det finns vid ekoduktläget öster om Lissma. Allt sammantaget går därför inte att hävda att en passage vid Jordbro är ett bättre läge än en passage vid öster om Lissma, eller att passagen vid Jordbro minskar viltets drift att korsa vägen kring Lissma.

Storleksordningen på hur mycket barriäreffekten ökar och minskar i olika scenarios ska tolkas med viss reservation. Modellen är en förenkling av verkligheten, och resultaten bör ses som vägledande. Kända svagheter i älgmodellen är att Lissmavägen sannolikt har en underskattad barriäreffekt vid prognosåret 2045, samt att analysområdets avgränsning kan påverka resultaten, trots försök att minimera detta. Rent konkret innebär detta att rörelser norr om tvärförbindelse generellt kan vara överskattade, vilket resulterar i att barriäreffekten på landskapsnivå blir underskattad i samtliga resultat utom för nuläget.

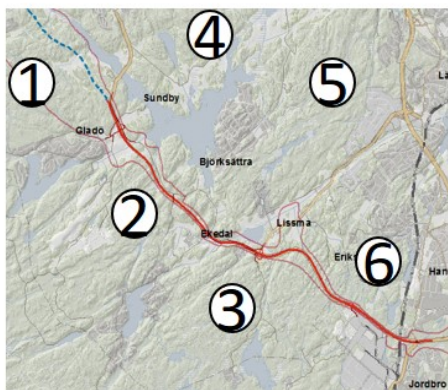
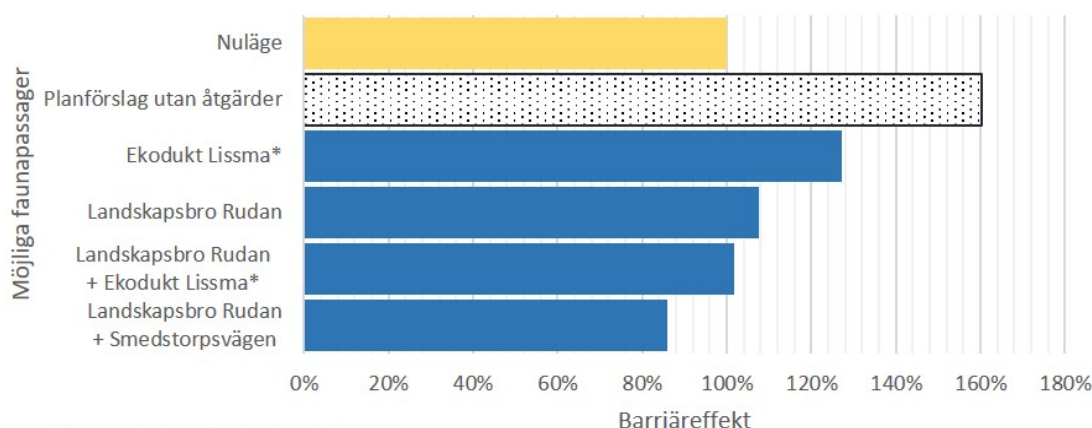
a

Barriäreffekt mellan målpunkter



b

Barriäreffekt på landskapsnivå, delsträcka Gladö kvarn - Jordbro



Figur 3.8. Resultat från analys av barriäreffekt mellan målpunkter norr och söder om en framtida tvärförbindelse (a), samt den totala barriäreffekten mätt över hela delsträcka 3 (b). Figur c visar målpunkter mellan vilka barriäreffekt har beräknats. Beräkningen görs mellan varje par av målpunkter. X-axeln på figur a ska därför läsas som "barriäreffekt mellan punkt 1 – och respektive punkt [2;3;4;5;6] var för sig, punkt 2 – och respektive punkt [3;4;5;6;], punkt 3 – och [...] osv.

Vi ser att barriäreffekten ökar påtagligt i ett scenario utan åtgärder för målpunkterna 4, 5 och 6 norr om tvärförbindelsen, och på landskapsnivå (figur b), samt att kombinationen "jordbro smedstorp" ger bättre genomsläpplighet än nuläget. Att barriäreffekten minskar mot nuläget beror sannolikt på att passagen Jordbro läggs i ett snitt som är stängslat i nuläget, samt att passagen vid Smedstorpsvägen skapar korta geografiskt korta förbindelser som överlag går genom skogsklädda marker. Ett antagande i modellen är att älg föredrar att röra sig i skog framför öppet landskap, vilket faller ut i resultaten som ett ökat flöde av djur.

*= Möjlig åtgärd som valdes bort.

Det faktum att barriäreffekten beräknas minska i scenariot med passager vid Smedstorpsvägen och vid Jordbro industriområde relativt ett nuläge kan tyckas kontroversiellt, sett till att en till mycket större väg byggs bredvid dagens befintliga barriär (väg 259). Men som syns tydligt i älgmodellens visuella resultat (Bilaga 3 - 9) så är de allra tydligaste viltstråken blockerade även idag, och genomsläppliga partier i nuläget ligger i landskapsavsnitt som inte beräknas leda många djur i någon tydlig riktning. Resultatet är inte orealistiskt, utan visar snarare på betydelsen av att faunapassager för klövdjur lokaliseras till lämpliga ställen. Även i scenariot utan åtgärder finns två passager inlagda, som byggs av konstruktionstekniska skäl men som bedöms vara funktionella för klövdjur (se kapitel 6, anpassningar och skyddsåtgärder och Bilaga 4). Dessa ligger dock i vägavsnitt som inte sammanfaller i särskilt stor utsträckning med de viltstråk som identifierats utifrån analys av viltolyckor och samråd med jägare. Resultaten öppnar därför upp för möjligheten att bygga tvärförbindelsen utan att öka barriäreffekten, genom att möjliggöra passager vid bättre områden än i dag. Detta trots att tvärförbindelsen kommer vara både större, bättre stängslad och ha högre trafikvolym än befintlig väg 259.

4 Anpassningar och skyddsåtgärder i vägplan

4.1 Gröna infrastruktur – barrskogsbiotoper

Tidigare i planeringen av tvärförbindelsen togs beslut om att förlägga tvärförbindelsen i tunnälläge under Gömmarens naturreservat, i skogsmarken söder om Glömstadalen samt under Flemingsbergsskogens naturreservat. Dessa tunnlar är miljöanpassningar som minimerar negativ påverkan på den gröna infrastrukturen, både vad gäller mängd och fördelning av biotoper och vad gäller spridning inom den gröna infrastrukturen. Planförslaget innefattar även flera planskilda passagemöjligheter för stora såväl som små djur (se kapitel 4.3). Dessa bedöms upprätthålla och till viss del förbättra djur spridningsmöjligheter i landskapet, vilket har bäring på ekologiska processer kopplade till flera olika biotoper inom den gröna infrastrukturen.

1. I Bornsjökilen är det framförallt intrång i Gömmarens naturreservat och sambandet mellan Gömmarens naturreservat och skogarna söderut mot Flottsbroområdet som påverkas av planförslaget. Detta samband bedöms ha betydelse både för spridning inom Bornsjökilen, och indirekt mellan Bornsjö- och Hanvedenkilen. I detta läge innefattar planförslaget därför en ekodukt som skyddsåtgärd för negativ påverkan på spridningssamband. Planförslaget skulle också förstärka den barriär som dagens E4/E20 utgör över Gömmarravinen, om inga särskilda skyddsåtgärder vidtogs. Här innefattar planförslaget därför två möjliga alternativ. Antingen byts befintlig trumma för Gömmarbäcken ut mot en större med faunaanpassning, eller så grävs befintlig vägbank över Gömmarravinen bort och E4/E20 läggs på broar istället. I båda fall bedöms barriäreffekter över Gömmarravinen minska gentemot idag, framförallt med den lösning som innebär broar.
2. Planförslaget påverkar Hanvedenkilen på så sätt att befintlig fragmentering på grund av befintlig väg 259 förstärks om inte skyddsåtgärder vidtas. Befintlig väg 259 är en barriär idag, men är bitvis ostängslad och ligger generellt på låg bankhöjd. Planförslaget innebär ett betydligt bredare vägområde, fullständig stängsling, högre hastigheter och högre trafikvolym. De skyddsåtgärder som föreslås för vilt och mellanstora fauna (passager och stängsling) bedöms dock avhjälpa planförslagets barriäreffekt, då antalet möjliga ställen att korsa vägen ökar med planförslaget jämfört med idag. Dessutom antas trafikdödligheten minska, vilket är betydelsefullt för spridning inom Hanvedenkilen.
3. Planförslaget innefattar en ny anslutning till gamla Nynäsvägen vid trafikplats Slätmosen i ett område som är utpekad som ett regional svagt samband mellan Hanvedenkilen och Tyrestakilen. Där tvärförbindelsen möter gamla Nynäsvägen planeras en planskild trafikplats.

Efter fältbesök observerades att området besöks regelbundet av älg, och även spår av bäver observerades. Under fältbesökt konstaterades även att Nynäsbanan är stängslad i två etapper med icke-forcerbart stängsel, vilket innebär att det svaga sambandet har förlorat sin funktion som spridningskorridor i öst-västlig riktning. Sambandet bedöms därför idag vara brutet för större markbundna djur. Den planerade trafikplatsen innebär dock att möjligheterna till att återställa detta sambandet i framtiden försvåras betydligt. Utöver Nynäsbanan finns flera parallella barriärer, framförallt väg 73, som trots viltstängsel har höga viltolyckstal i området kring det svaga sambandet. Detta område är redan i dagsläget en mycket dåligt fungerande del av den gröna infrastrukturen.

4.2 Groddjur

Vid Eriksberg öster om Lissma (Figur 3.4) rekommenderades skyddsbarriärer på norra sidan tvärförbindelsen, primärt för att hindra större vattensalamander att ta sig upp på vägen och förolyckas. Större vattensalamander observerades i ett viltvatten inom 100 meter från tvärförbindelsens framtida läge. Denna åtgärd bedöms även minska risken för trafikdöd av övriga groddjur. Passagen vid Jordbro industriområde bedöms även gynna groddjur då den syftar till att återställa hydrologin mellan våtmarker, vilka bedöms som lämpliga groddjursmiljöer, norr och söder om befintlig väg 259. Båda dessa rekommendationer är integrerade i planförslaget.

4.3 Passager för vilt och fauna

För de delar av tvärförbindelsen som går i ytläge så har förslag till passager för fauna arbetats fram (Figur 4.1). Fokus har legat på passager för vilt och för anpassningar kring vattendrag som generellt utgör vandringsleder för många djur. Därtill har behov av särskilda passagelösningar över väg bedömts för samtliga arter som har identifierats inom planläggningen av tvärförbindelsen.

4.3.1 Klövdjur

Enligt riktlinjerna för landskap är målsättningen för tvärförbindelsen att ha passage för klövdjur var 4:e kilometer. Detta baseras på älgens behov och förmåga att röra sig i landskapet, samt det faktum att endast stängsling inte förhindrar älg från att ta sig över vägar. Viltstängsel bedöms utgöra en 80 % barriär, och är därför inte en garanti med avseende på trafiksäkerhet (12,16). Tvärförbindelsen innebär i sin helhet cirka 21 kilometer delvis ny väg och delvis ombyggnation av befintlig väg 259, vilket enligt riktlinjerna innebär åtminstone tre passager för tvärförbindelsen.

Tunnlarna i sig är den anpassning som har störst betydelse för att minimera tvärförbindelsens barriäreffekt. Ett 4-kilometers intervall mellan passager bedömdes i tidigt skede inte ge tillräcklig vägledning för var passager skulle kunna placeras ut, och därtill sämre genomsläpplighet i delsträcka 3 än i dagsläget. Antal och lokalisering av passager har i stället analyserats med hjälp av älgmodellen (kap. 4.1.3.2). Flera olika passager för klövvilt har analyserats. Figur 4.1. visar vilka passager som ingår i planförslaget och hur de förhåller sig till riktlinjen om 4 kilometer.



Figur 4.1. Passageplan för fauna. Passageplanen visar vilka av de rekommendationer som ingår i planförslaget. Figuren visar både riktade åtgärder samt övriga passager som bedöms ha fullgod faunafunktion. Vid Gömmarbäcken i delsträcka 1 är två alternativa utformningar aktuella, 1 passage som fungerar för mellanstora och mindre djur, och 1 brolösning som även fungerar för större djur och människor. Effektområdet i denna karta gäller för alternativet som innebär broar.

- Väster om trafikplats Flottsbro rekommenderades en ekodukt som sedan införlivades i planförslaget, för att binda samman stora skogsområden i nord-sydlig riktning. En planskild korsning för fauna har även föreslagits i tidigare utredningar kring Masmolänken och Botkyrkaleden (2011). En passage här förväntas ge stor naturvårdsnytta och öka trafiksäkerheten. Detta beror främst på att:
 - Skogarna är stora och sammanhängande, med goda förutsättningar för permanenta klövviltsstammar.
 - Skogarna på norra sidan befintlig väg 259 är skyddade och även skogarna på södra sidan befintlig 259 antas förbli stora och sammanhängande under överskådlig tid.
 - Skogarna omgärdas av barriärer i form av vatten och bebyggelse, och ger därför viltet få alternativ än att korsa befintlig väg 259 i det vägnitt där passagen föreslås. Detta innebär att klövvilt kan försöka forcera framtida viltstängsel och ta sig in på tvärförbindelsens vägområde.
- I delsträcka 3 behöver Smedstorpsvägen anslutas till Ebbadalsvägen under tvärförbindelsen av trafikala skäl. Då tvärförbindelsens profil är mycket hög i detta snitt finns goda möjligheter att skapa en kombinerad vägbro/faunapassage. Här rekommenderas att den nya lokalvägen endast har grusbeläggning, samt att vägbro dimensioneras så att en tillräcklig öppenhet för älg uppnås. Mellan Flemingsbergsskogens tunnelmynning och denna passagemöjlighet är det cirka 3 kilometer.
- I närheten av Ekedal går befintlig väg 259, och även planförslaget på landskapsbro. Denna passage är inte en riktad åtgärd för klövdjur, men bedöms ha 100 % funktion. Mellan passagen vid Smedstorpsvägen och denna passage är det cirka 600 meter.
- Väster om Jordbro industriområde rekommenderades att tvärförbindelsen anläggs på bro istället för bank över ett myr- och våtmarksområde, detta för att binda samman barrskog i nordsydlig riktning. Norr om planförslaget i detta område är skogen skyddad som kommunalt naturreservat (Rudans naturreservat). Utöver minskad barriäreffekt för klövdjur väntas passagen återställa ekologiska samband för småvatten och groddjur, samt ersätta en passage för rekreation och friluftsliv. Mellan denna bro och bron vid Ekdal är det cirka 4 kilometer.
- Precis väster om Nynäsbanan innebär planförslaget att bro anläggs över Rudanvägen. Denna passage är inte en riktad åtgärd för klövdjur, men den är stor nog för att klövdjur ska kunna passera genom den. Dock leder denna passage söderut till ett industriområde som blockerar fortsatt spridning söderut, varför den inte bedöms ge några fördelar eller avhjälpa tvärförbindelsens barriäreffekt. Mellan denna bro och bron vid våtmarksområdet är det cirka 1,8 kilometer.

4.3.2 Mellanstora fauna

Barriäreffekter och trafikdöd är också ett problem för andra fauna än klövvilt. Riktlinjerna för landskap (1) innebär även att en målsättning för vägplanen bör vara att skapa säkra passagemöjligheter för mellanstora och mindre djur, om resultat från Landskapsanalys eller andra utredningar identifierar ett sådant behov. Landskapet kring planförslaget består av en mosaik av skogsområden, sjöar och småvatten samt öppen ängs- och jordbruksmark. I dessa landskap finns ofta rikligt med räv, grävling och hare. Viltolycksstatistiken har en stor andel "övriga" djur, av vilka många kan antas vara just hare, räv och grävling. Utter har även blivit trafikdödad på väg 259 kring Gladö, och kan tänkas behöva röra sig kring olika vattendrag i delsträcka 3.

I delsträcka 1 görs antingen faunaanpassning längs ny trumma för Gömmarbäcken (alternativ 1) eller så avlägsnas befintlig vägbank under E4/E20 och broar byggs över Gömmarbäcken (alternativ 2), se miljökonsekvensbeskrivningen för en mer utförlig beskrivning av alternativ 1 och 2.

I delsträcka 2 görs inga riktade åtgärder, då landskapet i huvudsak består av urban och hårdgjord miljö. Många mellanstora djur kan dock även använda vanliga ej anpassade vägbroar över gång- och cykelvägar samt över mindre lokalvägar.

I delsträcka 3 görs faunaanpassning kring samtliga korsande vattendrag (totalt fyra stycken). Detta innebär att torrtrummor anläggs på vardera sida vattendraget på ett ekologiskt lämpligt sätt, eller att konstruktion som möjliggör torr passage längs vattendraget används. Anläggning av passager längs vattendrag är en betydelsefull åtgärd för att minska dödligheten och öka genomsläppligheten för många mellanstora och mindre djur.

Utöver de särskilda anpassningar för mellanstora djur som görs kan dessa djur även använda de större passager som viltet använder. Genomsläppligheten över vägen blir därför god, och möjliga passager ligger tätt. I delsträcka 3 är det generellt mindre än 1 kilometer mellan passagemöjligheter, och inte i något fall längre än 1,8 kilometer.

5 Samlad bedömning

De utredningar som genomförts inom planläggningen av väg 259 Tvärförbindelse Södertörn visar på att det finns ett behov av att ta fram skyddsåtgärder med avseende på grön infrastruktur generellt och djurs spridning och rörelser specifikt. Hänsyn i lokaliseringen av väglinjen har minimerat ytterligare fragmentering av naturmark, och tunnlar under sammanhängande skogsområden sparar både naturmiljöer med höga naturvärden och minskar påverkan på djurs rörelser i landskapet. Tunnlarna är de miljöanpassningar som har störst betydelse för att upprätthålla en funktionell grön infrastruktur och djurs spridning och rörelser i landskapet.

För de partier av tvärförbindelsen som går i ytläge har barriäreffekter studerats med vägledning av Trafikverkets riktlinjer för landskap, och med målsättningen att barriäreffekterna inte ska öka gentemot idag samt att förbättringar ska genomföras om så möjligt. Jämfört med idag innebär planförslaget att antalet möjliga ställen att korsa vägen på ett säkert sätt ökar för vilt och mellanstora fauna. Trafikdödligheten av djur bedöms minska, främst på grund av att passager i kombination med bättre stängsling kommer leda djur till säkra planskilda korsningar, men även på grund av att trafikvolymerna kommer öka så pass mycket att det kommer ha en avskräckande effekt för de flesta arter.

Konflikter mellan trafik och groddjur har analyserats. Här tyder resultaten på att inga betydande konflikter kommer uppstå inom vägplanen. De åtgärder som genomförs i vattendrag bedöms inte påverka groddjurens förmåga att sprida sig längs diken, utöver den tillfälliga påverkan som arbeten innebär. Den landskapsbro som anläggs vid Rudan, nära Jordbro bedöms kunna förbättra groddjurs rörelser i landskapet, då den innebär att konnektiviteten mellan våtmarker på vardera sidan vägen ökar jämfört med nuläget.

Av de rekommendationer som förts fram så har följande skyddsåtgärder arbetats in i vägplanen (ej inräknat tunnlnarna, se även figur 4.1):

Delsträcka 1

- Minskad barriäreffekt över Gömmarravinen, antingen i form av en större trumma som ger passage för mellanstora djur eller en fullskalig brolösning som ger passage åt alla djur och människor.

- Ekodukt över det svaga sambandet i Bornsjökilen, mellan Gömmarens naturreservat och sammanhängande skog söderut.

Delsträcka 2

- Inga skyddsåtgärder med avseende på barriäreffekter har integrerats i vägplanen i denna delsträcka, då den i huvudsak går i urban miljö.

Delsträcka 3

- Planskilda korsningsmöjligheter för mindre och mellanstora djur vid fem platser, varav fyra längs vattendrag. Alla dessa skyddsåtgärder innebär nya planskilda korsningsmöjligheter för djur jämfört med idag.
- Broar som ger passagemöjlighet för stora djur vid Smedstorpsvägen (ny), Ekedal (befintlig) och vid Jordbro industriområde (ny). Därtill byggs även en bro mellan Jordbro industriområde och Nynäsbanan (befintlig) som är stor nog för stora djur, men som bedöms ge begränsad nytta.

Allt sammantaget bedöms planförslagets påverkan på djurs rörelser bli positiv med avseende på djurs spridning inom Bornsjökilen, i och med de åtgärder som görs kring Gömmarbäcken och ekodukten som anläggs nära Masmovägen. Trafikplats Flottsbro och väg i ytläge fram till tunneln söder om Glömstadalen innebär nya barriärer som djur måste anpassa sig efter, men de bedöms inte ha någon övergripande påverkan på djurs spridning i det större landskapet. I delsträcka 3 bedöms barriäreffekten och trafikdödligheten minska jämfört med idag, då bättre stängsling och fler planskilda korsningsmöjligheter skapas. Den samlade bedömningen är därför att de skyddsåtgärder mot barriäreffekter som är inarbetade i vägplanen är tillräckliga, och att negativa effekter på djurs spridning i stort uteblir.

6 Referenser

1. Trafikverket. Riktlinje Landskap. TDOK 2015:0323. 20160202.
2. Benítez-Lopéz A, Alkemade R, Verweij PA. The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: a meta-analysis. *Biol Conserv.* 2010;143:1307–16.
3. Coffin AW. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. *J Transp Geogr.* 2007;15:396–406.
4. Forman RTT. *Road ecology Science and Solutions.* Washington: Island Press; 2003.
5. Trafikverket. Samrådshandling. Tvärförbindelse Södertörn. Huddinge, Haninge och Botkyrka kommun, Stockholms län. Vägplan - Val av lokaliseringalternativ. Projektnummer 145326. Chaos id 0C140005. 2016.
6. Stockholms läns landsting. RUFS 2050. Regional utvecklingsplan för Stockholmsregionen. Utställningsförslag 27 juni - 3 november 2017. 2017. Report No.: 207:14.
7. Calluna AB. Tvärförbindelse Södertörn, grod och kräldjursinventering. Chaos id 0N140017. 2016.
8. Naturvårdsverket. Svenska Marktäcke Data (SMD). 2014.
9. Södertörnsekologerna. Södertörnsekologernas groddjursprojekt 2008. Bilaga 3: Huddinge kommun. 2009. Report No.: 2009:1.
10. Roos A. Naturhistoriska riksmuseets utterrapportering. Besökt 20180117. [Internet]. [citerad 18 januari 2018]. Tillgänglig vid: <http://artedi.nrm.se/utter/index.php>
11. Seiler A, Olsson M, Lindqvist M. Analys av infrastrukturens permeabilitet för klövdjur - en metodrapport. CBM:s skriftserie 88. Centrum för Biologisk Mångfald; 2015.
12. Helldin JO, Seiler A, Olsson M. Vägar och järnvägar - barriärer i landskapet. *CBM Skr.* 2010;42.
13. McRae BH, Dickson BG, Keitt TH, Shah VB. Using Circuit Theory to Model Connectivity in Ecology, Evolution and Conservation. *Ecology.* 2008;89(10):2712–24.
14. McRae B, Shah VB, Mohapatra TK. Circuitscape (C) 2008-09. Version 4.05. Licensed under LGPL. <http://www.circuitscape.org/>. 2008.
15. Trafikverket. Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) till arbetsplan för Masmolänken. Södertörnsleden Vårby - Masmo. Chaos id 1N140007. 2011. Report No.: 8451610.
16. Helldin JO, Seiler A, Olsson M, Widén P, Geibrink O. Älgar och viltstängsel - vad är problemen? 2006;
17. Saura S, Pascual-Hortal L. A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: Comparison with existing indices and application to a case study. *Landsc Urban Plan.* 2007;83(2–3):91–103.
18. What is Conefor? | Conefor [Internet]. [citerad 30 november 2017]. Tillgänglig vid: <http://conefor.org/>

7 Bilagor

7.1 Bilaga 1 – Vad är "ekologiska samband, och hur beräknas de?"

Vad är en spridningsanalys, och varför behöver man göra dem? Ekologiska samband, grönstruktur och spridningsvägar är vanliga begrepp inom samhällsplanering och miljöbedömning och används mer eller mindre synonymt. Vid analys av "ekologiska samband" för ett specifikt syfte blir det dock tydligt att dessa begrepp inte är helt synonyma, och att det krävs en mer detaljerad definition av vad spridning och samband egentligen avser.

Ordet "spridning" syftar, i samhällsplaneringen, på åtminstone två olika ekologiska processer varav båda är relevanta att utreda och påverkansbedöma i samband med framtagandet av en vägplan. Den ena är olika arters möjligheter att lämna sina uppväxtområden och kolonisera nya lämpliga livsmiljöer. Detta omfattar även utsikterna för genetiskt utbyte mellan populationer, och därmed gynnsam genetisk status, vilket dock endast är ett problem för arter nära utrotning.

Denna typ av spridning kan benämnas "sällanspridning", då den förväntas ske väldigt sällan och över geografiskt stora avstånd, med undantag för vissa artgrupper där denna typ av spridning förekommer regelbundet (t.ex. groddjur och många insekter). Följaktligen är de flesta arters sällanspridning väldigt svårt att hantera inom enskilda projekt som berör en avgränsad del av landskapet. Däremot är det möjligt att analysera denna typ av spridning med relativt enkla medel och få användbara resultat.

Den andra vanliga betydelsen av spridning avser arters normala rörelsemönster, genom områden i landskapet där djuren förväntas röra sig ofta (viltstråk). Detta svarar mot arters behov av mobilitet för att nå alla de resurser de behöver under en "cykel", t.ex. under ett år. Denna typ av spridning omfattar, utöver det dagliga behovet av att nå födosöksområden och viloplatser, även utsikterna att nå övervintrings- och reproduktionsområden om sådana behov finns. Denna typ av spridning, som kan kallas "normalspridning" är möjlig att hantera även inom mindre projekt, men desto svårare att analysera och ge detaljerade svar kring. Det är t.ex. inte rimligt att peka ut en exakt rutt i landskapet där denna spridning sker, men det är möjligt att identifiera strukturer och vissa avsnitt av ett landskap där spridning är mer eller mindre trolig.

"Stockholms gröna kilar" och "svaga samband" används ofta synonymt med spridningssamband. Trots att detta in är fel, är det inte heller helt rätt. De svaga sambanden i den regionala grönstrukturen visar framförallt på områden som kan ha viss betydelse för markbundna arters möjlighet att röra sig (sällanspridning) mellan kilar. De flesta arter har inte kapacitet att sprida sig mellan olika kilar, utan snarare inom begränsade delar av en grön kil. Dessa samband är även avgränsade utifrån rekreationsaspekter, och alla utpekade samband har inte en tydlig landskapsekologisk funktion.

Vid analys av spridningsvägar och ekologiska samband måste frågan "spridning för vem?" först besvaras. Därpå följer att besvara "vilken typ av spridning?", sällanspridning eller normalspridning. När den geografiskt relevanta skalan för spridning är bestämd återstår att kartera livsmiljöer och eventuella barriärer (mellan var, och genom vad, sker spridning), därefter kan spridningsvägar beräknas och analyseras på olika sätt.

Varför fungerande spridningsvägar är viktigt

En arts bevarandestatus, eller utdöenderisk beror i stort på storleken på populationerna. Hur stor en population av en art kan bli begränsas av tillgången på mat och boplatser. Grovt sett kan man säga att tillgången på mat och boplatser står i proportion till storleken på en avgränsad livsmiljö. Födottillgången varierar mellan olika år, och under "bra" år växer populationer, ibland över den gräns som den enskilda livsmiljön kan försörja med mat och boplatser. Överskottsindivider har då att välja på att utvandra och söka nya miljöer, eller stanna kvar och konkurrera. Några individer kommer då

välja att utvandra, och finns då inte "öppna spridningsvägar" finns risk att dessa individer dör när mattillgången minskar, eller att de misslyckas med att reproducera sig. Det "goda året" innan har då inte kommit arten till godo.

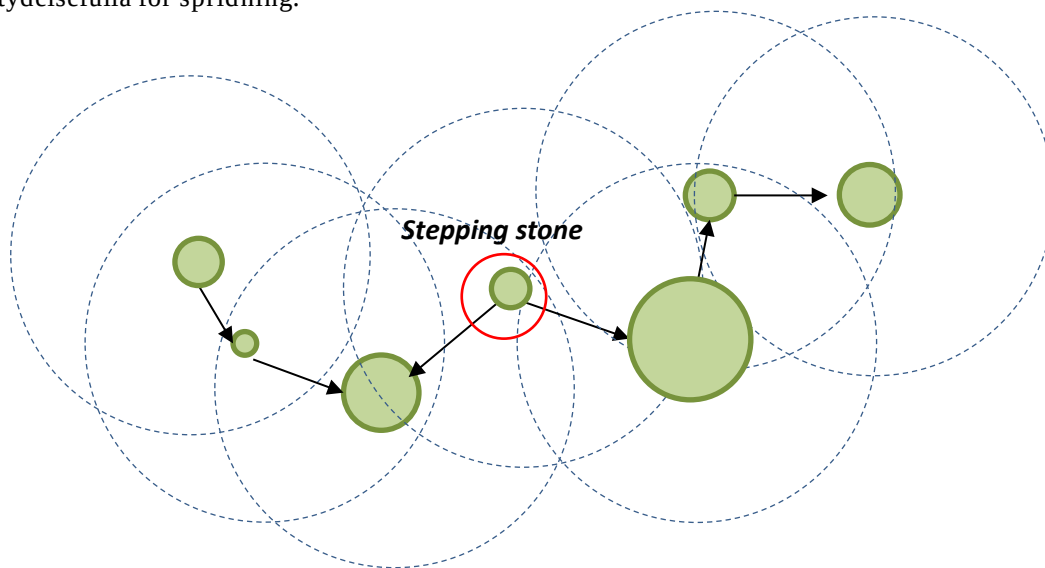
Under ett "hårt" år, eller flera hårda år i sträck, med låg mattillgång eller få lyckade reproduktioner, kan en population decimeras kraftigt. Om öppna spridningsvägar finns kan denna population "fyllas på", från större populationer. Annars riskerar den decimerade populationen att dö ut. Om den dör ut, så blir dock en lämplig livsmiljö "ledig", och om öppna spridningsvägar finns kan denna koloniseras på nytt. På så vis ökar inte bara artens totala utbredning och antal, utan även dess motståndskraft mot olika typer av negativ påverkan enligt ovanstående resonemang.

Avgörande för en arts utveckling kan därför grovt förenklat sägas bero på storleken på lämpliga livsmiljöer, och tillgängligheten dem emellan. Denna grova, generella förenkling indikerar också varför barriäreffekter och fragmentering pekas ut som hot mot biologisk mångfald. Fragmentering minskar effektivt storleken på livsmiljöer, och barriärer förhindrar spridning mellan dem.

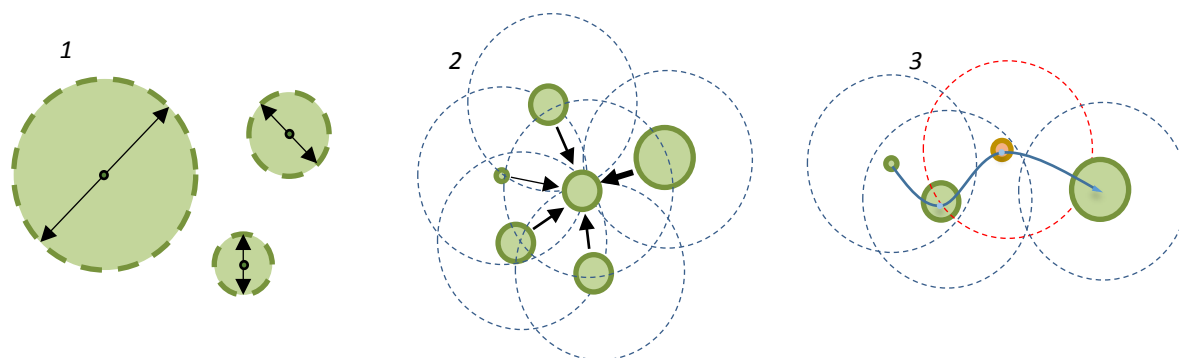
Kännetecken för viktiga spridningsvägar

Om en identifierad spridningsväg är viktig eller värdefull beror på den ursprungliga frågeställningen, men vid analys av spridningsvägar kommer vissa alltid framstå som viktigare än andra. Med utgångspunkt i ovan förenkling att arters utsikter att existera beror på storleken och tillgängligheten på livsmiljöer, kan kritiska områden för arters spridningsmöjligheter identifieras enligt nedanstående kriterier:

- Ett område som ligger nära (inom en antagen spridningskapacitet) många andra områden, kan ha en viktig funktion för spridning
- Områden som förefaller vara den enda vägen, eller en av få möjliga vägar mellan större kluster av områden har sannolikt betydelse för spridning
- Områden som kopplar samman (ligger inom räckhåll från) stora sammanhängande områden är betydelsefulla för spridning.



Figur 1. Konceptuell illustration över hur spridningssamband beräknas. Habitatområden avgränsas, vilka tillsammans bildar ett nätverk. Därifrån beräknas vilka områden som är nåbara, utifrån ett bestämt spridningsavstånd. I modellen kan områdets storlek variera, medan spridningsavståndet är konstant (radien i figuren). På detta sätt kan olika index beräknas, vilka kan synliggöra områden som är betydelsefulla för möjligheterna till rörelser i nätverket.



Figur 2. Illustration av de tre delmängderna som utgör det index som beräknades för olika områdens värde för spridningssamband. 1 Intra, den spridning som sker inom ett avgränsat område. 2 Flux, ges av det totala antalet områden inom det antagna spridningsavståndet. Storleken på de olika områdena inom spridningsavståndet påverkar Flux, större områden ger högre värde än små. 3 Connector, detta mått ger endast ett områdes värde utifrån hur många andra områden det länkar ihop. För att ett område ska få ett connectorvärde måste den utgöra en del av en beräknad spridningsväg.

Patch-matrixmodeller - beräkning av kritiska områden

För beräkning av kritiska områden för spridning har två olika landskapsekologiska beräkningsmodeller använts. Den ena kallas *Probability of Connectivity (PC)*, (17)). Den beskriver värdet av olika områden genom deras individuella bidrag till den totala tillgängligheten av livsmiljöer. Modellen beskriver landskapet som ett "nätverk" av livsmiljöer, och beräknar värdet av en enskild livsmiljö utifrån dess storlek och dess position i nätverket i förhållande till en antagen spridningskapacitet (avstånd en art kan sprida sig, Figur 1). Modellen levererar ett sammansatt index (PC), som i sin tur består av tre delmängder (Figur 2):

- **Intra** – ett mått på den spridning som sker *inom* en avgränsad livsmiljö.
- **Flux** – ett mått på samtliga spridningsförsök som *börjar eller slutar* i en avgränsad livsmiljö.
- **Connector** – ett mått på den avgränsade livsmiljöns betydelse för spridning mellan andra områden i nätverket. Är denna mängd liten är livsmiljön inte särskilt viktig som en "länk" till andra områden i nätverket, utan det finns andra länkar (områden) som fyller samma funktion. Är denna mängd stor har just detta område en stor betydelse för hur rörelser genom nätverket kan ske. Områden med högt connectorvärde kallas inom landskapsekologin för "stepping stones", för att sådana områden konceptuellt kan liknas vid en sten i ett vattendrag, som gör det möjligt att röra sig från ena stranden till den andra, vilket då inte är möjligt utan stenen. Stenen har därför betydelse för möjligheten att röra sig mellan strandkanterna.

Modellen har under längre tid validerats mot förekomst av olika arter, och har ett starkt empiriskt och teoretiskt stöd (18). Däremot påverkas resultaten i stor utsträckning av de antaganden som görs när nätverket av grönområden konstrueras, samt för vilka spridningsavstånd modellen beräknas.

Den andra beräkningsmodellen kallas *Betweenness Centrality (BC)*, och räknar uteslutande på ett områdes förmåga att koppla ihop andra områden (dess stepping stone betydelse). Detta mått ger ett värde på olika områdes betydelse för det aktuella nätverk, och säger inte något om vad som händer om olika områden tas bort. I Figur 3.2 i denna bilaga motsvarar värdet för spridning det beräknade BC-måttet för varje område, justerat mot ett annat index som beskriver områdenas fördelning av kant-relativt kärnhabitat.

Motståndsanalyser och viltmodeller

Modellering av hur djur rör sig i landskapet sker med relativt stora osäkerheter inblandade. Modeller som avser att presentera geografiskt exakta rutter genom ett landskap har generellt låg träffsäkerhet,

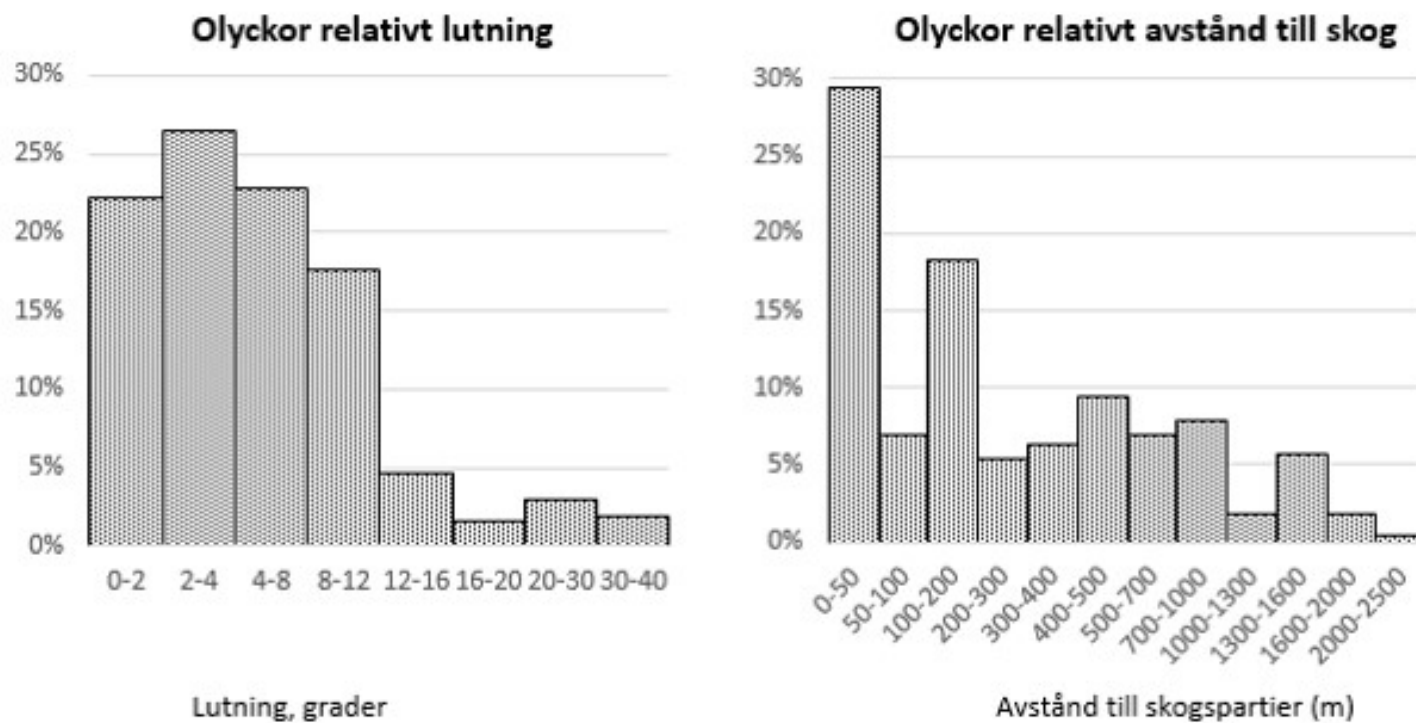
och bör tolkas med stor försiktighet. Det finns dock ett antal generella antagande som har ett övergripande empiriskt stöd:

- Rörelser modelleras som en funktion av avstånd eller motstånd. Ett djur antas inte kunna röra sig oändligt långt utan har en begränsad räckvidd.
- Olika naturtyper, strukturer och markanvändningskategorier har betydelse för hur djur rör sig. En älg rör sig relativt obehindrat över de flesta typer av mark, men undviker generellt urbana miljöer såsom vägar, järnvägar och tätbebyggda områden. Älgen, likt de flesta däggdjur, kan därtill inte ta sig över större vattenytor så som större sjöar, laguner och hav.
- Alla arter tar generellt den kortaste, eller minst energikrävande vägen mellan A och B.

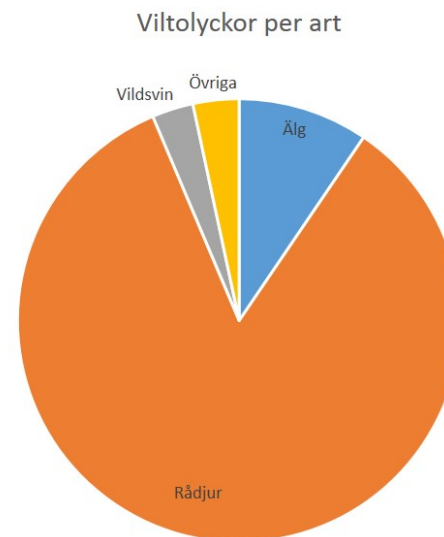
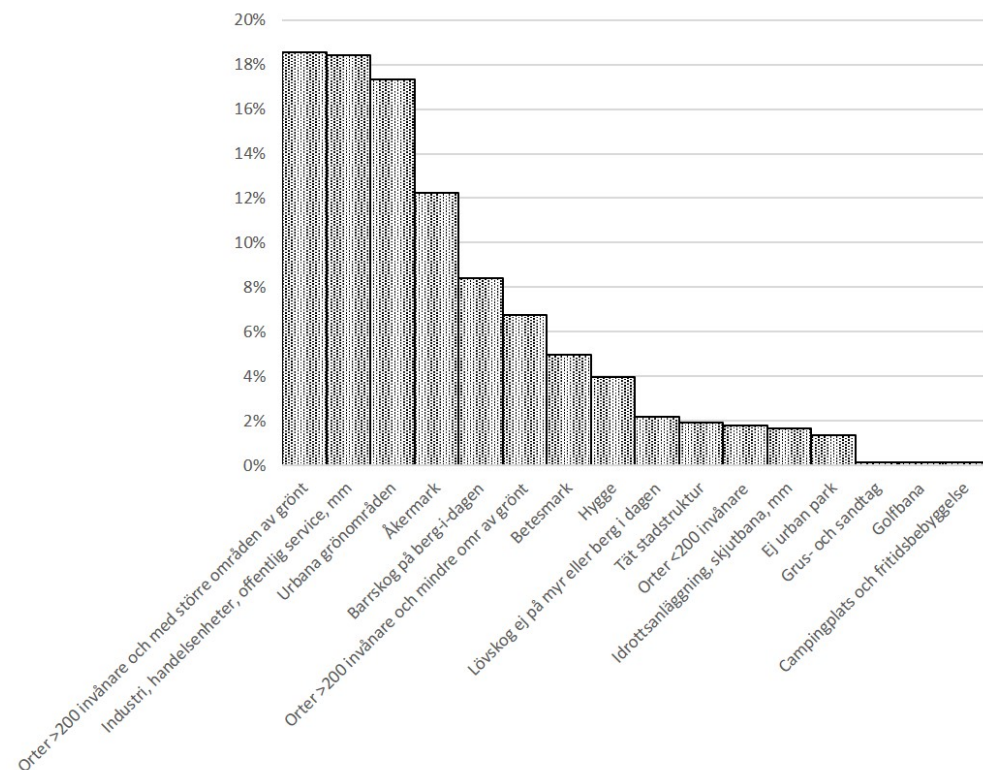
Med kunskap om arters ekologi och beteende kan olika naturtyper och markanvändnings motstånd mot rörelse uppskattas och ligga till grund för en rörelsemodell. Resultaten kan minska osäkerheter kring var i ett landskap kritiska områden för spridning och rörelser kan finnas. Osäkerheterna i resultaten stor i proportion till osäkerheterna i indata och antagande, och resultaten bör därför ses som vägledande. Fördelen, och nyttan med denna typ av analyser, ligger istället i möjligheten att konsekvent tillämpa detaljerade kriterier för utvärdering av olika scenarier av barriäreffekter, och se hur förändringar i barriäreffekt i område A ger indirekta effekter vid område B, eller uttrycker sig tillsammans.

Inom tvärförbindelsen har ett program som heter Circuitscape använts (13,14). Den centrala ekvationen är Ohm's lag $I=V/R$ där I motsvarar styrkan i ett flöde av organismer som sprider sig mellan livsmiljöer, som en funktion av V/R där V är en konstant och R är det motstånd mot rörelser som vi angett utifrån vår kunskap om modellartens ekologi och beteende. Circuitscape beräknar ett index på genetisk isolering mellan målpunkter (*Isolation By Resistance, IBR*), och mellan målpunkterna beräknas strömstyrkan som en funktion av motståndet, för varje punkt i landskapet (varje pixel i en karta över landskapet). Modellen har validerats mot genetiska data och konventionella genetiska beräkningsmodeller, och har även stöd i det som kallas "random walk theory", vilket innebär att resultaten med försiktighet kan tolkas både som "var rör sig arten mest", "vilka områden är viktigast för spridning" och "hur ändras barriäreffekten" beroende på vilka antaganden som legat till grund. Resultatet blir ett värde på den relativa isoleringen mellan målpunkter, samt en karta som synliggör strukturer med högt motstånd.

7.2 Bilaga 2 – Viltolyckor

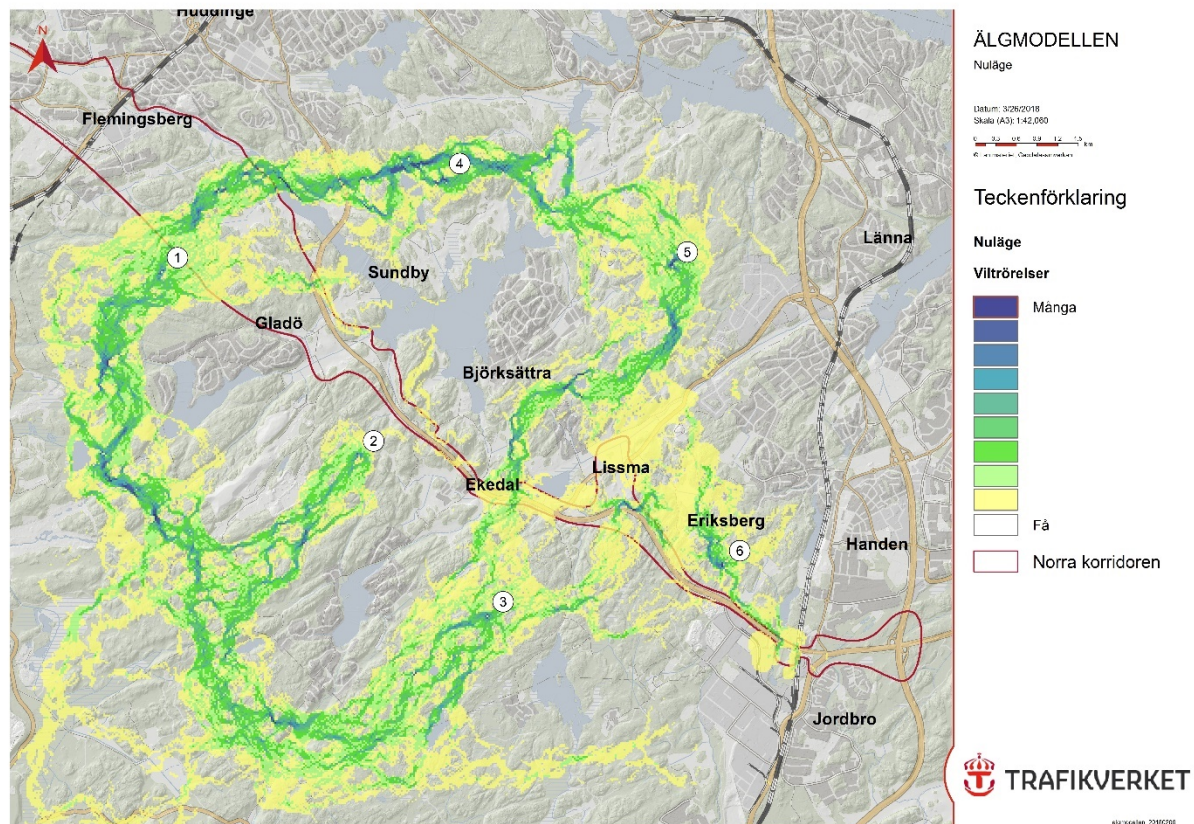


Fördelning av viltolyckor relativt markens lutning i grader samt avstånd till skog. Viltolyckor mellan 2010-2015.

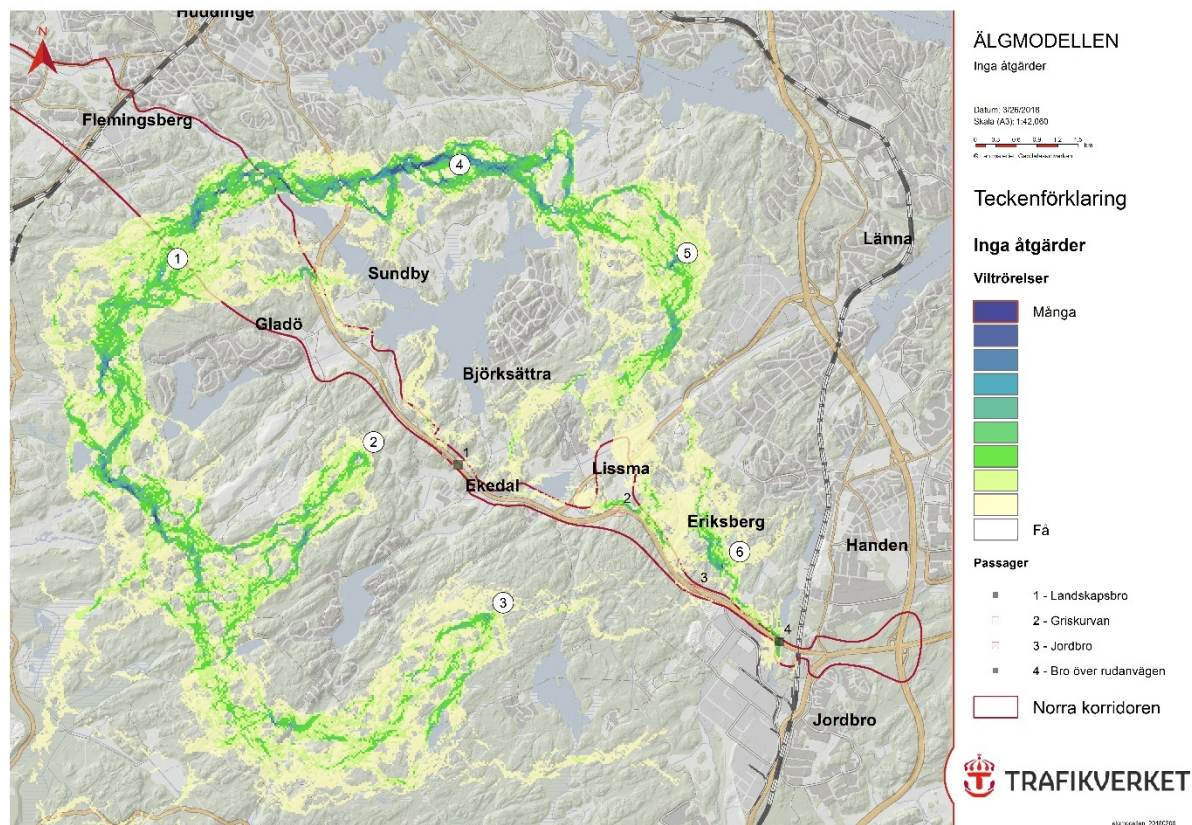


Fördelning av viltolyckor relativt markanvändning (ur svenska marktäckedata). Fördelning av viltolyckor per art. Viltolyckor mellan 2010-2015.

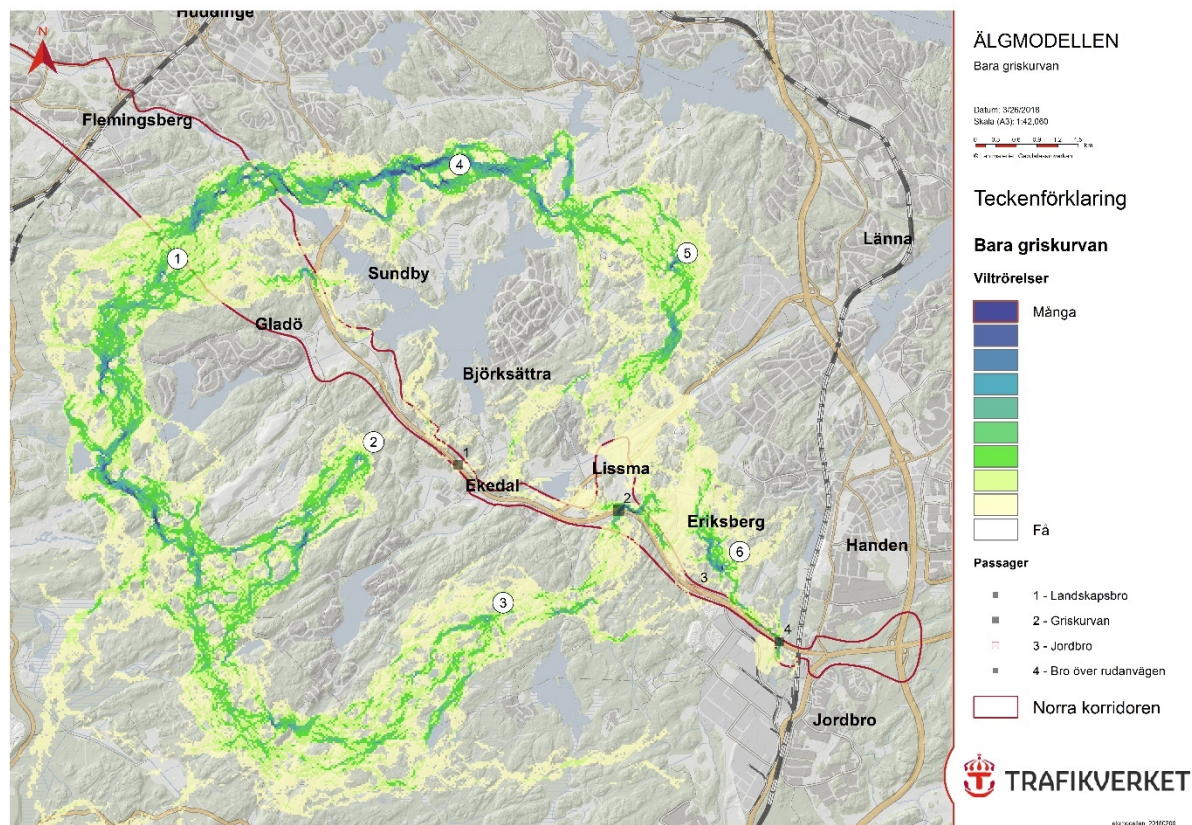
7.3 Bilaga 3 – älgmodellen nuläge



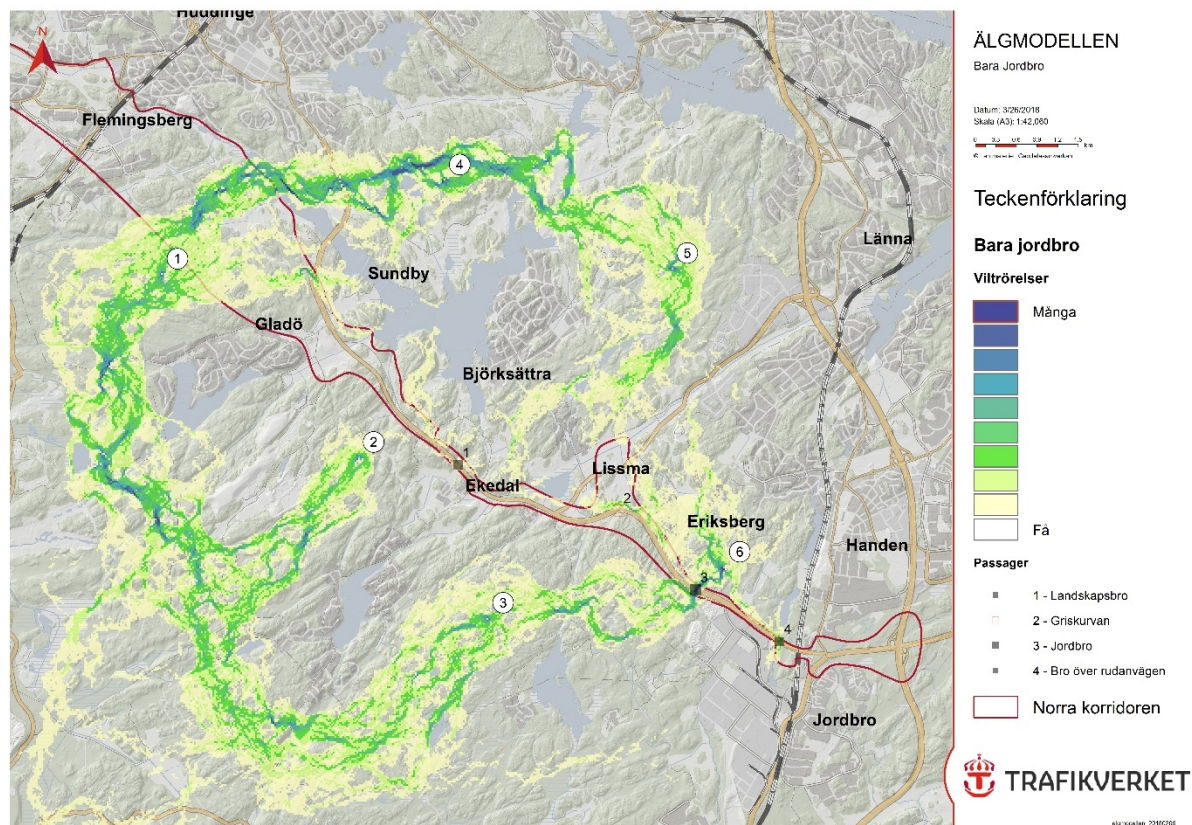
7.4 Bilaga 4 – älgmodellen planförslag utan åtgärder



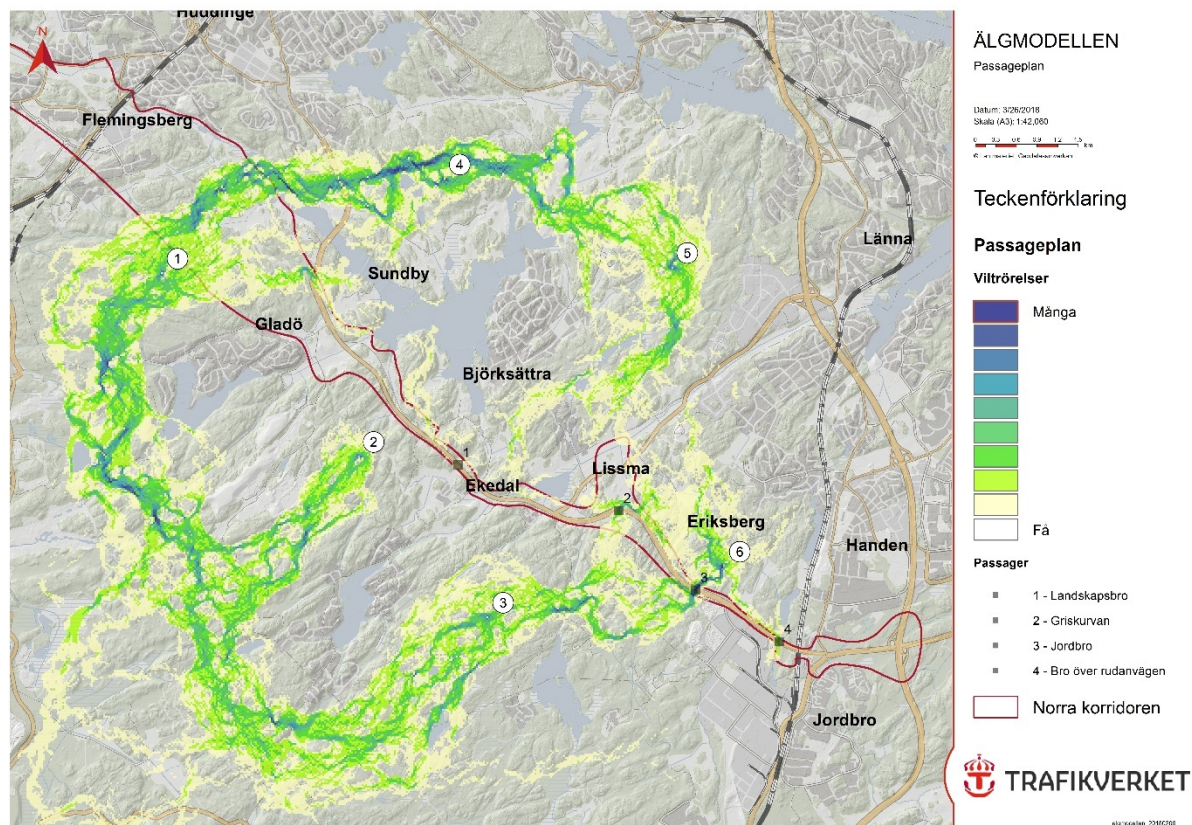
7.5 Bilaga 5 – älgmodellen med ekodukt öster om Lissma

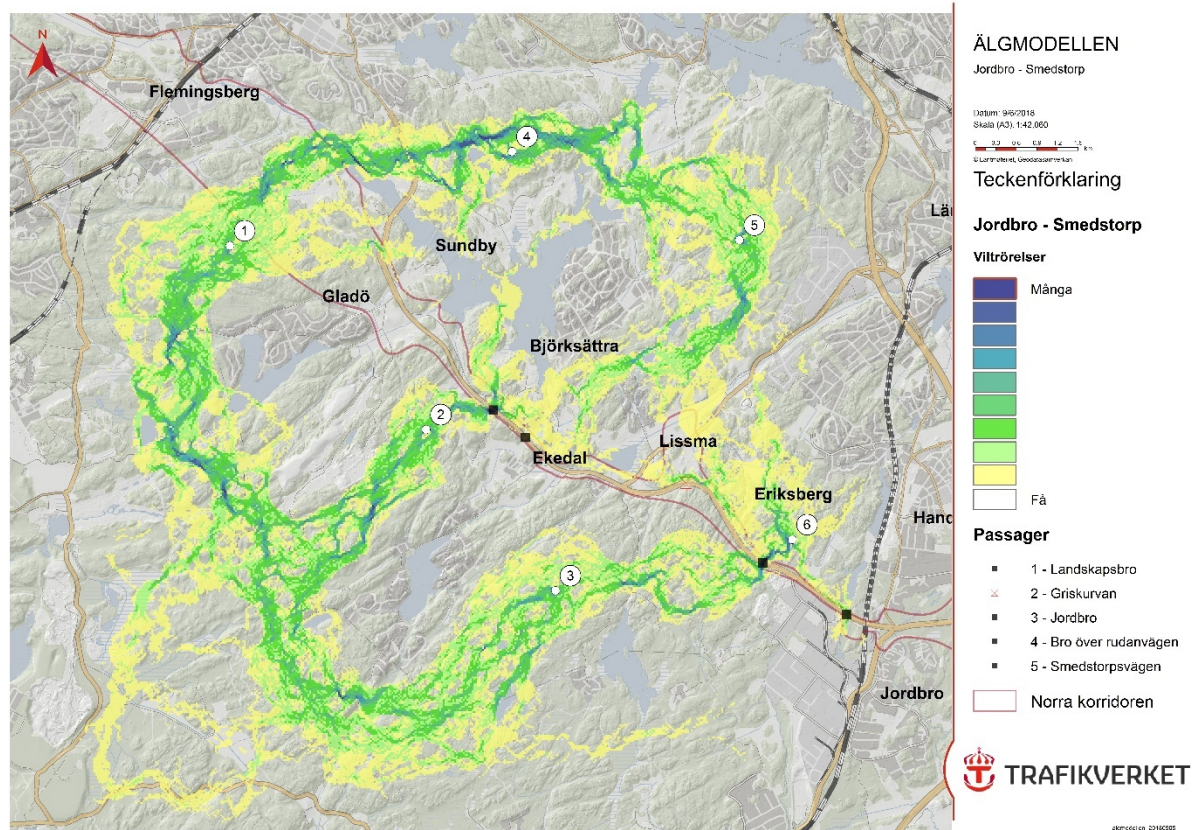


7.6 Bilaga 6 – älgmodellen med passage vid Jordbro industriområde

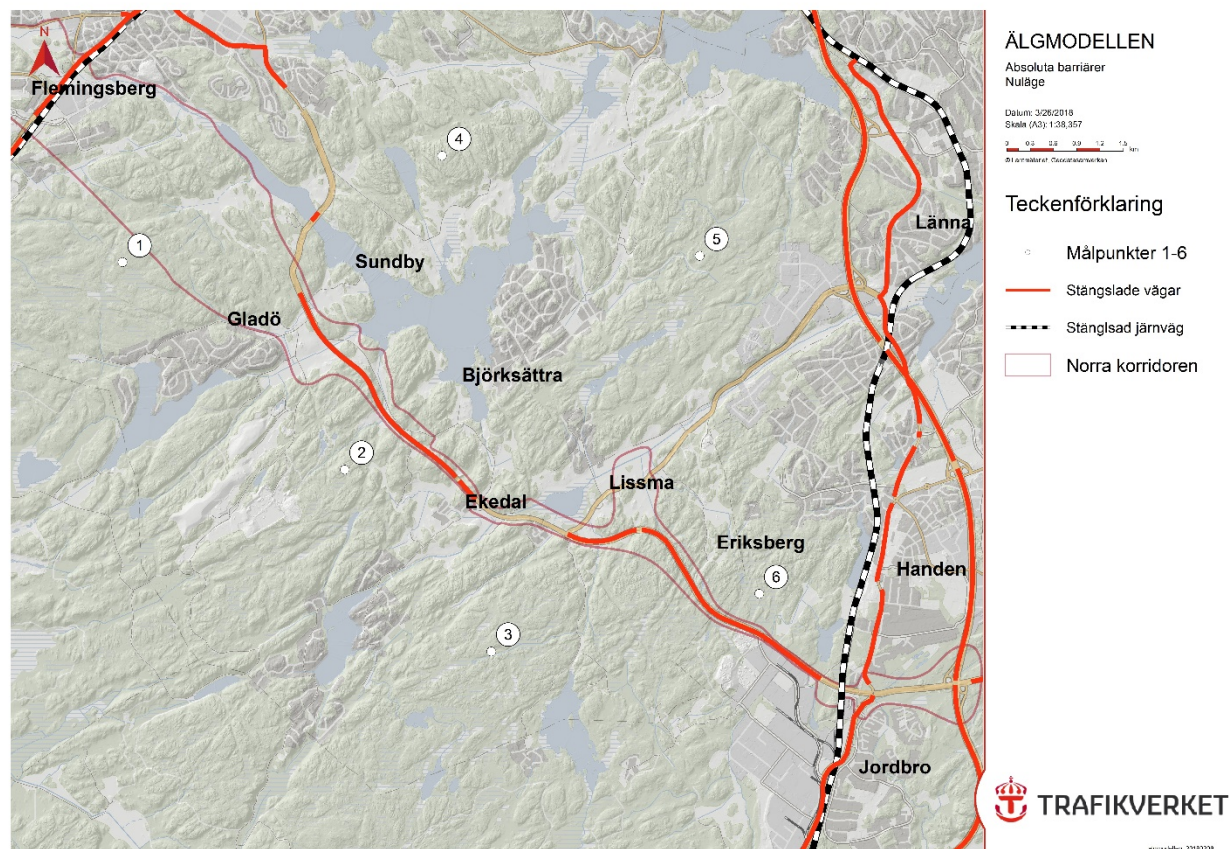


7.7 Bilaga 7 – älgmodellen med passage vid ekodukt öster om Lissma + Jordbro

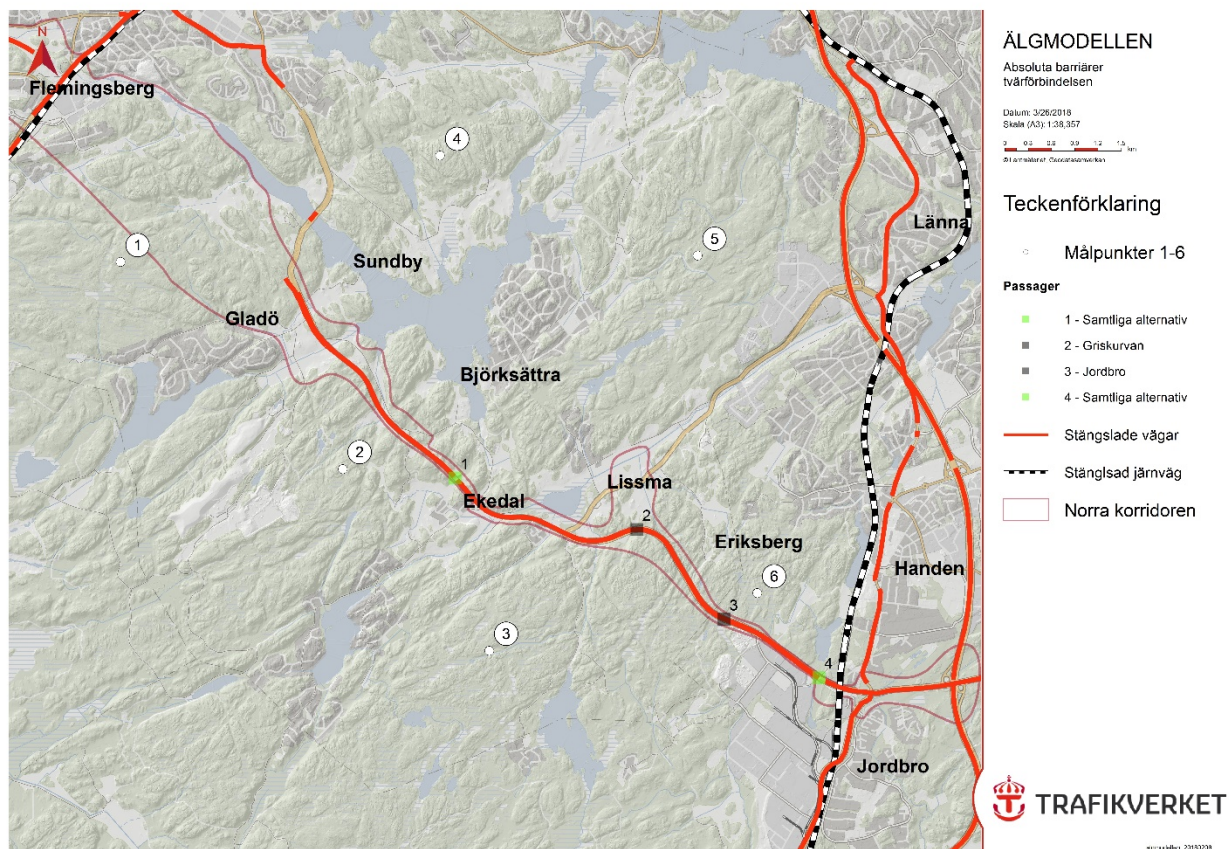




7.9 Bilaga 9 - ogenomträngliga barriärer i älgmodellen



Ogenomträngliga barriärer i älgmodellen för scenario nuläge.



Ogenomträngliga barriärer samt lägen för passager som användes i älgmodellens scenarios med åtgärder (samtliga passager), utan åtgärder. (endast passage 1 och 4) samt scenarios med endast passager 1;2;4 (Ekodukt öster om Lissma) och 1;3;4 (Jordbro).

7.10 Bilaga 10 - ordlista

<i>Konnektivitet</i>	<i>Inom ekologin används begreppet för att beskriva att två områden eller populationer som har en fysisk koppling med varandra</i>
<i>Habitat</i>	<i>Livsmiljö</i>
<i>Den generella vägeffekten</i>	<i>De förändringar som är mätbara, och som ökar i styrka ju närmre en väg man kommer. Förändringar avser miljön i stort, på mark, i vatten, i artsammansättning och antal individer.</i>
<i>Isolering</i>	<i>Inom ekologin innebär isolering att en population inte kontakt med andra populationer. Invandring till, eller utvandring från populationen är inte möjligt. Graden av isolering är relativ, dvs en population kan vara lite isolerad till fullständigt isolerad.</i>
<i>Spridning</i>	<i>Spridning innebär att en individ lämnar sitt uppväxtområde och söker nya livsmiljöer.</i>
<i>Population</i>	<i>En population är en grupp individer av en art, som lever i ett geografiskt avgränsat område, och inom vilken reproduktion sker.</i>
<i>Specialist</i>	<i>Arter som har anpassats till, och ofta är beroende av, en viss typ av miljö (föda, habitat, artsammansättning).</i>
<i>Generalist</i>	<i>Arter som med lätthet kan nyttja många olika resurser, till skillnad från specialister är deras fortlevnad är inte lika kritiskt kopplas till specifika livsförutsättningar (t.ex. föda, habitat, artsammansättning).</i>
<i>Fragmentering</i>	<i>Inom ekologin, en process som beskriver att större livsmiljöer delas upp i flera mindre. Fragmentering innebär utöver förändring i form och antal av livsmiljöer, även en omfördelning av olika typer och kvalitéer av livsmiljöer, och ökar generellt andelen kanthabitat relativt kärnhabitat.</i>
<i>Metapopulation, metapopulationsdynamik</i>	<i>En metapopulation är en population av populationer. I den typiska (teoretiska) metapopulationen är varje enskild population för liten för att enskilt överleva i ett landskap, men med invandring/utvandring mellan populationer kan metapopulationen bestå. Metapopulationsdynamik beskriver de processer av reproduktion, död, in- och utvandring som balanserar de enskilda populationerna.</i>
<i>Barriäreffekt</i>	<i>Effekter som uppstår till följd av begränsad rörlighet för arter i landskapet. Ofta leder det till ökad isolering och minskad interaktion mellan populationer.</i>
<i>Den generella grönstrukturen</i>	<i>Stora sammanhängande områden med naturmark</i>
<i>Svaga gröna samband</i>	<i>Definition enligt RUFs 2010 är "smala partier (<500 m) i de sammanhängande gröna kilarna". Sambanden är vidare indelade i tre klasser utifrån deras läge i den regionala grönstrukturen.</i>
<i>Patch-matrix modell</i>	<i>En binär modell av ett landskap som delas in i livsmiljöer (patch) och icke livsmiljöer (matrix).</i>

<i>Motståndsmodell</i>	<i>En modell som utgår ifrån antagandet att en individ som rör sig genom landskapet väljer vägarna med minst motstånd, där motstånd definieras utifrån ett varierande antal faktorer beroende på art och landskap.</i>
<i>Viltstängsel</i>	<i>Stängsel längs väg eller järnväg specifikt utformade för att hindra klövdjur och större vilt. Dessa har därför en relativt stor storlek på maskorna.</i>
<i>Faunastängsel</i>	<i>Stängsel med mindre storlek på maskorna, tänkt att hindra även mindre djur att ta sig in på vägområdet.</i>