

Våtmarksutredning


Anläggande av stolpfundament sträckan Långbjörn - Storfinnforsen

Sofia Hedberg

Tomas Svensson

Geosigma AB

2016-08-31

<h1>GEOSIGMA</h1>						
Uppdragsledare: Tomas Svensson	Uppdragsnr: 604359	Grän nr: 16189	Version: 1.2	Antal Sidor: 23	Antal Bilagor: 0	
Beställare*: Svenska kraftnät	Beställares referens*: Eva Altin		Beställares referensnr: 16-04-9761			
Titel och eventuell undertitel: Våtmarksutredning Nyanläggande av stolpfundament sträckan Långbjörn - Storfinnforsen						
Författad av: Sofia Hedberg Tomas Svensson					Datum: 2016-08-31	
Granskad av: Calle Hjerne					Datum: 2016-09-01	
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 - 7735	Uppsala Box 894, 751 08 Uppsala Vattholmavägen 8, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Seminariégatan 33 752 28 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm Sankt Eriksgatan 133 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00	Luleå Varvsgatan 49 972 33 Luleå Tel: 010-482 88 00	

*Geosigma AB har genomfört uppdraget för Svenska kraftnät som underkonsult till Pöry Sweden AB, referens Frida Lanshammar.

Innehåll

1	Uppdraget	4
1.1	Bakgrund	4
1.2	Syfte	4
1.3	Underlag	4
2	Undersökningsområde	5
3	Bakgrund	7
3.1	Allmänt om myrmarker	7
3.2	Hydrologiska förhållanden i våtmarker	7
3.3	Hydrologiska förändringar i våtmarker	8
3.4	Påverkansområde vid dränering av myrmark	9
4	Generella risker vid byggnation av nya kraftledningsstolpar	10
4.1	Lokal påverkan till följd av vertikala flöden	10
4.2	Förändring av flödesriktning	11
4.3	Påverkan på avrinning	12
4.4	Risker under byggnationstiden	12
5	Slutsatser och rekommendationer	14
6	Bedömning av enskilda vinkelpunkter samt mellanliggande ledningssträckor	16
6.1	Vinkelpunkt SV2000, SV1900, SV1800, SV1700, SV1600 och SV1500	17
6.2	Vinkelpunkt SV1201, SV1301 och SV1400	18
6.3	Vinkelpunkt SV1100, SV1000 och SV0901	19
6.4	Vinkelpunkt SV0801 och SV0701	20
6.5	Vinkelpunkt SV0600	21
6.6	Vinkelpunkt SV0500, SV0400, SV0300, SV0200 och SV0100	22
7	Referenser	23

1 Uppdraget

1.1 Bakgrund

Svenska kraftnät planerar att uppföra en ny 400 kV-ledning mellan Långbjörn och Storfinnforsen i Västernorrlands län. Föreliggande rapport utgör en del av den miljökonsekvensbeskrivning som tas fram inom ramen för ansökan om koncession för uppförandet av ledningen.

Uppdraget utförs på uppdrag av Svenska kraftnät.

1.2 Syfte

Detta uppdrags syfte är att utreda och belysa hydrauliska och hydrologiska effekter av uppförandet av stolpfundament i eller i anslutning till befintliga våtmarker i koncessionslinjen.

Markkemi berörs men behandlas inte i sin helhet i denna rapport.

1.3 Underlag

Utredningen bygger på befintligt material från naturvärdesinventeringen (Enetjärn, 2016) och ritningar, vinkelpunkter m.m. tillhandahållet från Svenska kraftnät.

Information om förekommande markavvattningsföretag har inte beaktats då planerade åtgärder inte bedöms medföra påverkan för dessa i kombination med att komplett digitalt material ej finns tillgängligt.

Allt övrigt kartmaterial i projektet utgörs av Lantmäteriets terrängkarta, SGU:s jordartskarta och en delavrinningsområdeskarta från SMHI. Samtligt material är fritt tillgängligt.

Data för den nationella våtmarksinventeringen VMI, har hämtats från Länsstyrelsernas GIS tjänster <http://projektwebbar.lansstyrelsen.se/gis/Sv/Pages/default.aspx>.

2 Undersökningsområde

Den planerade kraftledningsgatan löper mellan Långbjörn och Storfinnforsen i Västernorrlands län. Kraftledningsgatans totala sträckning utgörs av ca 35 km och sträcker sig genom Sollefteå kommun. I dagsläget är ledningssträckning och placering av vinkelpunkter (20 st) beslutat (Figur 2-1). Exakta stolplaceringar beslutas i ett senare skede av processen.



Teckenförklaring

- Ledningssträckning
- Vinkelpunkter

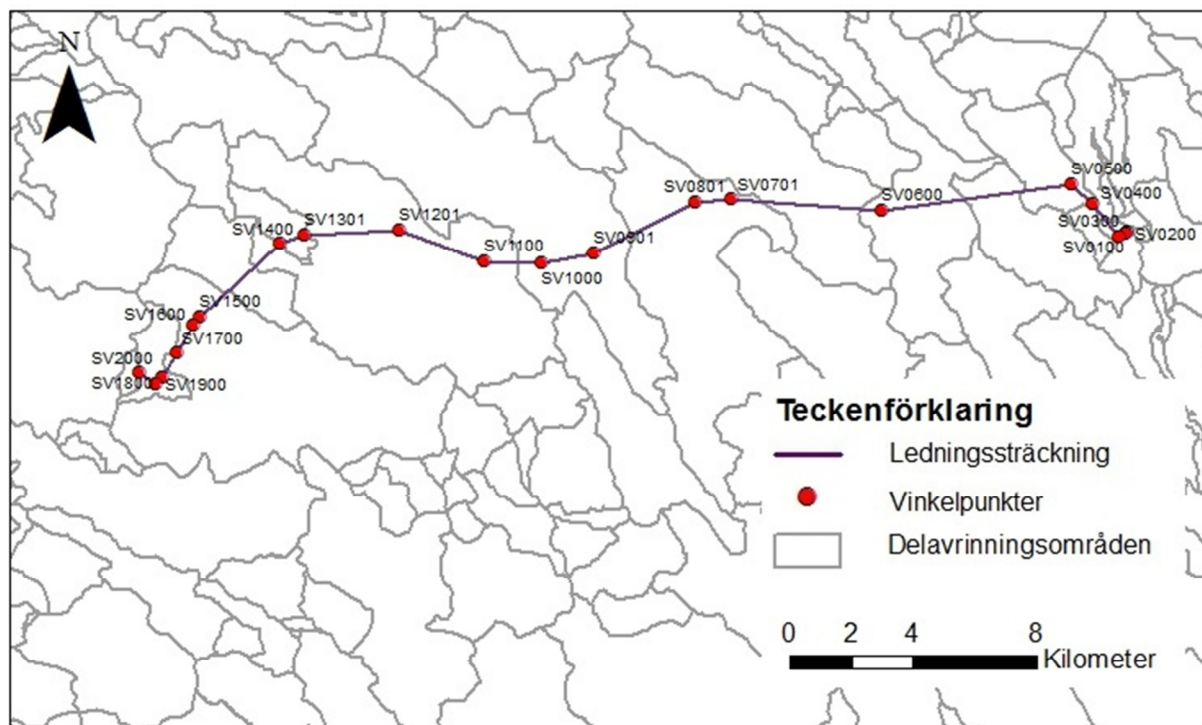
0 2.5 5 10
Kilometer

Figur 2-1: Planerad sträckning samt vinkelpunkter för planerad kraftledning.

Enligt Naturvärdesinventeringen, utförd av Enetjärn, utgörs området av ett kuperat skogslandskap rikt på våtmarker och med många korsande skogsbäckar. Det finns tre större VMI-klassade våtmarker: Arksjöflon, Kälflon och Stormyran. I övrigt består området av brukad skogsmark. Jordarterna består av en mosaik av framförallt torv, isälvsediment, morän och berg i dagen (Figur 2-2). Antalet våtmarker är stort med varierande storlek, med mineralrika kärr framförallt i området kring Storfinnforsen. Vissa av myrarna är hydrologisk påverkade av gamla diken och körspår. Området kan delas upp i ett stort antal delavrinningsområden (Figur 2-3). Vatten från östra delen av området rinner mot Ångermanälven i öster, medan vatten från västra delen tar vägen via Faxälven i sydväst för att sedan längre nedströms rinna samman med Ångermanälven.



Figur 2-2: Utklipp ur SGU:s jordartskarta med markerad kraftledningssträckning samt vinkelpunkter. Brun färg avser torv, röd färg berg i dagen, ljusgrön färg isälvsediment, mörkgrön färg isälvsediment med kullar, blågrå färg morän, gul lera/silt, vit vatten samt små blå halvcirklar moränbacklandskap.



Figur 2-3: Delavrinningsområden enligt SMHI kring de framtida vinkelpunkterna längs kraftledningssträckningen.

3 Bakgrund

3.1 Allmänt om myrmarker

Våtmark är ett samlingsbegrepp för alla miljöer som präglats av inverkan från vatten. I gruppen våtmark ingår myrar, vilket i sin tur är ett samlingsbegrepp för all torvmark, och omfattar mossar och kärr. Mossar är myrar som bara får sitt vatten från nederbörden och kärr är myrar som får sitt vatten både från nederbörd och från tillströmmande yt- eller grundvatten. Kärr indelas efter vattnets mineralhalt i fattigkärr, intermediära kärr, rikkärr och extremrikkärr.

Myrar upprätthåller artrika ekosystem och ger en ökad mångfald till hela landskapet. Deras estetiska och kulturella värde för rekreation och turism är därför mycket stort. Dessutom har de ofta mycket stor betydelse för flöde och vattenkvalitet i nedströms vattendrag. En myr är en torvbildande våtmark där de döda växterna inte förmultnar fullständigt, utan lagras och ackumuleras på växtplatsen i form av torv. Förutsättningen för att torv ska kunna nybildas är att vattenmättade, syrefria förhållanden råder. För att en myr inte ska försvinna på sikt måste det därför finnas ett överskott av vatten så att marken kan förbli vattendränkt under en tillräckligt stor del av året. Under torra perioder med syresättning bryts torven snabbt ner. I områden där nederbördsöverskottet endast är temporärt bildas inga myrar utan bara temporära sjöar där vattnet sedan avdunstar under den varma perioden. En viktig faktor vid bildandet av myrmarker är hur stor andel av nederbörden som försvinner ner i berggrunden och därmed inte kan medverka i torvbildningen. I Sverige har vi relativt tät granit- och gnejsberggrund som oftast täcks av grunda, halvtäta moräner eller täta leror. Därför är förhållandena goda för torvbildning. Beroende på klimatet utbildas olika myrtyper i olika delar av vårt land. Avrinningen och vegetationsperiodens längd spelar stor roll för vilken typ av myr som bildas. Av den anledningen är också andelen myrmark högre i de norra delarna av landet.

Myrmarkers vegetation och balansen mellan torvens nybildning och nedbrytning beror på vattenkemin och de hydrologiska förhållandena. Myrars ekosystem och geologiska stabilitet kan vara känslig för mycket små förändringar i grundvattennivå, näringshalt och pH som kan uppkomma till följd av dränering och annan mänsklig påverkan. Vissa hydrologiska och geologiska förändringar på myrar är förmodligen oåterkalleliga. En anledning till detta är att klimatet idag är annorlunda än när myrarna bildades för tusentals år sedan. Men i många fall går det ändå att genom olika åtgärder, i ganska stor utsträckning, återställa dränerade och igenväxta myrar (Holden m.fl. 2004).

3.2 Hydrologiska förhållanden i våtmarker

Våtmarkers magasineringkapacitet motsvarar ungefär sjöars på grund av torvens höga porositet. I nybildad torv kan porositeten vara 97 %. När torvens förmultnar minskar porstorleken kraftigt, och även porositeten minskar något (till omkring 85 % i torv med hög förmultningsgrad). I synnerhet den minskade porstorleken leder till att torvens vattengenomsläpplighet (den hydrauliska konduktiviteten) minskar med upp till 4 tiopotenser under förmultningsprocessen (Grip och Rodhe 2000).

Den hydrauliska konduktiviteten varierar kraftigt mellan olika myrar. I sexton studier som sammanställdes av Lewis m.fl. (2012) låg rapporterade värden på den hydrauliska konduktiviteten nära markytan mellan 10^{-2} och 10^{-8} m/s. Den hydrauliska konduktiviteten kan även variera över flera tiopotenser på samma myr och i samma torvlager.

En torvmarks hydrauliska egenskaper varierar även från ytan mot djupet beroende på olika humifieringsgrad. Den hydrauliska konduktiviteten avtar mot djupet. Utifrån detta kan man grovt sett dela in torven i ett ytligt lager ner till 0.3 – 0.5 m djup med en högre hydraulisk

konduktivitet ($K \approx 10^{-4}$ m/s) och ett djupare lager därunder med en betydligt lägre hydraulisk konduktivitet ($K \approx 10^{-6}$ m/s). Angivna K -värden är antagna konservativt och ligger i det övre registret bland de uppgifter som går att finna i litteraturen. Denna "tudelning" av torvens hydrauliska egenskaper innebär att det främst är de översta 0.3 - 0.5 metrarna som påverkas av dikning och andra jämförelsebara dränerande ingrepp i myrmarken.

Flödehastigheten i själva myren är normalt mycket låg och vattnet är många gånger mer eller mindre stillastående. Omkring 25 – 40 % av vattnet i en myr är i praktiskt taget stillastående, inneslutet i döda växtceller, döda porer eller bundet till jordpartiklar. Uppehållstiderna för det avrinnande vattnet i en myr är däremot förhållandevis korta (Grip och Rodhe 2000). Vattnet kan dels rinna över mossytan och dels genom själva torven. Ibland kan större makroporer eller erosionsskåror bildas, särskilt i ytskiktet, där huvuddelen av vattenflödet passerar under perioder med god vattentillgång. Under torrare förhållanden dränerar vattnet framförallt genom infiltration i torven.

Vattenrörelserna i torven sker huvudsakligen horisontellt i den övre delen av torven. Därför bidrar vattnet i den undre hydrauliskt lågkonduktiva delen av torvpacken oftast mycket lite eller inte alls till avrinningen från myren. Vatten i den övre delen av torvpacken behöver inte ha någon utbyte alls med torvens undre delar.

3.3 Hydrologiska förändringar i våtmarker

När marken upphör att vara vattenmättad leder lufttillförseln till att torven bryts ner ungefär femtio gånger snabbare (Holden 2004). Om det övre torvlagret dräneras på vatten ökar effekten av kapillärkraften vilket gör att även underliggande torvlager tappas på vatten och sjunker ihop (Holden 2004). När torv torkar ut blir den dessutom ofta hydrofob och kan inte återfå sitt ursprungliga vatteninnehåll. Uttorkning av torven kan i sin tur leda till ökad sprickbildning på grund av olika vittringsprocesser. Såväl den genomsnittliga genomsläppligheten som variationerna i genomsläpplighet kan på grund av dessa vattenledande sprickor vara mycket högre i en påverkad än i en opåverkad myr. Återväxt av myr på höjden genom ackumulation av torv är en långsam process. När dränering har lett till marksättningar är det troligt att en restaurerad myr och dess grundvattenyta inte återfår samma form som före dikningen av myren, bland annat på grund av förändrade klimatologiska, geohydrologiska och kemiska förhållanden.

Vid en avvattning blir markförhållandena mer gynnsamma för träd och annan växlighet på grund av en minskad vattenhalt och ökad syrehalt i marken. Detta kan i sin tur innebära att marken urvattnas ännu mer vilket påskyndar igenväxningen av våtmarken. Mindre våtmarker löper större risk för att växa igen helt om de avvattnas (Henriksson, 2006). Skador på myrmarker är i många fall svåra eller omöjliga att läka, i synnerhet om förändringar av de fysiska förutsättningarna har resulterat i påverkan på torvens pH och halter av näringsämnen. Det kan vara omöjligt att få ett fragmenterat myrlandskap att återgå till en sammanhållen högmossa med karakteristisk välvd grundvattenyta

Effekter på avrinningen i nedströms vattendrag på grund av dränerande åtgärder är komplexa och platsberoende. I den vetenskapliga litteraturen har vegetation, typ av torv, dikenas djup och avståndet mellan diken ofta framhållits som de viktigaste faktorerna som avgör om myrdikning leder till högre eller lägre flöden. Olika studier ger olika skiftande resultat gällande hydrologisk påverkan från myrdränering (Naturvårdsverket, 1987 och Holden, 2004), även om de flesta visade på högre flödestoppar från dränerade myrar. Om dikningen har en mycket begränsad påverkan på grundvattennivåer tenderar dräneringen att öka flödestopparna, medan det motsatta tycks gälla när dräneringen sänker grundvattennivåerna och avsevärt ökar den omättade zonens buffertkapacitet (Lundin 1994, Holden 2004). Efter ett häftigt regn eller snabb snösmältning som inträffar när marken är vattendränkt kan man följaktligen förvänta sig att flödestoppen kommer snabbare och blir

högre från en dikad myr jämfört med en odikad. Under torrperioder däremot, när dikningen innebär störst sänkning av grundvattennivåerna, måste nederbördsvattnet eller den smälta snön först infiltrera ner till grundvattenytan innan avrinning börjar ske, och man kan förvänta sig en fördröjning och utjämning av flödestopparna från dränerad myrmark.

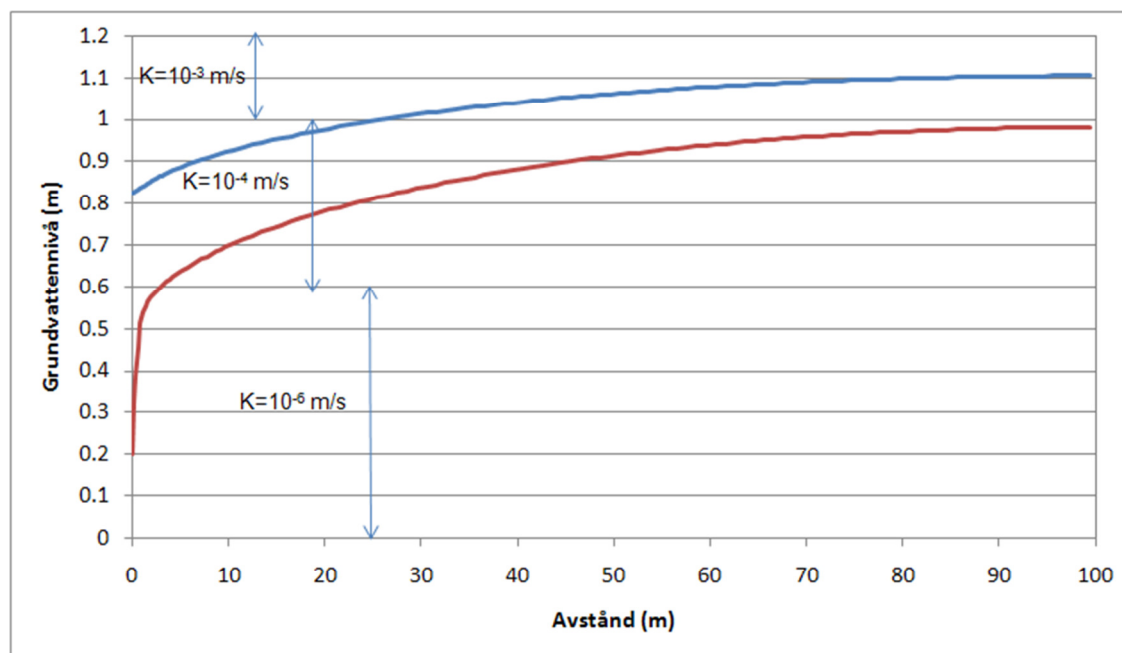
3.4 Påverkansområde vid dränering av myrmark

I en rapport gällande återställning av våtmarker (Geosigma, 2010) presenterades en numerisk modellering av den påverkan ett dike skulle ha på grundvattenytans avsänkning i torven in mot diket. I modellen har ett tvådimensionellt rutnät som ska motsvara ett tvärsnitt av en myr använts och dikets djup relativt torvens överyta har antagits vara 1 m.

Grundvattenytans avsänkning beräknades för grundvattenbildning på 10 respektive 2 l/s·km² (vilket motsvarar ca 315 respektive 63 mm/år). Båda fallen representerar relativt torra förhållanden. Vid fuktigare förhållanden i samband med nederbörd och snösmältning kommer grundvattenavsänkningen att vara betydligt mindre.

Med hänsyn till att torvens genomsläpplighet normalt avtar med ökat djup ansattes i modellen två torvlager med olika hydraulisk konduktivitet K: ett 0,4 m mäktigt ytligt lager med en högre hydraulisk konduktivitet ($K = 10^{-4}$ m/s) och ett djupare lager därunder med en betydligt lägre hydraulisk konduktivitet ($K = 10^{-6}$ m/s). När den antagna grundvattenbildningen var relativt hög behövde modellen kompletteras med ytterligare ett lager med högre K-värde (10^{-3} m/s) för att modellsimuleringen skulle gå att genomföra med rimliga resultat. I verkligheten hade man sannolikt fått ytavrinning under dessa förhållanden.

Resultaten som modellen genererade visar grundvattenytans avsänkning in mot det simulerade en meter djupa diket till vänster i Figur 3-1. Som man kan förvänta sig är grundvattennivåerna högre under våtare förhållanden och skillnaden är större ju närmare diket man kommer. Resultaten visar att ett dike under förhållandevis torra förhållanden sänker grundvattennivån ca 0.2 m på ca 20 m avstånd.



Figur 3-1: Beräknad grundvattennivå på olika avstånd från ett 1 m djupt dike vid olika storlek på grundvattenbildningen presenteras. Blå kurva representerar våtare förhållanden (högre grundvattenbildning) och den röda kurvan torrare förhållanden (lägre grundvattenbildning), (Geosigma, 2010).

4 Generella risker vid byggnation av nya kraftledningsstolpar

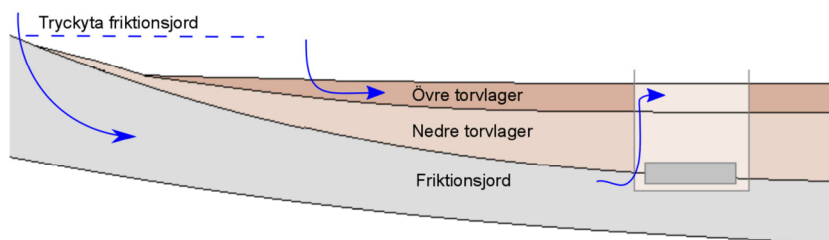
Nedan följer en beskrivning av potentiella hydrauliska och hydrologiska effekter som de planerade nya stolpfundamenten kan ge upphov till. Under respektive stycke görs en generell bedömning av sannolikheten och problematiken kring de beskrivna riskerna och problemtyperna. En kortfattad och generell bedömning för varje vinkelpunkt samt närbelägen kraftledningssträcka görs sedan i kapitel 6.

4.1 Lokal påverkan till följd av vertikala flöden

Den lokala hydrologiska påverkan och dräneringsrisken kring varje enskilt fundament beror bland annat på hur fundamentets nedgrävningsdjup förhåller sig till djupet på omgivande marklager och i vilken utsträckning vatten kan strömma genom och mellan olika lager.

I denna typ av våtmarker utgörs jordlagerföljden generellt av ett torvlager av varierande mäktighet som underlagras av ett annat löst jordlager, ofta morän, på berg. Men eftersom det inte finns några tillgängliga undersökningar i de aktuella våtmarkerna går det inte att fastlägga att det är så även i dessa fall. Som tidigare beskrivits i avsnitt 3.2 avtar den hydrauliska konduktiviteten normalt med djupet i torven och de översta ca 0.3 metrarna av torvpacken uppvisar ofta flera tiopotenser högre värden gällande hydraulisk konduktivitet. Detta innebär att man i många fall kan se torvpacken som två lager med avseende på de hydrauliska egenskaperna. I dessa fall kan den nedre delen av torvpacken agera som en akvifärd dvs. ett tätande skick som hydrauliskt avgränsar ytlig torv från marklagret som underlagras torven. Ett ingrepp som går igenom det nedre torvlagret, t.ex. en fundamentsgrop, kan ge upphov till hydraulisk kontakt mellan en övre akvifär i den ytliga torven och en nedre akvifär i det undre marklagret. Detta kan ge upphov till två olika scenarion:

- Om grundvattentrycket i den nedre akvifären i friktionsjorden är högre än i den ytliga akvifären i torven kommer vatten från den undre akvifären lokalt röra sig uppåt och skapa eller förstärka ett lokalt utströmningsområde. Detta skulle kunna medföra lokalt våtare förutsättningar i det övre torvlagret i fundamentets omedelbara närhet under torra perioder. För att detta ska kunna ske krävs att friktionsjorden är sammanhängande. Det krävs även att friktionsjorden går i dagen i högre liggande områden för att det ska kunna ske en "påfyllning" dvs. grundvattenbildning till det underliggande marklagret som skapar ett grundvattentryck i det undre marklagret som överstiger en eventuellt ytligt grundvattenyta i torven. Se schematisk skiss nedan.
- Om situationen är den omvända med ett högre grundvattentryck i den övre akvifären i torven kan det istället leda till en lokalt ökad infiltration till det undre grundvattenmagasinet i friktionsjorden. Med andra ord skulle detta kunna ge upphov till en lokalt lägre grundvattennivå i det övre torvlagret under vissa perioder.



Figur 4-1: Schematisk skiss över hur en fundamentsgrop kan ge upphov till utströmning från ett undre grundvattenmagasin då det nedre torvlagret fungerar som ett tätande lager.

För att ovan nämnda scenarion ska förekomma i en omfattning som ger en påverkan på våtmarken över tid krävs en relativt hög konduktivitet i det undre marklagret. De högkonduktiva lagren måste vara tillräckligt stora och sammanhängande för att uppdrängnings-/infiltrationseffekterna inte ska begränsas. Slutligen krävs även en relativt stor, över ytan ihållande, hydraulisk gradient i området. I princip kräver detta hydraulisk koppling till relativt närbelägna högre respektive lägre liggande områden.

I det aktuella området dominerar jordlagret under torven sannolikt av morän av någon typ. Generellt kan moränen antas ha relativt låg konduktivitet men moränområden där finmaterialet har spolats bort kan dock inte uteslutas och isälvsavlagringar innehållande sorterat grövre material med hög hydraulisk konduktivitet förekommer i området.

Man kan även tänka sig få liknande effekter med uppdrängning eller infiltration vid pålning genom torven. Detta bedöms dock ge en mer begränsad effekt.

Sammantaget bedöms risken för förändrade hydrauliska och hydrologiska förhållanden som kan påverka våtmarken på grund av förändring i vertikala vattenrörelser som mycket små. Dock kan även små förändringar som verkar under lång tid i en våtmark ge varaktiga effekter. Den kemiska sammansättningen i ett eventuellt uppdrängande vatten kan även spela in och påskynda och/eller förstärka oönskad påverkan i anslutning till fundamenten.

I de stolplatser där grövre material med hög hydraulisk konduktivitet förekommer under torven samtidigt som fundamentsgropen skär genom hela torvlagret bör återfyllning runt fundamenten genomföras med extra noggrannhet för att säkerställa att dessa effekter inte uppstår. Återfyllnadsmaterialet bör ha samma hydrologiska egenskaper (konduktivitet) som det ostörda torvlagret eller lägre konduktivitet. Detta gäller även vid eventuell pålning.

4.2 Förändring av flödesriktning på lång sikt

En annan möjlig effekt av de nya stolpfundamenten är en förändring av flödesvägarna och strömningsriktningen i närheten stolparna. De nya fundamenten kan ses som pluggar i landskapet som delvis stoppar upp vattenflödet och tvingar vattnet att söka en alternativ väg. Detta skulle kunna bli ett problem om en stolpe placeras i en mindre våtmark alternativt i en smalare del i en större våtmark samtidigt som fundamentets tvärsnitt utgör en betydande del av våtmarkens totala bredd i flödesriktningen. Om ett fundament skär av en befintlig flödesväg och ger en dämningseffekt finns risken att uppströmsområdet blir blötare medan området nedströms blir torrare med etablering av vegetation som kan förstärka och påskynda processen.

Om det motsatta gäller dvs. att det i anslutning till fundamenten skapas lokala flödesvägar, som kan förändra och förkorta naturliga flödesvägar i ytskiktet, skulle dessa kunna resultera i lägre grundvattenytor under vissa perioder i närliggande område.

Påverkan av eventuella dränerande effekter i anslutning till fundamenten anses inte utgöra någon större risk då fundamentens utsträckning är mycket begränsad. Ytlig återfyllning med torv kan dessutom eliminera en eventuell sådan effekt om den skulle påvisas.

Sammantaget bedöms risken att de planerade fundamenten ska medföra förändringar i flödesriktningar i de berörda våtmarkerna som mycket liten.

4.3 Påverkan på avrinning

Våtmarker fungerar som naturliga fördröjningsmagasin för genomströmmande vatten. När en våtmark försvinner eller växer igen minskar den fördröjande effekten i området, vilket leder till förändringar i vattenföringen i vattendragen nedströms. Detta kan till exempel innebära högre flödestoppar vid stora nederbördsmängder, se avsnitt 3.3.

De parametrar som kan förändras i fundamentsgropen och i anslutning till stolpfundamenten och som har bäring på avrinningen är till exempel porositet, infiltrationsegenskaper, hydraulisk konduktivitet, evapotranspiration och bildande av mindre ytvattenvägar.

Förändringen av våtmarksyta till följd av de nya stolpfundamenten är försumbar då fundamentarean utgör en marginell del av de våtmarker som berörs. Fundamenten är dessutom isolerade i våtmarken och medför därför inte en risk för en dikningseffekt.

Eventuell skogsavverkning i eller i direkt anslutning till våtmarker förändrar de hydrologiska förutsättningarna på platsen genom en minskad transpiration vilket i sin tur påverkar avrinningen genom lokala förändringar i våtmarkens egenskaper. Detta är effekter som sker på lång sikt och sannolikt motverkas effekten i viss mån av inflyttande vegetation. Effekten är negligerbar med avseende på avrinningen i ett kortare perspektiv men skulle kunna vara påtaglig på längre sikt om relativt stora arealer inom avrinningsområdet är påverkade.

Utöver den direkta effekten på avrinningen som en dikningseffekt skulle medföra skulle även en ökad eller minskad infiltration/utströmning, vilket behandlas i avsnitt 4.1, kunna påverka områdets avrinningsegenskaper. Utöver att risken för ökad/minskat infiltration/utströmning bedöms som mycket liten är den möjliga effekten, om den skulle uppstå, negligerbar i förhållande till den ytavrinning som sker naturligt vid höga vattenstånd i våtmarken.

4.4 Risker under byggnationstiden

Utan förebyggande åtgärder och uppföljning är det troligt att byggnationstiden kommer att ha större betydelse ur ett hydrologiskt perspektiv både på kort och på lång sikt än fundamenten när de väl är på plats.

Körspår från maskiner kan leda vatten ut från torvplanet om de bildar sammanhängande vattenfyllda stråk. Detta gäller för nyttjande av maskiner i samband med anläggande av fundament men även för skogsmaskiner i tidigare skeden vid eventuell avverkning och/eller markförberedande arbeten. För att minska körskador rekommenderas ofta att arbete där maskiner ska köras på våtmarksområden i möjligaste mån bör utföras då det finns tjäle i marken. I fall där detta inte är möjligt bör man noggrant tänka på hur markskador kan begränsas. Om möjligt är det fördelaktigt att transporter in i våtmarken sker tvärs den generella flödesriktningen för att inte skapa flödesvägar som snabbt transporterar vatten från området och påverkar egenskaper vad gäller avvattning.

En annan risk kopplad till byggnationstiden är påverkan från länshållningen av fundamentsgroparna. Även om ett ingrepp genom olika marklager skulle kunna leda till lokal påverkan i torvens ytskikt blir effekten i den övriga torvpacken sannolikt liten då utsträckningen av en eventuell avsänkningstratt är mycket begränsad, se avsnitt 3.4. Utifrån de data som presenteras i avsnitt 3.4 med en uppskattad påverkanszon på 20 meter på var sida om fundamentet skulle ett fundament på 10 m x 10 m ge en påverkansyta av 50 x 50 meter där grundvattennivån kan tänkas förändras med mer än 0.2 meter under torra förhållanden. En sådan grundvattensänkning på upp till 0.2 meter över tid kan vara tillräcklig för att kraftigt påverka förutsättningarna för vitmossa och torvtillväxt på en myr (Holden m.fl. 2004). Under byggtiden bedöms länshållning dock inte skapa en så stor avsänkning i torven under en så lång tid att negativa konsekvenser för torvtillväxt uppkommer. Försiktig infiltration av länsvatten över ytan i närheten av fundamentsgropen bör helt eliminera risken

för kvarstående effekter på grund av tillfällig avsänkning av grundvattenytan i torven som länshållning av schakt kan ge upphov till.

Den effekt som illustreras i Figur 4-1 kan, beroende på materialets egenskaper och utbredning i det marklager som underlagrar torvpacken, vid länshållning orsaka en minskning i grundvattentrycket i den undre akvifären som friktionsmaterialet utgör. En minskning av grundvattentrycket i den undre akvifären kan potentiellt leda till en dränering av den överliggande torven med en kompaktering och förändring av förutsättningarna i ytlagret som följd. Åtgärder för att undvika ett scenario med minskat grundvattentryck i en underliggande akvifär är tätning av schaktgrop ned mot fast/tät botten genom spontning alternativt infiltration av länsvatten till den undre akvifären i schaktgropens närhet.

I samband med byggnationen finns även risker med grumling- och sedimentering i nedströms liggande våtmark och vattendrag. Särskild försiktighet bör iakttagas i närheten av vattendrag. Denna problematik är även kopplad till eventuella infiltrationsåtgärder av länsvatten där försedimentation kan krävas i vissa fall för att undvika negativa effekter.

Vid eventuella stolpplaceringar som gör att mycket höga flöden krävs för länshållning av fundamentsgrop kan det vara svårt att nå en tillfredsställande teknisk infiltrationslösning med avseende på såväl grumling som mekaniska skador (erosion) på torven. Erosion av torven kan till exempel få konsekvenser i form av öppnande av nya, snabbare, flödesvägar för ytavrinning. I dessa fall bör spontning övervägas som en alternativ lösning.

Det finns även en mekanisk påverkan på torven i samband med kompaktering från tunga maskiner och i samband med schaktning som kan förändra dess egenskaper. Åtgärder för att undvika dessa risker behandlas dock inte inom detta uppdrag men dessa effekter kan minimeras om man så långt det är möjligt sköter transporter under den tid det är tjäle.

Anläggande av vägar riskerar att ge både dikande och dämmande effekter och/eller verka avskärande för naturliga flödesvägar för både ytvatten och grundvatten och därmed förändra hydrologin i området både lokalt och i större skala om de anläggs i anslutning till våtmarker.

Förändrade flödesriktningar i samband med anläggandet av stolpfundamenten på grund av tillfällig avsänkning av grundvattenytan är en effekt som inte anses påverka den övergripande flödesriktningen inom respektive avrinningsområde. Med lämpliga platsspecifika åtgärder enligt ovan vad gäller länshållning utgör förändrade flödesriktningar under byggtiden inte ett problem med avseende på hydrauliska och hydrologiska förhållanden.

5 Slutsatser och rekommendationer

Efter att stolppositioner beslutas bör en fotodokumentation av vegetation vid respektive stolpplats genomföras för att möjliggöra en senare bedömning av eventuell påverkan.

För att eliminera potentiella risker för hydrologisk påverkan i våtmarkerna av stolpfundamenten är det av stor vikt att återfyllningsmaterialet har liknande hydrauliska egenskaper som de omgivande marklagren.

I våtmarker är återanvändande av schaktmassor från platsen att rekommendera samt att torvens lagerföljd hålls intakt dvs. torv från nedre delen av torvpacken skall användas för återfyllning av nedre delen av schaktgropen eftersom de hydrauliska egenskaperna skiljer sig mellan lager i torven. Den genom schaktning mekaniskt påverkade torvens egenskaper kommer att avvika från ostörd torv men iakttagande av lagerföljd minimerar ändå avvikelser i fyllningen gentemot omgivning. En bedömning på platsen bör göras men generellt rekommendation är att de översta 0.5 m torv sorteras för sig vid schaktning för att återfyllnad med material av likartade egenskaper skall gälla. Även för schaktning i marklagren under torvpacken gäller att återfyllnad skall göras med material från respektive lager. Om schaktat material inte kan användas vid återfyllning gäller generellt att tätare material/högre packningsgrad i fyllningen än omgivningen är att föredra med avseende på hydrologiska effekter.

I stolppositioner där grövre material med hög hydraulisk konduktivitet förekommer under torven samtidigt som fundamentsgropen skär genom hela torvlagret bör återfyllning runt fundamenten genomföras med extra noggrannhet med avseende på packning och material. Dokumentation av genomförandet rekommenderas med uppföljning genom inspektion och dokumentation av eventuella förändringar i vegetationen.

Vid planering av stolpfundamentens placering bör lokala flödesvägar vid trängre passager i våtmarkerna iakttas. Så länge fundamentet inte utgör en större del av tvärsnittsarean i flödesriktningen bedöms risken för en dämmande effekt annat än mycket lokal som liten.

För att lokalt dämmande effekter inte på lång sikt skall spridas rekommenderas inspektion på plats för samtliga stolpplatser efter något år då systemet stabiliserats. Om en dämmande effekt efter anläggande av fundamenten kan noteras rekommenderas att detta följs upp och att lokalt dikande åtgärder övervägs för att eliminera den dämmande effekten. Om flödesvägar i anslutning till fundamenten anses ha ersatt tidigare lokala avrinningsvägar bör dessa tätas i samband med uppföljning.

Avsaknad av grundvatten- och geoteknikdata gör det svårt att skapa en helhetsbild av grundvattenförhållandena i respektive område. För våtmarksområden ger dock naturvärdesinventeringen som gjorts inom ramen för projektet en relativt god bild av den nuvarande situationen. Variationer och grundvattennivåer i de marklager som underlagrar torven är dock mer oklara och är dessutom av betydelse för de potentiellt skadliga effekter som redovisas i denna rapport. Geoteknisk sondering/provtagning bör genomföras vid slutgiltiga stolppositioner för att kontrollera lagerföljder och möjliggöra en bedömning av potentiella risker. Fördjupad hydrologisk riskanalys bör åtminstone utföras för positioner där den geotekniska sonderingen tyder på högre hydraulisk konduktivitet i djupare lager. Installation av grundvattenrör i den undre akvifären för övervakning av grundvattentrycket för vidare bedömning av risker och åtgärder anses vara en grundläggande åtgärd i dessa fall.

Om risk för dränering av den undre akvifären föreligger rekommenderas åtgärd i form av infiltrationsbrunn och/eller spontning vidtas för att motverka den tillfälliga avsänkning av grundvattenytan som annars kan uppstå under den tid schaktet står öppet.

Besiktning och återställande av eventuella körskador som uppkommit i samband med anläggandet av stolpfundament, och bedöms kunna påverka våtmarken negativt i enlighet med de risker som beskrivs i avsnitt 4.4, bör utföras efter respektive fundament

färdigställande. Eventuellt anläggande av vägar bör föregås av en hydraulisk riskanalys med avseende på våtmarker längs sträckningar där man kan misstänka skadliga effekter.

Det finns potentiella risker att störa den hydrauliska och hydrologiska situationen vid anläggandet av ett stolpfundament i en våtmark. Fundamentens marginella area samt ringa utbredning i förhållande till våtmarkerna gör att de står hydrauliskt isolerade. Med iakttagande av försiktighetsåtgärder under anläggandet anses risken för hydrologisk påverkan av våtmarkerna både på kort och på lång sikt vara små. Lokal förändring i våtmarken på grund av förändring av de hydrauliska egenskaperna fundamenten ger upphov till vid sin placering kan dock inte uteslutas. Förändringar av denna typ anses dock inte påverka den omgivande våtmarkens hydrauliska och hydrologiska förutsättningar och egenskaper men bör följas upp och vid behov fall åtgärdas.

Med platsspecifika försiktighetsåtgärder i enlighet med ovanstående rekommendationer anses en skadlig tillfällig avsänkning av grundvattenytorna i samband med anläggandet av stolpfundamenten liksom förändringar i områdets hydrologi och våtmarkens förutsättningar på lång sikt helt kunna undvikas

6 Bedömning av enskilda vinkelpunkter samt mellanliggande ledningssträckor

Nedan presenteras en kort sammanställning av den platsspecifika information som finns framtagen för var och en av de planerade vinkelpunkterna samt ledningssträckan i närheten av varje vinkelpunkt. Stolparna redovisas i stigande nummerordning, med numrering från Storfinnforsen i väster till Långbjörn i öster. Vinkelpunkter med litet geografiskt avstånd är samlade under samma rubrik.

Den platsspecifika informationen är hämtad från naturvärdesinventering (Enetjärn, 2016). Även viss information från tidigare länsvis våtmarksutredning har använts liksom information från jordartskartan och terrängkartan. Samtlig sammanställd platsspecifik information i denna rapport ska användas för att få en överblick av sammanhanget och inte som referensdokument. För specifik platsinformation för exempelvis byggnation m.m. hänvisas läsaren till ursprungsdokumentet.

Data för den nationella våtmarksinventeringen, VMI, har hämtats från Länsstyrelsernas GIS tjänster <http://projektwebbar.lansstyrelsen.se/gis/Sv/Pages/default.aspx>.

6.1 Vinkelpunkt SV2000, SV1900, SV1800, SV1700, SV1600 och SV1500

Ingen av dessa vinkelpunkter ligger i direkt anslutning till någon våtmark. Underliggande jordarter består av berg i dagen, isälvsediment och moränmarker. Mellan vinkelpunkterna skär kraftledningen genom ett par mindre våtmarksområden, bland annat en 60 meter bred passage av Pettermyran, ett skogsbeväxt rikkärr. Viss hydrologisk påverkan förekommer vid redan befintlig kraftledning.

Öster om vinkelpunkt SV1500 skär kraftledningsgatan ett par mindre bäcker (Tjärnlobbäcken och Blektjärnsbäcken) med omgivande våtmarksområden, särskild försiktighet bör iakttas avseende grumling i samband med anläggandet samt att fundamenten inte skär av befintliga flödesvägar.



Teckenförklaring

- Ledningssträckning
- Vinkelpunkter
- VMI-områden, Länsstyrelsens inventering

Klass naturvärdesinventering

- Klass 1
- Klass 2
- Klass 3

Figur 6-1: Vinkelpunkt SV2000, SV1900, SV1800, SV1700, SV1600 och SV1500

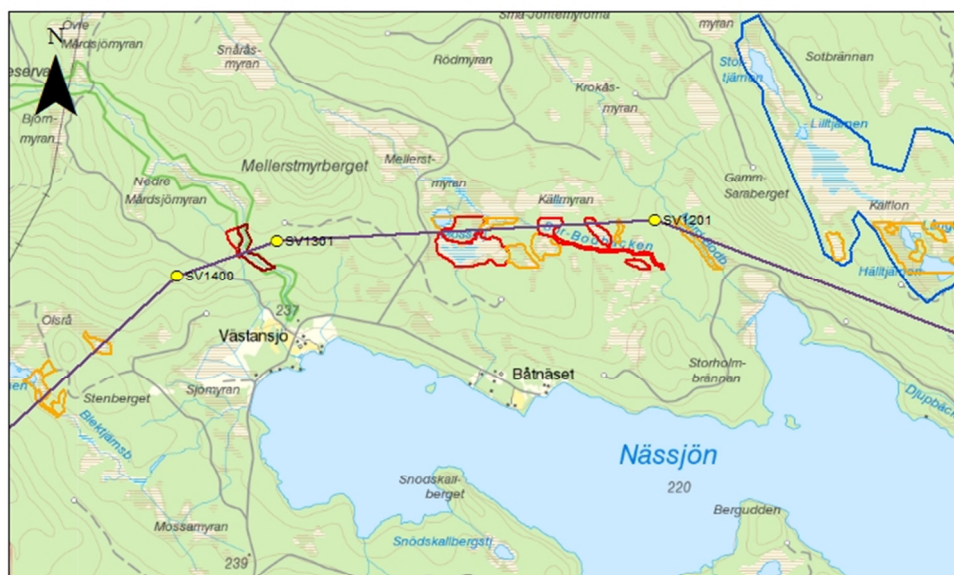
6.2 Vinkelpunkt SV1201, SV1301 och SV1400

Samtliga av dessa vinkelpunkter är belägna på moränmark. Ingen av vinkelpunkterna ligger direkt i våtmarksområden, men två av dem i nära anslutning till.




Vinkelpunkt 1301 ligger 200 meter från Lill-Mårdsjöbäcken, som klassats med klass 1 i naturvärdesinventeringen (Enetjärn, 2016). Område är såväl naturreservat som Natura2000 område och bedöms ha opåverkad hydrologi. Trafik till vinkelpunkt 1301 bör ske via vägen i öster utan att korsa Lill-Mårdsjöbäcken.

Vinkelpunkt 1201 ligger 150 respektive 200 m ifrån Nörd-bodbäcken (klass 3 enligt naturvärdesinventeringen) och Sör-bodbäcken (klass 2). Vinkelpunkten går dock förmodligen att nå från nordväst utan att korsa vattendragen.

I närheten av dessa vinkelpunkter skär kraftledningen igenom ett flertal mindre våtmarker. Försiktighet bör iaktas med avseende på körskador vid placering av stolpfundament i våtmarkerna kring Nedre Mårdsjömyran, Mossatjärn och Sör-Bodbäcken. Om möjligt bör fundament inte placeras precis söder om Mossatjärnen för undvika risk för skära av flödesvägar mellan tjärnen och de mindre våtmarksområdet i söder. Av samma anledning bör fundament undvikas att placeras i direkt anslutning till där kraftledningen skär Sör-bodbäcken och vattendraget söder om Nedre Mårdsjömyran. Den senare omges dessutom av ett naturreservat.



Teckenförklaring

-  Ledningssträckning
-  Vinkelpunkter
-  VMI-områden, Länsstyrelsens inventering

Klass naturvärdesinventering

-  Klass 1
-  Klass 2
-  Klass 3

0 0.5 1 2
Kilometer

Figur 6-2: Vinkelpunkt SV1201, SV1301 och SV1400




6.3 Vinkelpunkt SV1100, SV1000 och SV0901

För punkt SV1100, SV1000 och SV901 har kraftledssträckningen flyttats söderut sedan naturvärdesinventeringen genomfördes. Med den nya sträckningen hamnar vinkelpunkterna utanför Kälflons och Stormyrans våtmarksområde. Dessa våtmarksområden har länsstyrelsen tidigare bedömt ha högt naturvärde (klass 1 respektive klass 3) medan den senare naturvärdesinventering har bedömt området som delvis klass 2 och delvis klass 3. Även om vinkelstolparna placeras utanför våtmarksområdet kommer kraftledningssträckningen att skära genom våtmarksområde. Vid anläggandet av stolpfundament mellan SV1100 och SV1000 bör risker förknippade med körskador särskilt iakttas. Stolpfundamenten mellan vinkelpunkterna bör därmed placeras för att minimera påverkan på våtmarksområdena. Speciellt viktigt är detta i närheten av de två vattendragen som avvattnar Krok tjärnen. Eventuella fundament söder om Krok tjärnen riskerar även att ligga i utströmningsområden med potentiell risk för ökad utströmning i fundamentsgropen. Kraftledningen skär inga passager där våtmarksytan är smalare än 150 meter och risken för uppdamning ska ske bedöms i övrigt som liten. I närheten av vinkelpunkt SV901 skär kraftledningen ett flertal mindre våtmarker, utifrån tillgängligt underlag bedöms dock inga särskilda risker föreligga vid dessa våtmarker.

Vinkelpunkt SV1000 är belägen på torvmark, SV901 på moränmark och SV1100 på gränsen mellan morän, berg i dagen och torvmark.



Teckenförklaring

-  Ledningssträckning
-  Vinkelpunkter
-  VMI-områden, Länsstyrelsens inventering

Klass naturvärdesinventering

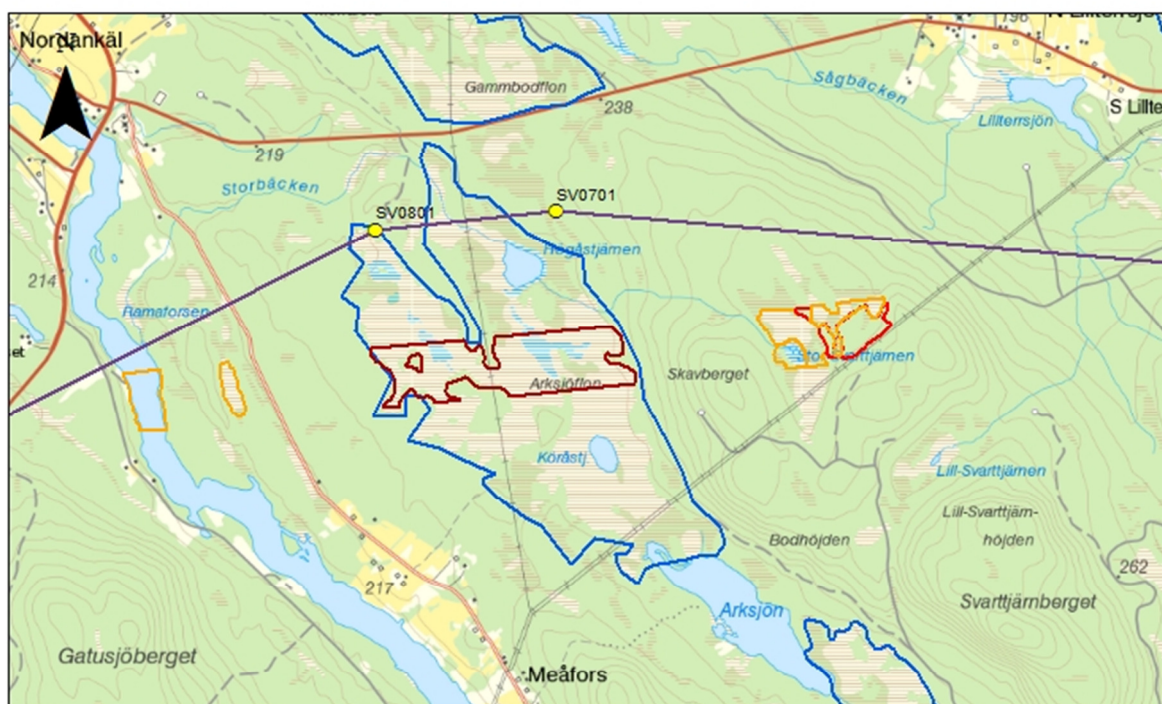
-  Klass 1
-  Klass 2
-  Klass 3






Figur 6-3: Vinkelpunkt SV1100, SV1000 och SV0901

6.4 Vinkelpunkt SV0801 och SV0701

Båda vinkelpunkterna är belägna på torvmarker i utkanten av våtmarksområdet kring Arksjöflon. Sedan naturvärdesinventeringen gjordes har kraftledningen fått en nordligare sträckning vilket gör att kraftledningen inte skär rakt igenom det klass 1 klassade våtmarksområdet. Ledningssträckning går dock genom våtmarksområdets norra del och stolpar bör placeras för att minimera skador på våtmarken. Särskild försiktighet bör iaktas där kraftledningsgatan korsar det 150 meter breda våtmarkspartiet kring Storbäcken samt vid smalare partier av våtmarksområdet kring Ramaforsen väster om punkt SV0801.



Teckenförklaring

-  Ledningssträckning
-  Vinkelpunkter
-  VMI-områden, Länsstyrelsens inventering



Klass naturvärdesinventering

-  Klass 1
-  Klass 2
-  Klass 3




Figur 6-4: Vinkelpunkt SV0801 och SV0701

6.5 Vinkelpunkt SV0600

Vinkelpunkt SV0600 är belägen på en yta med berg i dagen och ligger inte i närheten av något naturvärdesklassad våtmark. Stolpar i närheten av Tarån öster om berörd vinkelpunkt bör placeras för att minimera störning av vattendraget.



Teckenförklaring

-  Ledningssträckning
-  Vinkelpunkter
-  VMI-områden, Länsstyrelsens inventering

Klass naturvärdesinventering

-  Klass 1
-  Klass 2
-  Klass 3

Figur 6-5: Vinkelpunkt SV0600




6.6 Vinkelpunkt SV0500, SV0400, SV0300, SV0200 och SV0100

Vinkelpunkt SV0500 är belägen i närheten av Röån, vilken klassificerats som klass 2 i naturvärdesinventeringen. Risk för grumling bör iaktas vid anläggandet.

Underlaget vid vinkelpunkt SV0500 utgörs av silt/lera enligt. SV0400 ligger på gränsen mellan områden av lera och berg i dagen och SV0300, SV0200 och SV0100 på gränsen mellan berg i dagen och isälvsediment.



Teckenförklaring

-  Ledningssträckning
-  Vinkelpunkter
-  VMI-områden, Länsstyrelsens inventering

Klass naturvärdesinventering

-  Klass 1
-  Klass 2
-  Klass 3

Figur 6-6: Vinkelpunkt SV0500, SV0400, SV0300, SV0200 och SV0100

7 Referenser

- Ballard C.E., McIntyre N., Wheeler H.S. 2012. Effects of peatland drainage management on peak flows. *Hydrology and Earth System Sciences* 16: 2299–2310. DOI: 10.5194/hess-16-2299-2012
- Dugan P.J. 1990. Wetland conservation: a review of current issues and required actions. IUCN, Gland Schweiz.
- Eggelsmann, R., 1987. Okotechnische Aspekte der Hochmoorregeneration. *Telma* 17: 59-94.
- Enefjärn, 2016, Inventering och bedömning av naturvärde Långbjörn-Storfinnforsen
- Henriksson L. och Vartia K. (2006). Öppna mossar växer igen i Sydsverige.- *Fauna och Flora* 101(3):8-15. Tillgänglig via: <http://www.wwf.se/source.php/1120861/Mossar.pdf>. 2014-12-21.
- Holden J., Chapman P.J. & Labadz J C 2004. Artificial drainage of peatlands: hydrological and hydrochemical process and wetland restoration. *Progress in Physical Geography* 28, s 95-123.
- Geosigma, 2010, Hydroteknisk och hydrologisk utredning av planerad våtmarksrestaurering i Ånnsjöns naturreservat.
- Grip H. och Rodhe A. 2000. Vattnets väg från regn till bäck. Hallgren & Fallgren, Uppsala, 156s.
- Lewis, C., Albertson, J., Xu, X., Kiely, G., 2012. Spatial variability of hydraulic conductivity and bulk density along a blanket peatland hillslope. *Hydrological Processes* 26 (10), 1527–1537.
- Lundin, L. 1994. Impacts of forest drainage on flow regime. *Studia Forestalia Suecica* 192. 22 pp. ISSN 0039-3150, ISBN 91-576-4872-7.
- Naturvårdsverket 1987. Skogs- och myrdikningens miljökonsekvenser. Slutrapport från ett projektområde. Naturvårdsverket rapport 3270.
- Naturvårdsverket 2003. Flöden i vattendrag Bakgrundsrapport till Miljökvalitetsnormer för flöden/nivåer i rinnande vatten - redovisning av ett regeringsuppdrag (NV rapport 5292).
- Naturvårdsverket 2006. Åtgärdsprogram för bevarande av rikkärr. Naturvårdsverket Rapport 5601.
- Sundberg, S., 2006. Åtgärdsprogram för bevarande av rikkärr.
- Sweco, 2015, Protokoll marktekniska undersökningar Storfinnforsen-Midskog