

PM

Bedömd påverkan på sjön Skiren till följd av dränering till tunnel

Komplettering till ansökan om tillåtlighet enligt 17 kap miljöbalken



Trafikverket

Postadress: Adress, Post nr Ort

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: Bedömd påverkan på sjön Skiren till följd av dränering till tunnel

Kontaktperson: Anna Roxell

Dokumentdatum: 2017-09-07

Dnr: TRV 2014/35728

Version: 0.9

Innehåll

1. INLEDNING	4
2. OMRÅDESBESKRIVNING	4
2.1. Sjön Skiren	4
2.2. Jordlager	6
2.3. Berggrund	7
2.4. Bergets hydrauliska egenskaper	8
3. VATTENBALANS	9
3.1. Nuvarande förhållanden	9
3.2. Tunnel under Skiren	11
3.3. Tätning och bedömt inläckage	12
3.4. Vattenbalans med tunnel	13
4. BEDÖMD PÅVERKAN.....	14
BILAGA 1. INLÄCKAGEBERÄKNINGAR, TUNNEL UNDER SKIREN	15
BILAGA 2. UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR OCH UTREDNINGAR.....	17
BILAGA 3. PLANERADE UNDERSÖKNINGAR OCH UTREDNINGAR.....	18

1. Sammanfattning

Sjön Skiren i Norrköpings kommun är en högt liggande sjö i Kolmårdsmassivet, med stort siktdjup. Den omfattas av riksintresse för naturvård och den nyttjas för fiske, rekreation och som vattentäkt.

Ostlänken planeras att utföras i tunnel på stort djup strax väster om sjön. Då en helt tät tunnel inte är möjligt att utföra kommer ett visst inläckage att ske till tunneln. Inläckaget kommer delvis att utgöras av grundvatten från Skirens avrinningsområde, vilket kan medföra påverkan på sjöns hydrologi. För att kunna bedöma påverkan har en vattenbalans ställts upp för Skirens avrinningsområde. Den upprättade vattenbalansen med nuvarande förhållanden jämförs med förväntade förhållanden vid ett inläckage till tunnel.

Beräkningarna visar att dräneringen till tunneln endast kommer att ge en liten påverkan på Skiren, genom att något större årstidsvariationer kan uppkomma. Nuvarande vattenuttag bedöms inte påverkas. Detta förutsätter dock en omfattande tätning av tunneln. Den effekt som ändå bedöms uppkomma är att utflödet från sjön minskar och att omsättningstiden för Skiren ökar. Konsekvenser av det är att för naturvärden i utloppsbacken kan påverkas.

Bedömningarna baseras på nuvarande kunskapsunderlag och ytterligare utredningsarbete kommer att utföras bland annat för att få ännu bättre underlag för vattenbalansen och för att bedöma konsekvenserna på naturvärden.

2. Inledning

I denna PM beskrivs hur sjön Skiren, belägen i Kolmårdenskogen norr om Åby i Norrköpings kommun, bedöms komma att påverkas om Ostlänken utförs i bergtunnel under och strax väster om sjön. Bedömningarna baseras på nuvarande kunskapsunderlag.

Den viktigaste aspekten att hantera och åtgärda är påverkan från den grundvattenbortledning som sker till tunneln. Vilken effekt som grundvattenbortledningen får beror till stor del på vattenbalansen, det vill säga hur stor andel av tillgängligt vatten som leds bort via tunneln.

Inledningsvis i PM beskrivs sjöns och avrinningsområdets karaktäristiska. Därefter redovisas en vattenbalans för Skiren, för år med normal nederbörd och för torrår. Denna jämförs sedan med påverkan på vattenbalans efter avledning av vatten till bergtunnel under sjön.

3. Områdesbeskrivning

3.1. Sjön Skiren

Sjön Skiren utgör en värdefull och skyddsvärd naturmiljö och omfattas av riksintresse naturvård, (NRO 050 57) samt av ett fiskevårdsområde. I sjön finns rödingbestånd, glacialmarina relikter bl a en kräftdjursart (*Gammaracantus*). I övrigt finns abborre, gädda, lake, mört samt ett fåtal växt- och djurplanktonarter¹. Sjön har även ett stort rekreativvärde och används som utflyktsmål för skogspromenader och bad samt är, tack vare det klara vattnet, en populär dykplats.

Skiren är en högt liggande sötvattensjö med vattenytan på +85 meter. Skiren har näringsfattigt vatten och ett stort siktdjup, > 10m. Det högsta uppmätta djupet är ca 46 m och sjöytan är ca 0,17 km². Djupet gör att sjön har en stor vattenvolym, ca 4 – 5 miljoner m³. Detta i kombination med en liten avrinning gör att blir omsättningstiden långsam, i storleksordningen 50 år.

Sjön har bildats vid randzonen till Bråviksförkastningen (SGU Serie Af Nr 123) i Kolmårdsmassivet. Förkastningen har bildats genom stora rörelser i berget där rörelser och särskilt uttalade sprickgrupper har till del legat till grund för bildandet av områdets dramatiska topografi – blockbildning av bergmassan med varierande hög- och lågområden.

Skirens avrinningsområde är begränsat och består av skogsmark med delvis tunn jord och kalt berg. Väster om sjön har avrinningsområdet en något större utbredning och här finns ett mindre grundvattenmagasin i jord. Avrinningsområdets storlek är enligt SMHI 0,63 km².

Avrinningen, det vill säga utflödet från sjön, sker längs en jordfylld svacka i sjöns västra del, dels som grundvatten i jord och berg, dels som ytvatten i en bäck centralt i svackan. Bäckens rinner söderut under väg E4, längs Nyköpingsvägen och mynnar slutligen i Bråviken.

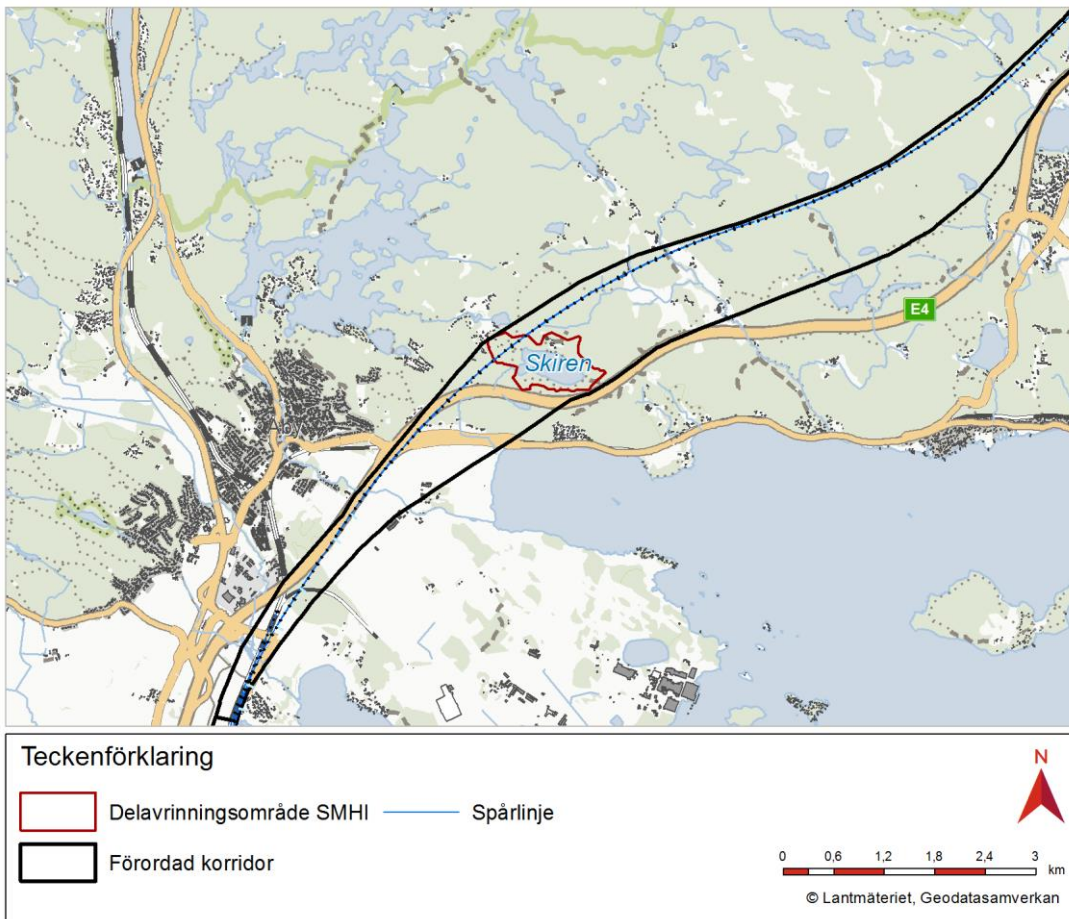
Längs bäcken som avvattnar sjön, i dess sydvästra del, finns ett naturvårdsobjekt klass 2 enligt genomförd naturvärdesinventering². Bäckens sträckning fram till E4:an visas i Figur 1 nedan. Den övre delen av bäcken, från Skiren och norr om E4:an, är flack och relativt grund. Söder om väg E4 övergår den i en ravin längs förkastningsbranten ned mot Malmölandet. Bäckens övre flacka del är ofta torr under sommartid. Den övre delen bedöms även ha ett lägre naturvärde (motsvarande klass 3) än ravinområdet ner mot Malmölandet.

Skiren nyttjas som vattentäkt för ett antal enskilda fastigheter, konferens- och hotellanläggning samt för jordbruk.

I samband med den nationella klassningen av sjöars status för fastställande av miljö kvalitetsnormer för vatten bedöms Skiren ha *god ekologisk status* och *ej uppnå god kemisk status* pga höga halter av kvicksilver och difenyletrar.

¹ Riksintressant Naturmiljö, Östergötlands län, Nr NRO 050 57 Skiren, Norrköpings kommun. Registerblad 1986-09-10, Länsstyrelsen Östergötlands län.

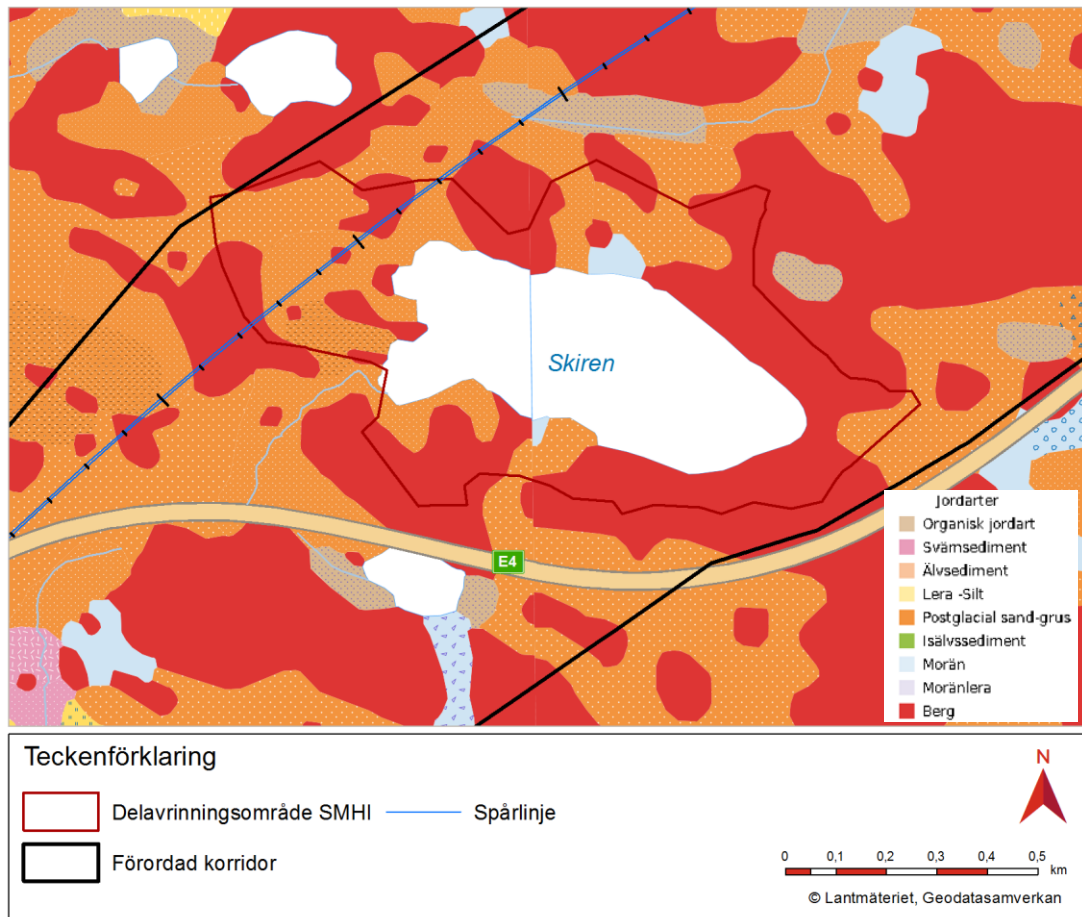
² Ostlänken, delprojekt Norrköping, Norrköpings kommun Östergötlands län, Rapport Naturvärdesinventering utförd 2015, Diarienummer TRV 2014/72082 / TRV 2014/72083 2016-04-22



Figur 1. Sjön Skiren och avrinningsområde (SMHI) i förhållande till förordad korridor och planerad spårlinje.

3.2. Jordlager

Enligt jordartskartan består de ytliga jordarterna i området främst av postglacial sand med inslag av svallsediment och morän, se Figur 2. Undersökningar inom projektet visar att direkt öster och väster om Skiren påträffas silt och sand med inslag av grus ner till ca 2-3 meter under markytan. Lagret bedöms vara underlagrat av morän på berg. Enligt jordbergsonderingar påträffas bergytan 0,6-7,3 meter under markytan.



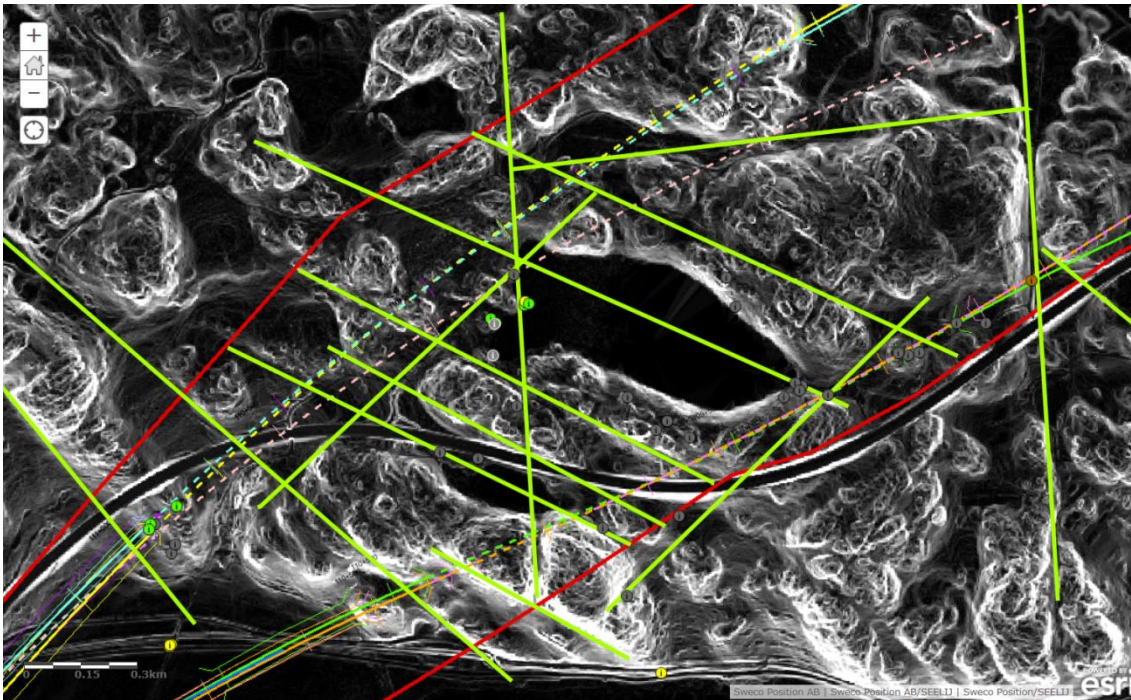
Figur 2. Jordartskarta (SGU) med Sjön Skiren samt avrinningsområde (SMHI) i förhållande till förordad korridor och planerad spårlinje

3.3. Berggrund

Området kring Skiren präglas av två graniter av olika åldrar och med skillnad i mineralogisk sammansättning och struktur. Från sjöns sydöstra hörn och österut dominerar en finkornig, porfyrisk granit som stundtals övergår i en något rödare, ögonförande granit. Nordväst om sjön är graniten grå till rödgrå, grovkornig och homogen (SGU Serie Af Nr 116 och Nr 123).

Bergmassan är till största delen av god kvalitet (avseende tekniska egenskaper och byggbarhet) och med låg vattengenomsläpplighet. Fyra kärnborrhål är utförda runt Skiren, två på vardera sidan. Utförda borrhningar på den västra sidan har inte visat på några större vattenförande zoner. På den östra sidan finns indikationer på en mindre svaghetszon alternativt kraftigt uppsprucket ytberg ned till ca 10 m i berg.

Som tidigare nämnts är bildningen av Skiren tektoniskt relaterad och antas ha bildats genom en samverkan av storskaliga strukturer (se Figur 3).



Figur 3. Bilden visar Skiren med tolkade strukturer och studerade linjealternativ. I de svackor som utgör en förlängning av Skiren i nordvästlig och sydöstlig riktning förekommer företrädesvis siltiga och sandiga sediment.

3.4. Bergets hydrauliska egenskaper

Resultat från vattenförlustmätningar i kärnbrorrhål 15S1KBO2 väster om Skiren visar en berggrund av god bergkvalitet och täthet. Medianvärdet för den hydrauliska konduktiviteten (K) längs hålet är 2×10^{-9} m/s (sektionsvisa mätningar). Kärnbrorrhål 16S1KBO3 sydväst om Skiren och i samma typ av berggrund (grovkornig granit), har enligt en annan metod ett beräknat medianvärde av 6×10^{-9} m/s. Även detta anses vara god bergkvalitet. Kärnbrorrhål 16S1KBO4 norr om Skiren har en sämre bergkvalitet med en relativt hög vattenföring i de översta 10 metrarna (nivå 21- 31). Från längdmätning 31 m och nedåt är berget sprickfattigt och bedöms vara tätt. På grund av att borrhålet är relativt grunt har sektionerna med hög vattenföring stor påverkan på medianvärdet, vilket är beräknat till 5×10^{-7} m/s.

Filmning av kärnbrorrhålen (s.k. BIPS-loggning) visar att det finns horisontella eller svagt lutande (sub-horisontella) tryckavlastningssprickor (exfoliationssprickor). Det är dessa öppna sprickor som bedöms vara mest vattenförande. Denna typ av struktur i berget är vanligare i ytnära berg och avtar med djupet.

Kärnkartering av utförda borrhål visar på öppna sprickor utan några egentliga sprickfyllnadsmaterial.

Sammantaget bedöms berget väster om Skiren vara av teknisk god kvalitet med mycket låg vattengenomsläpplighet på det djup där tunneln är planerad. Sprickor förekommer på planerad tunnelnivå men bedöms kunna tätas med konventionella metoder.

4. Vattenbalans

4.1. Nuvarande förhållanden

En vattenbalans beskriver flödet in och ut ur ett system. Balansen beräknas ofta som ett årsmedelvärde för ett normalår. Inflödet utgörs av nederbörd över avrinningsområdet och utflöde utgörs av avdunstning (transpiration och evaporation), avrinning ut från avrinningsområdet samt eventuella vattenuttag. Avrinningen beräknas av SMHI för avrinningsområden runt om i Sverige. Den beräknade genomsnittliga avrinningen enligt SMHI³ för åren 1981-2010 är 176 mm/år för aktuellt avrinningsområde. Detta motsvarar ca 211 l/min (111 000 m³ per år).

Från Skiren görs uttag av vatten, dels som dricksvatten, dels för annan verksamhet som jordbruk. Kartläggning av vattenuttaget pågår men preliminära uppgifter tyder på att ca 25 000 m³ per år tas ut (ca 48 l/min). Detta medför att den beräknade avrinningen från Skiren är ca 163 l/min (211 l/min – 48 l/min) som årsmedelvärde under ett normalår.

Tabell 1. Vattenbalans för Skirens avrinningsområde, beräknat för ett normalår.

Parameter	Värde (l/min)	Kommentar
Nederbörd	+793	Från SMHI avrinningsområde 4694
Avdunstning	-582	Från SMHI avrinningsområde 4694, kompenserat för en större andel sjöyta
Vattenuttag	-48	Enligt en preliminär inventering
Avrinning	-163	Beräknat för ett normalår

I Skirens utlopp genomförs sedan 2015 mätning av avrinningen med ett överfall i den bäck som rinner i svackan. Resultat från mätningar visas i Figur 4. Avrinningen har sedan mars 2015 i medeltal uppgått till 184 l/min. Vid de första mätningarna erhöles stora flöden som sedan april 2015 inte återkommit. Från våren 2015 och till sommaren 2017 har i medeltal 119 l/min uppmätts.

Under 2016 och början av 2017 har det fallit ca 40 % mindre nederbörd i Kolmårdenområdet än snittet för åren 1995 till 2017 (enligt nederbördsdata från SMHI). Mätningar från våren 2015 har därmed sammanfallit med en längre period av relativt torrt väder. Mätningar under vintern och tidig vår 2015 bedöms motsvara ett ovanligt stort flöde. Sammantaget bedöms medelvärdet för hela mätserien, med både höga flöden och en period av mindre nederbörd, motsvara en uppskattning av flödet under ett normalår.

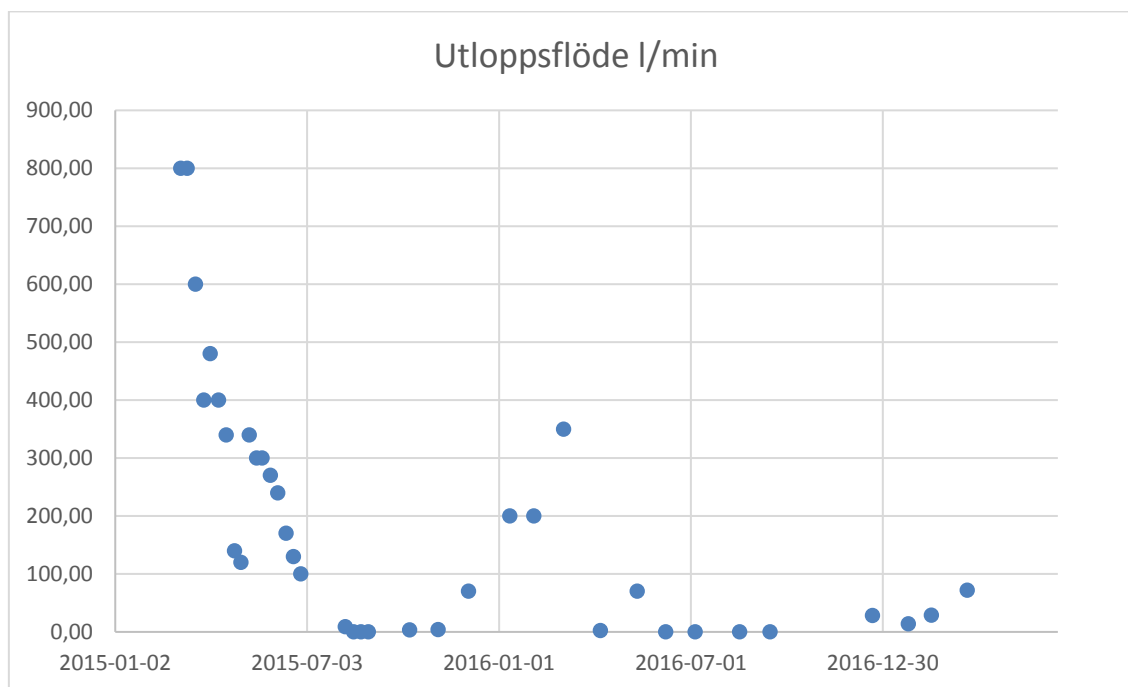
³ Avrinningsområde nr 4694, SMHI

Den beräknade medelavrinningen på 163 l/min stämmer även relativt väl överens med medelvärdet av det uppmätta flödet för hela mätserien på 184 l/min.

I den fortsatta analysen används 163 l/min som avrinning under ett normalår och 119 l/min för ett torrår, motsvarande det uppmätta under 2015-2017.

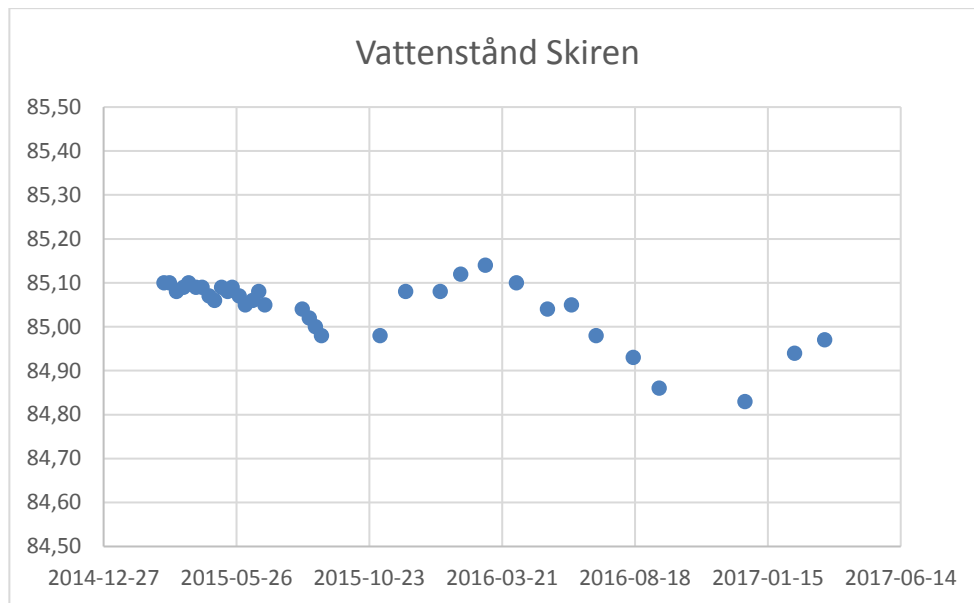
Den uppmätta avrinningen bedöms inte utgöra hela avrinningen eftersom det enbart baseras på mätningar av bäckens ytvattenflöde i dalgången och inte inkluderar den förmodade utströmningen av grundvatten från avrinningsområdet. En annan osäkerhetsfaktor är att mätningar endast sker vid några diskreta tillfällen och sannolikheten är stor att det förekommer både högre och lägre flöden under kortare perioder.

Beräkningar och bedömningar i föreliggande PM grundas främst på data från SMHI framtagna med modellberäkningar. En viktig fördjupning i det fortsatta arbetet är att genom ytterliga fältmätningar få mer kunskap om avrinningen från Skiren.



Figur 4. Uppmätt vattenföring i den bäck som avvattnar Skiren.

Vattenståndet har mätts under samma period som avrinningen. Resultatet visar på relativt små förändringar (se Figur 5). Det finns tendenser till en mindre sjunkande trend, men med bakgrund av den minskade nederbörden under 2016 och början av 2017 samt att mätserien är relativt kort, är det för tidigt att dra några slutsatser av det.



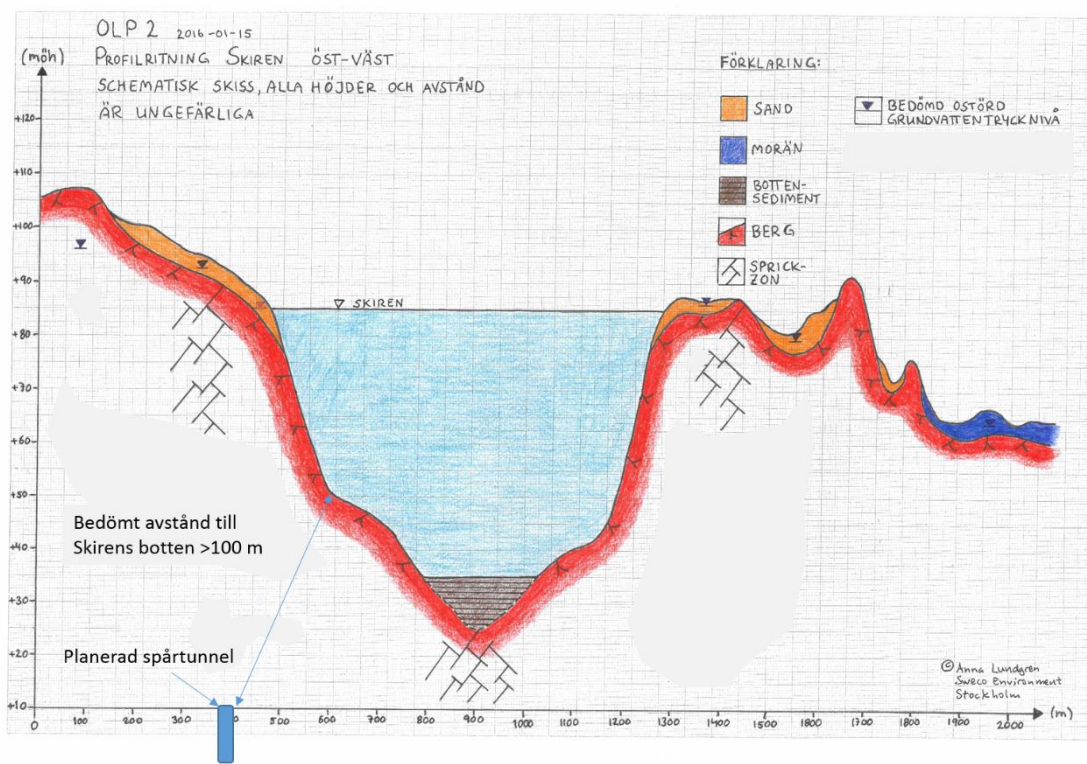
Figur 5. Uppmätt vattenstånd i Skiren.

4.2. Tunnel under Skiren

För att klara anläggningstekniska krav som banans maximala lutning och passage av Kolmården behöver Ostlänken förläggas i en tunnel förbi Skiren. Utförda undersökningar visar inte på några avgörande skillnader i geologiska förhållanden mellan den östra och västra sidan om sjön. Vilken sida som är lämpligast att placera järnvägen kommer därför främst att styras av andra förutsättningar.

Inläckaget av grundvatten till tunneln beror bland annat på storleken av den hydrauliska gradienten (d.v.s. djupet under grundvattenytan), bergets vattengenomsläpplighet (hydrauliska konduktivitet) och vilken tätning som utförs i tunneln.

Med en förläggning av järnvägen väster om sjön kan järnvägen förväntas hamna upp till 70 m under Skirens vattennivå. En möjlig tunnelsträckning väster om Skiren visas i en principiell tvärsektion i Figur 6.



Figur 6. Tänkbar placering av Ostlänken i tunnel förbi Skiren. Principiell tvärsektion i öst-västlig riktning längs Skiren och avrinningsområdet. Observera att den vertikala skalan är mycket överdriven jämfört med den horisontella. Tunnelns dimensioner är ej exakta men i rätt storleksordning

4.3. Tätning och bedömt inläckage

Vid tunneldrivning i känsliga miljöer används normalt kontinuerlig förinjektering för att minska inläckaget till tunneln. Det innebär att berget tätas kontinuerligt genom att injektera cementbruk genom borrhål som borrar från tunneln framför och ca 5 m runt om den bergmassa som ska sprängas ut. Cementbruket tätar sprickor i berget och minskar därmed den hydrauliska konduktiviteten. En injekterad tunnel kommer fortfarande att generera ett visst inläckage av grundvatten. En mer avancerad åtgärd som ger en än mer tät konstruktion är att gjuta ett betongskal runt hela tunneln, så kallad lining.

Utförda beräkningar, se Bilaga 1, visar att en tunnel för Ostlänken som förläggs 70 m under nivån för Skirens vattenyta skulle generera ett inläckage på ca 11 l/min och 100 m med normal kontinuerlig förinjektering. Storleksordningen på inläckaget stöds av en sammanställning som gjorts av faktiska inläckagemätningar i färdiga tunnlar⁴. Sträckan genom Skirens avrinningsområde är ca 430 m, se Figur 1. Detta innebär att ca 48 l/min vatten avleds till tunneln.

⁴ Handling från Citylinks tillståndsansökan, Mark- och miljödomstolen, Nacka tingsrätt, M 2772-15 Aktbil 999.

Genom att öka antalet injekterings-skärmar och anpassa tider och injekteringsbruk kan även finare sprickor tätas med en ännu tätare skärm kring tunneln som följd. Studier⁵ har visat att det är rimligt att anta att en täthet på 1×10^{-9} m/s är möjlig att uppnå vid normala bergförhållanden och ett ambitiöst injekteringsarbete. För en tunnel förbi Skiren skulle det motsvara ett inläckage på 4,6 l/min och 100 m tunnel, eller ca 20 l/min för hela tunnelpassagen genom Skirens avrinningsområde.

Hur lämplig tunneltätning bör utföras i detta fall utgör en viktig del i den fortsatta projekteringen. Genomförda och planerade undersökningar och utredningar redovisas i Bilaga 2.

4.4. Vattenbalans med tunnel

Efter de uttag av vatten som sker från Skiren idag (48 l/m) kvarstår en avrinning för ett normalår på 163 l/min och 119 l/min för torrår (se avsnitt 4.1).

En ytterligare bortledning av grundvatten till en järnvägstunnel för Ostlänken skulle reducera det överskott på vatten som finns idag och därmed minska avrinningen. Vid en förinjektering med normal ambitionsnivå skulle avrinningen minska med 29 % under ett normalår. Vid en förinjektering med hög ambitionsnivå skulle avrinningen däremot minska med 12 % under ett normalår.

Om man utgår från ett torrare år, motsvarande 2016-2017, där vattentillgången är ca 40 % lägre, så skulle avrinningen i bäcken minska med 40 % vid en normal ambitionsnivå eller 17 % vid en hög ambitionsnivå. Se Tabell 2.

Som en följd av minskad avrinning från Skiren skulle sjöns omsättningstid öka. För att illustrera resultatet av detta utgår beräkningar ifrån en uppskattad omsättningstid om 50 år för ett normalår. Vid en förinjektering med normal ambitionsnivå skulle omsättningstiden öka till 71 år. Med en förinjektering med hög ambitionsnivå skulle omsättningstiden istället öka från 50 till 57 år.

Vattenbalansen för torrare år med mindre nederbörd, motsvarande 2016-2017, resulterar i en mindre avrinning och därmed även en längre omsättningstid. Motsvarande omsättningstid skulle då öka från 69 till 115 år vid en normal ambitionsnivå, respektive från 69 till 83 år vid en hög ambitionsnivå.

⁵ PM Injekteringsdesign, 2010-04-23 rev 2010-06-02; ingår i systemhandling för objekt E4 Förbifart Stockholm, Trafikverket, handling 0B140020.

Tabell 2. Påverkan på vattenbalansen för Skirens avrinningsområde vid olika inläckage till tunnelanläggningen, beskrivet som andel av vattenöverskott/avrinning.

Tunneltyp	Minskning av avrinning från Skiren på grund av dränering till tunneln		Kvarvarande flöde i bäcken från Skiren	
	Normalår	Torrår	Normalår (163 l/min)	Torrår (119 l/min)
Normaltätad	29 %	40 %	115 l/min	71 l/min
Ambitiös tätning	12 %	17 %	143 l/min	99 l/min

5. Bedömd påverkan

En ytterligare bortledning av vatten från Skirens avrinningsområde skulle innebära att avrinningen från sjön minskar, vilket också ger en längre omsättningstid.

Vad gäller Skirens vattennivå så är årstidsvariationen liten, trots att flödet i bäcken redan idag är mycket litet eller saknas vid mätöverfallet under årets torra del. I och med att Skiren har en stor volym är den relativt okänslig för kortare perioder med större dränering. Som illustration görs följande beräkningsexempel. Under ett år skulle det med ambitiös tätning ledas bort ca 10 500 m³ vatten till tunneln (4,6 l/min och 100 m tunnel). Om detta skulle ske under ett år utan nederbörd, vilket är orealistiskt, och allt vatten dräneras direkt från Skiren, skulle vattennivån sänkas 6 cm. Det är en liten förändring och ligger inom den naturliga fluktuationen och anses inte medföra någon större konsekvens på vattenmiljö eller andra värden.

Den konsekvens som dock bedöms kunna uppkomma för Skiren är att årstidsvariationen i vattennivå kan komma att öka med något lägre vattennivåer under sommaren. Bidragande till detta är också att dricksvattenuttaget är störst på sommaren. Eftersom vattenbalansen fortfarande är positiv kommer nivåerna att återhämta sig vid nederbördsperioder men det kan dröja något ytterligare någon tid innan flödet ökar i bäcken utifrån sjön.

Bäcken kommer främst att påverkas i den delen som är närmast Skiren. Det minskade flödet kan medföra att de naturliga torrperioderna förlängs något. Flödet längre nedströms bedöms inte påverkas och därmed inte heller de naturvärden (klass 2) som definierar bäckens naturvärde.

Konsekvenser för naturvärden i Skiren samt i bäcken nedströms kommer att utredas mer i detalj under vidare projekteringsarbetet. Det kommer att ge underlag för vilken tätning som behöver utföras i tunneln inom Skirens avrinningsområde.

Trafikverkets bedömning är att normal injektering av tunneln inte kommer att vara tillräckligt utan att åtminstone en mer ambitiös injektering kommer att krävas.

Bilaga 1. Inläckageberäkningar, tunnel under Skiren

Beräkning av inläckage inom Skirens avrinningsområde har utförts för två fall. Den formel som har använts är en svensk standardformel inom beräkning av inläckage till tunnlar. Formeln kommer från Hydrogeologi för bergsbyggare, skriven av Gunnar Gustafson. I den formeln tas hänsyn till effekter som kommer av injektering i berget. I formeln anges bergets generella täthet samt täthet och längd på injekteringsskärmen kring tunneln.

$$q_{inj} = \frac{2\pi K_{berg} H}{\ln\left(\frac{2H}{r_t}\right) + \left(\frac{K_{berg}}{K_{inj}} - 1\right) * \ln\left(1 + \frac{t}{r_t}\right) + \xi} \quad \text{Ekvation 1}$$

Där:

q_{inj} = Inläckage i injekterad tunnel, l/(s*m)

K_{berg} = Bergets hydrauliska konduktivitet, m/s

H = Tunnelns djup under grundvattenyta.

r_t = Tunnelradie, m

K_{inj} = Bergets hydrauliska konduktivitet efter injektering, m/s

t = Längd på injekteringsskärm, m

ξ = Skin, beskriver tryckförändring eller hydrauliskt motstånd som uppkommer över tid i vattenförande sprickor. Det kommer av avsänkning ovan tunnel samt tätning av sprickor genom utfällning av mineral. Ett positivt Skintal betyder att motståndet ökar över tid. Ett högre skintal medför lägre inläckage.

Slutligen räknas ekvationen om till standardmått för inläckage i tunnel, liter per minut och 100 m tunnel.

Indata

Beräkningar är uppdelade på två scenarier. Skillnaden mellan dem är den hydrauliska konduktiviteten i tunnelns injektionsskärm. I ett första fall används 1×10^{-8} m/s vilket är något lägre än den antagna generella konduktiviteten för berget. I det andra fallet används 1×10^{-9} m/s vilket kan uppnås med en ambitiös cementinjektering. För tryck in mot tunneln används 75 m vattenpelare. Nivåskillnaden från Skirens yta till tunneln centrum är 70 m. Eftersom landskapet varierar i höjd samt på grund av den förenkling som ett tvärsnitt i tunneln innebär så generaliserades trycket över hela denna sektion. För skin används värdet 2, vilket är det mest konservativa fallet då skin normalt varierar från 2 – 10.

Bergets hydrauliska konduktivitet har antagits till 2×10^{-8} m/s vilket är det geometriska medelvärdet av resultat från vattenförlustmätning i de tre kärnborrhål som redovisats i PM.

Gemensam indata för båda fall redovisas i Tabell 3, indata för fall 1 och 2 syns i Tabell 4.

Tabell 3. Gemensam indata för inläckageberäkningar

H: Vattenpelare [mvp]	75
t: Mäktighet injektering [m]	5
r _t : Tunnelradie [m]	10
ξ: Skin	2
K _{berg} : Konduktivitet [m/s]	2×10 ⁻⁸

Tabell 4. Skillnad i indata för fall 1 och fall 2.

	Fall 1	Fall 2
K _{inj} : Konduktivitet[m/s]	1×10 ⁻⁸	1×10 ⁻⁹

Resultat

Beräkningar är utförda som medeltal per 100m tunnel i Tabell 5.

Tabell 5. Inläckagevariationer för fall 1 och fall 2.

	Medelinläckage [l/(min*100m)]
Fall 1	11.1
Fall 2	4.6

Bilaga 2. Utförda undersökningar och utredningar

Syftet med ett avsnitt är översiktligt beskriva genomförda undersökningar och utredningar. Dessa har till exempel legat till grund för hur de olika tidiga alternativa sträckningarna av Ostlänken förbi Skiren värderades och för val av aktuell spårlinje.

Utförda undersökningar och utredningar (vissa pågår):

- Inventering av befintligt material som geologiska och hydrogeologiska kartor och utredningar
- Fjärranalys med lineamentstolkning för att tolka större strukturer i berg
- Kartering och undersökning av berggrund, ytvattenförhållanden, jordarter och grundvattenförhållanden
- Kärnbörning, två har borrats under arbetet med järnvägsplan och två har borrats vid järnvägsutredningen
- Undersökning av kärnborrhål med kärnkartering, vattenförlustmätning och digital filmning
- Geoteknisk borrning med jordprovtagning och undersökning av bergnivån
- Naturvärdesinventering av Skiren, utloppsäck och kringliggande skogsområde (mestadels tallskog)
- Beskrivning av områdets geologi och hydrogeologi
- Hydrogeologisk konceptuell modell som visar hur grund- och ytvattensystemet fungerar och hänger ihop
- Den konceptuella modellen och en geologisk analys har använts för att bedöma hur olika alternativa linjedragningar skulle påverka Skiren
- Analysen har kompletterats med en översiktlig grundvattenmodell för att verifiera konceptuella antaganden samt för att tydligare kvantifiera vattenbalansen. Denna skall fortsättningsvis verifieras med mer data.
- Kontrollprogram av omgivningspåverkan: grundvattennivåer i jord, vattenstånd i Skiren, avrinning från Skiren

Bilaga 3. Planerade undersökningar och utredningar

I detta avsnitt beskrivs vilka undersökningar och utredningar som planeras för att säkerställa att tillräcklig kunskap erhålls för att beskriva konsekvenser för Skiren i järnvägsplanens miljökonsekvensbeskrivning samt tillståndsansökan för vattenverksamhet.

Pågående och planerade undersökningar i närtid:

- Kompletterande kärnborrhål, hammarborrhål och provpumpning/hydrauliska tester i berg
- Komplettera pågående kontrollprogram för omgivningspåverkan med grundvattennivåer i berg samt grund- och ytvattenkemi
- Komplettera beskrivningar/modeller med borrhålsinformation från planerade borrhål
- Fördjupad inventering av vattenuttag och mätning av avrinning för att komplettera vattenbalansutredning
- Inventering av bottenfauna och fisk samt vattenprovtagning och biotopkartering i Skiren.
- Biotopkartering av bäcken från Skiren.

På längre sikt planeras följande undersökningar:

- Analys av hur motståndskraftig Skiren är mot förändringar i vattenkvalitet och kvantitet (resiliensanalys)
- Komplettera konceptuell modell och ytterligare grundvattenmodellering med tekniska lösningar för att optimera utförande för att ingen betydande påverkan ska uppstå
- Dimensionering av tätning i tunneln mm, kravställning på entreprenörer



TRAFIKVERKET

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 020-600 650

www.trafikverket.se