



RAPPORT

1 (17)

Handläggare
Dag Wisaeus

Datum
2014-11-04

Uppdragsnr

Mobil 070-539 69 15

dag.wisaeus@afconsult.com

Miljöanpassade mintappningar till Juktån. Beräkning av produktionsbortfall och kostnader

ÅF-Industry AB

Dag Wisaeus

Innehållsförteckning

INNEHÅLL

1	INTRODUKTION.....	5
2	MINTAPPNINGAR.....	7
2.1	Mintappning enligt vattenhushållningsbestämmelserna.....	7
2.2	Mintappningar enligt scenario 1-6.....	7
3	INVERKAN PÅ JUKTÅN AV ÄNDRADE MINTAPPNINGAR.....	9
4	INVERKAN PÅ PRODUKTIONEN AV ÄNDRADE MINTAPPNINGAR	11
4.1	Förutsättningar.....	11
4.2	Ändrad produktion i Juktan t.o.m. Grundfors	11
4.2.1	Allmänt.....	11
4.2.2	Beräkningar.....	12
4.3	Ändrad produktion i Rusfors t.o.m. Stornorrfors	14
4.3.1	Förutsättningar.....	14
4.3.2	Beräkningar.....	14
4.4	Omfördelning vinter till sommar	16
5	SAMMANSTÄLLNING OCH DISKUSSION AV RESULTAT	17

Bilagor

Bilaga 1:1 – 1:9	Bilagor till beräkningar av produktionsändringar i kraftverken Juktan – Grundfors
Bilaga 2:1 – 2:22	Bilagor till beräkningar av produktionsändringar i kraftverken Rusfors - Stornorrfors

Sammanfattning

Enligt Juktans vattenhushållningsbestämmelser ska i genomsnitt 3,8 m³/s av Storjuktans tillrinning tappas som minflöde till Juktån medan resterande del får tappas genom Juktans kraftstation till Storuman via en ca 20 km lång tunnel. Storjuktans tillrinning 1962-2007 var ca 29,7 m³/s. Säsongsvariationen av mintappningarna enligt vattenhushållningsbestämmelserna är låg.

I det följande beräknas produktionsändringar i GWh/år och miljoner SEK/år när nuvarande minflöden ersätts av flöden med större säsongsvisa variationer enligt sex scenarier som tagits fram av Umeälvens Vattenregleringsföretag. Enligt scenarierna skall vinterflödena bli lägre och sommarflödena högre än vid nuvarande förhållanden. Scenarierna 1-5 innebär totalt sett högre medelminflöden än idag medan scenario 6 innebär lägre medelminflöde.

Ändrade mintappningar från Storjuktan till Juktån påverkar energiproduktionen i Umeälvens kraftverk mellan Juktan och havet på bl.a. följande sätt:

- *Juktan t.o.m. Grundfors*: Högre mintappning till Juktån medför lägre tappning i Juktans kraftstation och därmed även i Umluspen, Stensele och Grundfors. Juktån mynnar i Rusforsmagasinet nedströms Grundfors kraftstation. Minimitappningen till Juktån kan därför inte användas för energiproduktion på denna sträcka.
- *Rusfors t.o.m. Stornorrfors*: Högre mintappning till Juktån framförallt under försommaren medför högre tillrinningar till stationerna mellan Rusforsmagasinet och havet. Eftersom de ökade mintappningarna till Juktån sammanfaller med vårfloden kommer en del av mintappningen som nu utnyttjas vintertid att spillas bort under sommaren och därmed minska produktionen i kraftverken nedströms Rusforsmagasinet. Dessutom utförs revisioner och avställningar företrädesvis under sommaren vilket ytterligare ökar spillet.
- Omfördelning av Juktåns mintappning från vinter till sommar medför att värdet av den mintappning som inte spillas bort minskar på grund av lägre kraftpriser sommartid.

Följande resultat har erhållits när produktion och intäkter vid de 6 scenarierna jämförs med produktion och intäkter med nuvarande mintappningar med årsmedelvärdet $Q_{\min} = 3,81 \text{ m}^3/\text{s}$.

Scenario	Q_{\min} (m^3/s)	Produktionsändring p.g.a. ökat spill Juktan t.o.m. Grundfors		Produktionsändring p.g.a. ökat spill Rusfors t.o.m. Stornorrff.		Totalt Juktan t.o.m. Stornorrfors	
		GWh/år	MSEK/år	GWh/år	MSEK/år	GWh/år	MSEK/år
1	6,30	-22,6	-5,7	-3,1	-0,9	-25,7	-6,6
2	5,71	-17,0	-4,3	-2,7	-0,8	-19,7	-5,1
3	5,13	-10,5	-2,7	-2,2	-0,6	-12,7	-3,3
4	4,55	-6,3	-1,3	-1,7	-0,5	-8,0	-1,8
5	3,99	-0,1	0,2	-1,2	-0,3	-1,3	-0,1
6	2,15	13,8	4,7	0,5	0,1	14,3	4,8

Scenarierna 1-5 minskar intäkterna medan scenario 6 som innebär lägre mintappningar än idag ökar intäkterna jämfört med dagens förhållanden.

En jämförelse mellan produktion och intäkter vid nuvarande mintappningar och fallet att ingen mintappning tappas från Storjuktan till Juktån visar att den nuvarande mintappningen medför produktionsförlusten 36,3 GWh/år med värdet 10,4 miljoner SEK/år.

Förutom beräkning av kostnader på grund av ändrade mintappningar beskrivs i studien hur ändrade mintappningar påverkar Juktåns flöden i tre punkter;

1. Vid utloppet av Sikselet ca 2,5 km nedströms Storjuktans damm.
2. Vid Lycksamyran där en mindre del av Juktåns vatten överleds till Lycksabäcken
3. Vid Gunnarn uppströms Gunnarbäckens inlopp i Juktån

1 INTRODUKTION

Enligt vattenhushållningsbestämmelserna ska i genomsnitt minst 3,8 m³/s tappas genom Storjuktans damm till Juktån medan resterande del får ledas genom Juktans kraftstation och därifrån genom en ca 20 km lång utloppstunnel till Storuman. Juktåns medelflöde vid utloppet ur Storjuktan var ca 29,7 m³/s under perioden 1962-2007. Juktån mynnar i Umeälven vid Åskilje by som är en del av Rusforsmagasinet nedströms Grundfors kraftstation.

Storjuktans dämningssgräns ligger på nivån 411,66 möh medan Rusforsmagasinets dämningssgräns är 264,8 möh. Av nivåskillnaden 146,86 m är 143,9 m utbyggd i stationerna Juktan, Umluspen, Stensele och Grundfors. Minimitappningen till Juktån kan inte utnyttjas för energiproduktion på denna sträcka.

Resterande fallhöjd 265 m mellan Rusforsmagasinet och havet är helt utbyggd.



Figur 1:1. Översiktskart för stationerna mellan Juktån och Rusfors

I denna studie beräknas först inverkan på Juktåns flöden i tre punkter när mintappningarna till Juktån ändras enligt sex scenarier som föreslagits av Umeälvens Vattenregleringsföretag.

De ändrade flödena studeras i följande punkter:

Pkt 1: Vid utloppet av Sikselet ca 2,5 km nedströms Storjuktans damm.

Pkt 2: Vid Lycksamyran där en mindre del av Juktåns vatten överleds till Lycksabäcken

Pkt 3: Vid Gunnarn uppströms Gunnarbäckens inlopp i Juktån

Scenario 1-5 innebär högre genomsnittliga mintappningar än enligt nuvarande vattenhushållningsbestämmelser medan scenario 6 innebär lägre genomsnittlig mintappning. Alla sex scenarierna innebär att de säsongsvisa skillnaderna ökar. I scenarierna 1-5 blir mintappningarna i maj-juli väsentligt högre än idag medan de i scenario 6 blir ungefär desamma. I alla scenarierna blir minflödena under vintern lägre än idag.

Därefter beräknas inverkan på energiproduktionen av förändrade mintappningar till Juktån enligt Vattenregleringsföretagets sex mintappningsscenarier.

Ändrade mintappningar från Storjuktan till Juktån påverkar energiproduktionen i Umeälvens kraftverk mellan Juktan och havet på bl.a. följande sätt:

- *Juktan t.o.m. Grundfors*: Högre mintappning till Juktån medför lägre tappning i Juktans kraftstation och därmed även i Umluspen, Stensele och Grundfors. Juktån mynnar i Rusforsmagasinet nedströms Grundfors kraftstation. Minimitappningen till Juktån kan därför inte användas för energiproduktion på denna sträcka.
- *Rusfors t.o.m. Stornorrfors*: Högre mintappning till Juktån framförallt under försommaren medför högre tillrinningar till stationerna mellan Rusforsmagasinet och havet. Eftersom de ökade mintappningarna till Juktån sammanfaller med vårflo den kommer en del av mintappningen som nu utnyttjas vintertid att spillas bort under sommaren och därmed minska produktionen i kraftverken nedströms Rusforsmagasinet. Dessutom utförs revisioner och avställningar företrädesvis under sommaren vilket ytterligare ökar spillet.
- Omfördelning av Juktåns mintappning från vinter till sommar medför att värdet av den mintappning som inte spillas bort minskar på grund av lägre kraftpriser sommartid.

2 MINTAPPNINGAR

2.1 Mintappning enligt vattenhushållningsbestämmelserna

Följande minflöden skall tappas till Juktån enligt vattenhushållningsbestämmelserna:

Period	Q _{min}
1 maj – 1 jun	3,0
2 jun – 15 okt	5,0
16 okt – 22 apr	3,0
23 apr – 30 apr	6,0

Bortsett från "vårfloden" 23 – 30 april är säsongsvariationen av mintappningarna låg vilket framgår av diagram 2:1. Årsmedelvärdet av mintappningarna är 3,81 m³/s.

Tabell 2:1. Mintappningar till Juktån

Vid stora tillrinningar till Storjuktan samtidigt som magasinet ligger på dämning-gränsen kan mycket höga tvångspill ske till Juktån, se Diagram 4:1.

2.2 Mintappningar enligt scenario 1-6

Umeälvens Vattenregleringsföretag har konstruerat 6 mintappningsscenarier med dygnsflöden som baseras på av SMHI rekonstruerade oreglerade dygnsflöden från den 14 år långa flödesserien 1999-2012 vid Storjuktans utlopp. Jämfört med nuvarande mintappningar så blir vintertappningarna lägre och sommartappningarna högre.

I ett första steg har Regleringsföretaget konstruerat en årsserie som består av medianvärden för vart och ett av årets 365 dygn med utgångspunkt från rekonstruerade oreglerade dygnsflöden för respektive dygn under 14-årsperioden.

I ett andra steg har Regleringsföretaget definierat 6 mintappningsscenarier där varje scenario består av procentuella andelar av årsserien med medianvärden. För de dygn där den procentuella andelen av medianserien understiger ett av Regleringsföretaget definierat basflöde, 1,67 m³/s, ersätter basflödet det beräknade värdet.

Följande procentuella andelar har fastställts för de 6 scenarierna:

Scenario	Andel av medianalternativet (%)	Mintappning (m ³ /s)
1	20	6,30
2	18	5,71
3	16	5,13
4	14	4,55
5	12	3,99
6	5	2,15

Tabell 2:2. Sammanställning av scenarier.

Som jämförelse är årsmedelflödet av nuvarande mintappningar 3,81 m³/s.

Regleringsföretagets dygnsmedelvärden har konverterats till veckomedelvärden för att de ska kunna användas i det produktionsoptimeringsprogram som används för att

beräkna konsekvenserna av ändrade mintappningar. Dygnsvärden och veckovärden för de 6 scenarierna samt nuvarande mintappningar visas i nedanstående diagram.

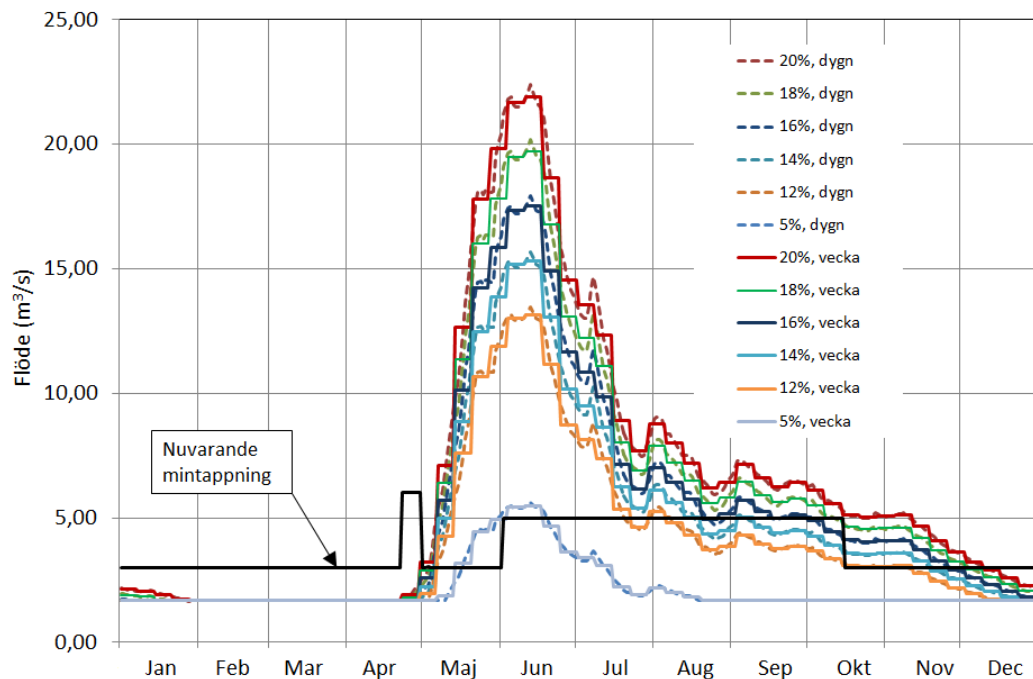


Diagram 2:1. Jämförelse dygns- och veckovärden vid dammen.

Som framgår av Diagram 2:1 ger beräknade veckomedelvärden en representativ bild av Regleringsföretagets scenarier med dygnsvärden.

Veckomedelvärdena har räknats om till månadsmedelvärden enligt följande tabell:

Mintap.	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Medel
Nuv.	3,00	3,00	3,00	3,80	3,00	4,93	5,00	5,00	5,00	3,97	3,00	3,00	3,81
Scen. 1	1,93	1,67	1,67	1,76	11,56	19,55	10,57	7,29	6,62	5,43	4,52	2,79	6,30
Scen. 2	1,78	1,67	1,67	1,72	10,41	17,60	9,51	6,56	5,96	4,88	4,07	2,51	5,71
Scen. 3	1,68	1,67	1,67	1,69	9,25	15,64	8,45	5,83	5,30	4,34	3,62	2,23	5,13
Scen. 4	1,67	1,67	1,67	1,67	8,09	13,69	7,40	5,10	4,63	3,80	3,16	1,97	4,55
Scen. 5	1,67	1,67	1,67	1,67	6,94	11,73	6,34	4,37	3,97	3,26	2,71	1,78	3,99
Scen. 6	1,67	1,67	1,67	1,67	3,07	4,89	2,64	1,87	1,67	1,67	1,67	1,67	2,15

Tabell 2:3. Sammanställning av flödesscenierna (m^3/s)

3 INVERKAN PÅ JUKTÅN AV ÄNDRADE MINTAPPNINGAR

I Vattenfalls rapport "Juktån, hydrologi 2014-03-05" visas i Diagram 2:2 totalflöden i tre beräkningspunkter. Totalflödena består av mintappningar från dammen enligt gällande vattenhushållningsbestämmelser samt beräknade lokaltillrinningar mellan dammen och beräkningspunkterna. Motsvarande beräkningar har i denna studie utförts med utgångspunkt från Regleringsföretagets 6 scenarier.

Enligt pkt 2:1 kan tvångspill ske från dammen vid höga tillrinningar då Storjuktan ligger på dämningens gränser. Tillfälligt tvångspill kan vissa månader höja månadsmedelflödena väsentligt. För att en uppfattning av scenariernas inverkan skall erhållas vid normala förhållanden bortses från tvångsspillen och i diagram 3:1 till 3:3 har det antagits att endast spill enligt vattenhushållningsbestämmelserna tappas från Storjuktan. Beräkningspunkternas lokaliseringar visas i figur 1:1.

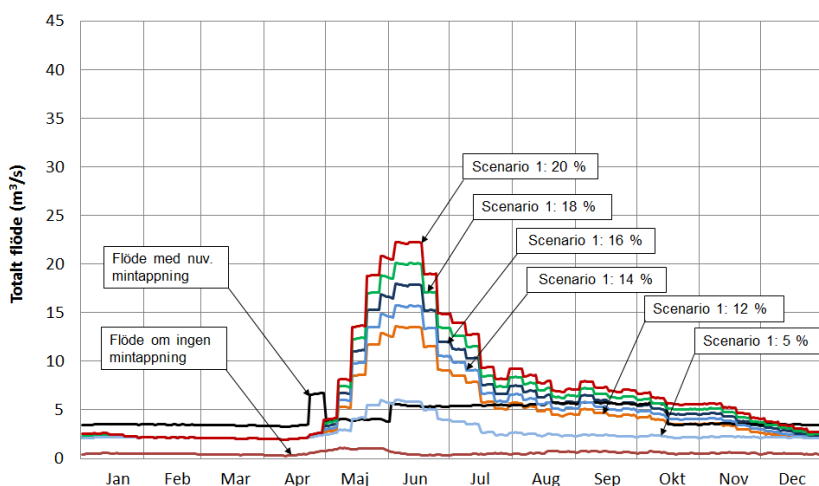


Diagram 3.1. Totalflödesscenarier Sikselet, beräkningspunkt 1.

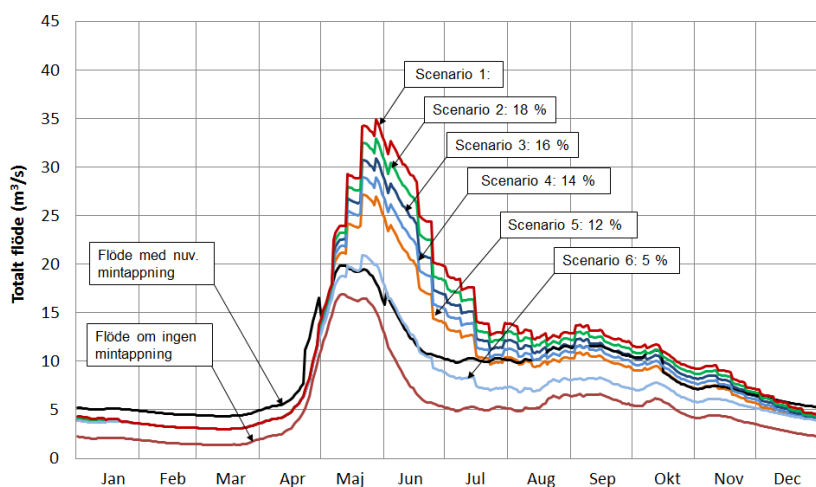


Diagram 3.2. Totalflödesscenarier Lycksamyran, beräkningspunkt 2.

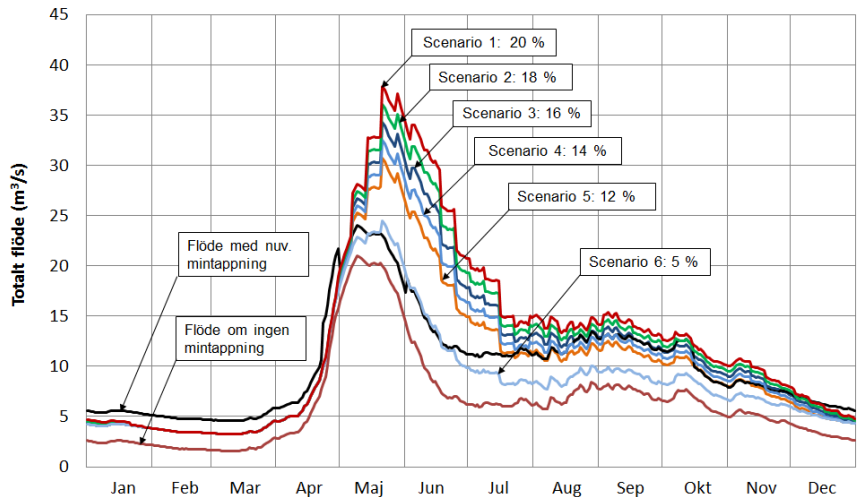


Diagram 3:3 Totalflödesscenarier uppströms Gunnarbäcken, beräkningspunkt 3.

Som framgår av diagrammen innebär samtliga scenarier att totalflödena från och med mitten av december till och med april blir lägre än enligt nuvarande vattenhushållningsbestämmelser. Under maj till och med juli tappas det mer enligt scenarierna 1-5 än enligt vattenhushållningsbestämmelserna. Scenario 6 innebär totalt lägre mintappningar än idag utom under en månad i skiftet maj-juni. Se även tabell 2:2.

Diagram 3:4 visar att Regleringsföretagets scenario 1 på ett bra sätt efterliknar den flödesregim som rådde i Juktån före regleringen av Storjuktan enligt SMHI:s oreglerade månadsflöden 1917-59. På grund av utebliven fjällflod vid nuvarande förhållanden kommer dock flödestoppen ca 1 månad tidigare än vad den gjorde vid oreglerade förhållanden. Övriga scenarier 2-6 medför samma säsongsfördelning av vattnet som scenario 1.

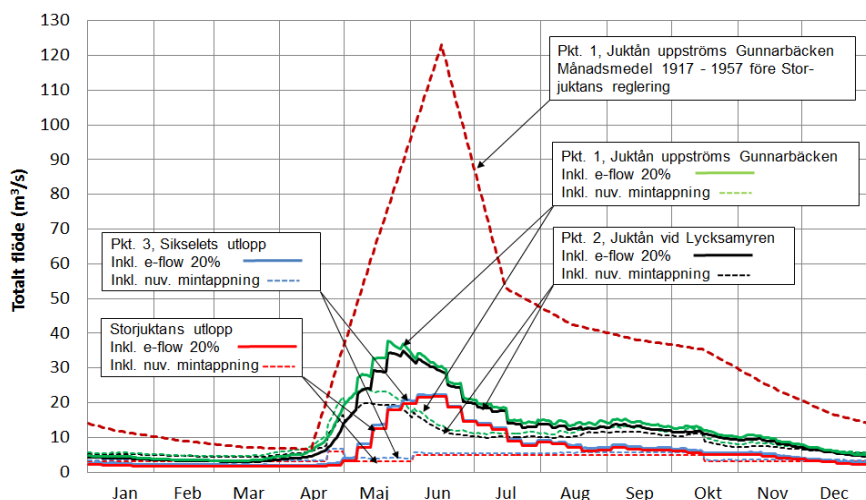


Diagram 3:4 Mintappningsscenarier uppströms Gunnarbäcken, beräkningspunkt 3.

Diagrammet visar också att särskilt nedströms dammen och vid Sikselets utlopp så medför mintappningar enligt scenarierna att Juktån ändras från att vara en liten å med onaturliga årstidsvariationer till att bli en något större å med naturliga variationer.

4 INVERKAN PÅ PRODUKTIONEN AV ÄNDRADE MINTAPPNINGAR

4.1 Förutsättningar

Ändrade mintappningar från Storjuktan till Juktån påverkar energiproduktionen och dess värde i Umeälvens kraftverk nedströms Storjuktan.

Förändringarna består som nämnts ovan av:

- Påverkan på produktionen i Juktan, Umluspen, Stensele och Grundfors.
- Ökat spill i kraftstationerna Rusfors t.o.m. Stornorrfors
- Ändrat värde på energiproduktionen av Juktåns mintappningar nedströms Rusforsmagasinet då en större andel av mintappningarna tappas under sommaren då kraftvärdena är låga.

Beräkningarna av produktionsändringarna i kraftstationerna Juktan, Umluspen, Stensele och Grundfors har utförts med Vattenfalls produktionsoptimeringsprogram Prodrisk där samtliga kraftstationer i Umeälven ingår i beräkningsmodellen. E.Ons och Statkrafts kraftverk har beskrivits schematiskt eftersom detaljerade data saknas för dessa.

Hydrologin baseras på den 46 år långa tillrinningsserien 1962-2007. Kraftvärden utgörs av Vattenfalls prisprognos i €/MWh för kraftvärden 2013-2015 med spridning från tillrinnings-statistiken 1962-2007. Medeltillrinningen till Storjuktan 1962-2007 var 29,7 m³/s och det prognosticerade medelkraftvärdet 2013-2015 är 32,3 €/MWh eller 0,29 SEK/kWh vid växelkursen 1€ = 9,0 SEK.

Beräkningen av kostnaderna för ökat spill i kraftstationerna Rusfors t.o.m. Stornorrfors har beräknats manuellt med utgångspunkt från uppmätta timvisa turbintappningar och spill i Vattenfalls anläggningar 1996-2013. Spillen har berott både på höga flöden och avställningar. Det förutsätts att de uppmätta spillen är representativa även för en längre period. Spillen i Statkrafts och E.Ons kraftverk har proportionerats från Vattenfalls anläggningar. Beräkningarna har utförts manuellt dels för att avställningarna inte finns inlagda i Prodriskmodellen och dels för att en verklighetsanpassad uppfattning ska erhållas av hur ofta och hur mycket det spills. *I ett senare skede ska planerade avställningar läggas in i modellen.*

4.2 Ändrad produktion i Juktan t.o.m. Grundfors

4.2.1 Allmänt

Den andel av Storjuktans tillrinningar som tappas genom Juktans kraftstation avbördas till Storuman via Juktans utloppstunnel. Vattnet utnyttjas i kraftstationerna Juktan, Umluspen, Stensele och Grundfors innan det kommer ner till Rusforsmagasinet. Den andra delen som tappas som mintappning eller spill till Juktån når Umeälven vid Åskilje i övre delen av Rusforsmagasinet och utnyttjas inte för energiproduktion på denna sträcka. När mintappning till Juktån ökar minskar således produktionen i kraftverken mellan Storjuktan och Rusfors med den utbyggda bruttofallhöjden 143,9 m.

Produktionsförluster i GWh/år och milj. SEK/år av ändrade mintappningar enligt scenario 1-6 har beräknats genom jämförelser med produktionen och dess värde vid mintappningar enligt nu gällande vattenhushållningsbestämmelser.

Kostnaden för nuvarande mintappning har beräknats genom att produktionen och dess värde jämförts med fallet att ingen mintappning tappas från Storjuktan till Juktån.

4.2.2 Beräkningar

Det totala spillet från Storjuktan till Juktån i följande beräkningar består av två delar:

- Mintappningar enligt vattenhushållningsbestämmelserna eller enligt Regleringsföretagets scenarier.
- Tvångstappningar från dammen då tillrinningen till Storjuktan överstiger turbinens slukförmåga 50 m³/s samtidigt som Storjuktan ligger på dämningssgränsen.

Eftersom tvångstappningarna inkluderats i det totala spillet i Prodriskberäkningarna blir spillet i dessa beräkningar något större än det teoretiska spill utan tvångstappningar som redovisas i diagrammen enligt pkt. 2.2.

I nedanstående tabell har beräknat totalt spill från Storjuktan till Juktån sammanställts:

Beräkningsfall	Spill från Storjuktan (m ³ /s)	Skillnad mot ingen mintappning (m ³ /s)	Skillnad mot nuvarande mintappning (m ³ /s)
Ingen mintappning	0,80	-	-3,75
Nuvarande mintappn.	4,55	3,75	-
Scenario 1, 20% av basflöde	6,91	6,12	2,37
Scenario 2, 18% av basflöde	6,38	5,58	1,83
Scenario 3, 16% av basflöde	5,77	4,97	1,23
Scenario 4, 14% av basflöde	5,23	4,43	0,69
Scenario 5, 12% av basflöde	4,68	3,88	0,13
Scenario 6, 5% av basflöde	2,91	2,11	-1,64

Tabell 4:1. Sammanställning av spill från Storjuktan till Juktån

Av tabellen framgår att tvångsspillet från Storjuktan i genomsnitt är 0,80 m³/s. Om övriga spill från Storjuktan reduceras med 0,80 m³/s enligt kolumnen "Skillnad mot ingen mintappning" erhålls i stort sett samma spill som enligt tabell 2:2.

Sammanställning av produktion i GWh/år, Juktan t.o.m. Grundfors:

Beräkningsfall	Produktion (GWh/år)	Skillnad mot ingen mintappning (GWh/år)	Skillnad mot nuvarande mintappning (GWh/år)
Ingen mintappning	1 243,55	-	36,30
Nuvarande mintappn.	1 207,25	-36,30	-
Scenario 1, 20% av basflöde	1 184,62	-58,93	-22,63
Scenario 2, 18% av basflöde	1 190,26	-53,29	-16,99
Scenario 3, 16% av basflöde	1 196,79	-46,76	-10,46
Scenario 4, 14% av basflöde	1 200,97	-42,58	-6,28
Scenario 5, 12% av basflöde	1 207,11	-36,45	-0,14
Scenario 6, 5% av basflöde	1 221,07	-22,48	13,83

Tabell 4:2. Sammanställning av produktion. Juktan t.o.m. Grundfors

Sammanställning av produktionens värde i milj.SEK/år, Juktan t.o.m. Grundfors:

Beräkningsfall	Produktion (milj.SEK/år)	Skillnad mot ingen mintappning (milj.SEK/år)	Skillnad mot nuvarande mintappning (milj.SEK/år)
Ingen mintappning	366,5		10,4
Nuvarande mintappn.	356,1	-10,4	-
Scenario 1, 20% av basflöde	350,4	-16,1	-5,7
Scenario 2, 18% av basflöde	351,8	-14,7	-4,3
Scenario 3, 16% av basflöde	353,4	-13,1	-2,7
Scenario 4, 14% av basflöde	354,8	-11,7	-1,3
Scenario 5, 12% av basflöde	356,3	-10,2	0,2
Scenario 6, 5% av basflöde	360,8	-5,7	4,7

Tabell 4:3. Sammanställning av produktionens värde i milj.SEK/år, Juktan t.o.m. Grundfors

4.3 Ändrad produktion i Rusfors t.o.m. Stornorrfors

4.3.1 Förutsättningar

Ökat spill p.g.a. ändrade mintappningar till Juktån påverkar Rusfors och kraftverken nedströms. I Stornorrfors spills det regelbundet under maj och juni, främst på grund av vårfloden från den oreglerade Vindelälven. I övriga stationer medför vårfloden spill under vissa år. Revisioner förläggs ofta till sommaren vilket också orsakar spill.

De totala spillförlusterna p.g.a. höga flöden och revisioner skulle gå att beräkna med Prodrisk om planlagda revisioner vore inlagda. I nuvarande Prodriskversion är de inte inlagda och därför görs i det följande en manuell beräkning baserad på Vattenfalls timvisa tappningssammanställningar för Rusfors, Tuggen, Pengfors och Stornorrfors. Tappningar och spill har varit tillgängliga för perioden 1996-2013 för Rusfors, Tuggen och Stornorrfors medan motsvarande uppgifter för Pengfors endast varit tillgängliga sedan 2010 då Vattenfall köpte stationen.

Vid beräkning av spillförluster har det antagits att spill som uppkommer mellan Rusfors och Stornorrfors under maj t.o.m. juli på grund av ökade mintappningar i Juktån inte kan motverkas genom att mindre vatten tappas genom Juktans kraftstation. Under denna period fylls Storjuktan och tappningarna till Juktans kraftstation är nära noll. Under årets övriga månader kan mindre tappning till Juktans kraftstation balansera ökade mintappningar till Juktån vid spill nedströms Rusforsmagasinet. Storuman ska vara full 1:a juni, därför går det inte att innehålla vatten i denna under juni-juli.

I nedanstående tabell visas månadsmedeltappningar 1996-2013 vid Juktans kraftstation. Tabellen ger dock en överdriven bild av tappningarna i juli, fyra år under den 18 år långa perioden höjer medelvärdet till 12,6 m³/s. Under de övriga åren rådde det i stort sett 0-tappning genom Juktans turbin under juli.

Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Medel
37,6	40,7	31,4	14,7	4,6	2,7	12,6	24,4	29,3	26,9	35,6	35,4	24,57

Tabell 4:4. Månadsmedeltappningar Juktans kraftstation 1996-2013

4.3.2 Beräkningar

Produktionsförluster p.g.a. scenariernas ökade mintappningar under sommaren har beräknats genom att det totala spillet för var och en av Vattenfalls kraftstationer Rusfors, Tuggen och Stornorrfors sammanställts dygnsvis under perioden 1996-2013 och i Pengfors 2010-2013, se bilaga 2:1 till 2:22. Skillnaden mellan Juktans mintappning enligt scenarierna och vattenhushållningsbestämmelserna har därefter beräknats för varje dygn för respektive scenario.

Under dygn då det spillts vid en kraftstation nedströms Rusforsmagasinet under perioden maj-juli har energin och dess värde av flödesskillnaden mellan scenarierna och vattenhushållningsbestämmelserna sammanställts. Denna produktion och dess värde utgör produktionsförlusten p.g.a. ökat spill av scenariernas mintappningar. Vid de sällsynta dygn då det samtidigt spillts från Storjuktan har inga extra kostnader beräknats. Som framgår av nedanstående diagram så spilldes det ca 50 m³/s från

Storjuktan under större delen av juli 2001. Följaktligen skulle ingen mintappning enligt scenarierna behöva tappas under denna tid. Spill från Storjuktan har varit tillgängliga för perioden 1999-2012, dvs inte alla år i beräkningsperioden 1996-2013 vilket innebär en osäkerhet.

I nedanstående tabell visas spillen från Storjuktan åren 1998-2012. Observera att spillet i slutet av 2011 och början av 2012 leddes genom tilloppstunneln och en bypass-tunnel förbi kraftstatinen till Överuman. Alla övriga spill skedde till Juktån.

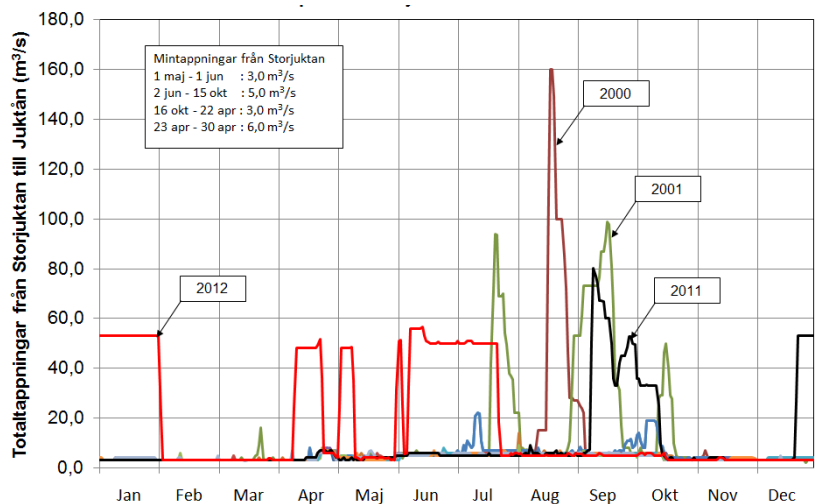


Diagram 4.1. Spill från Storjuktan 1998-2012.

För denna studie har inga uppgifter om spilltappningar varit tillgängliga vid kraftverken Bålforsen, Betsese, Hällforsen, Övre- och Nedre Bjurfors samt Harrsele. Spillförlusterna har uppskattats med utgångspunkt från förlusterna i Tuggen. Det har därvid förutsatts att kostnaderna är direkt proportionella mot fallhöjderna. Den totala fallhöjden i Bålforsen, Betsese och Hällforsen är 48,5 m och i Övre och Nedre Bjurfors samt Harrsele är totala fallhöjden 86,0 m. Tuggens fallhöjd är 27,5 m. Eftersom utbyggnadsvattenföringarna i Bålforsen, Betsese och Hällforsen är ca 160 m³/s lägre än i Tuggen leder dock denna förenklade metodik till undervärdering av spillen i dessa stationer.

Ändringar i GWh/år av produktionen vid mintappning enligt scenarierna jämfört med vid mintappning enligt vattenhushållningsbestämmelserna visas nedan:

Kraftverk	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5	Scenario 6
Rusfors	-0,375	-0,324	-0,273	-0,221	-0,170	0,010
Bålforsen-Hällforsen	-0,238	-0,196	-0,153	-0,110	-0,067	0,083
Tuggen	-0,135	-0,111	-0,087	-0,062	-0,038	0,047
Bjurfors Ö-Harrsele	-0,423	-0,347	-0,271	-0,195	-0,119	0,146
Pengfors	-0,214	-0,184	-0,154	-0,124	-0,094	0,011
Stornorrfors	-1,753	-1,491	-1,229	-0,967	-0,705	0,210
Totalt	-3,139	-2,652	-2,165	-1,679	-1,193	0,507

Tabell 4.5. Ändringar av prod.i GWh/år jämfört med vid nuvarande mintappningar 1996-13. Data för Pengfors bygger på åren 2010-13.

Ändringar i milj. SEK/år av produktionens värde vid mintappning enligt scenarierna jämfört med vid mintappning enligt vattenhushållningsbestämmelserna visas nedan:

Kraftverk	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5	Scenario 6
Rusfors	-0,108	-0,093	-0,078	-0,064	-0,049	0,003
Bålforsen-Hällforsen	-0,069	-0,056	-0,044	-0,032	-0,019	0,024
Tuggen	-0,039	-0,032	-0,025	-0,018	-0,011	0,013
Bjurfors Ö-Harrsele	-0,122	-0,100	-0,078	-0,056	-0,034	0,042
Pengfors	-0,062	-0,053	-0,044	-0,036	-0,027	0,003
Stornorrfors	-0,505	-0,429	-0,354	-0,278	-0,203	0,061
Totalt	-0,904	-0,764	-0,624	-0,483	-0,344	0,146

Tabell 4.6. Ändringar av prod. värde i milj. SEK/år jämfört med vid nuvarande mintappningar 1996-13. Data för Pengfors bygger på 2010-13.

Av tabellerna framgår att spillförlusterna i Rusfors är oproportionerligt stora. Orsaken är en lång avställning 1998, se bilaga 2:7. Eftersom sådana avställningar förekommer bör de vara med i medelvärdesberäkningarna av den totala spillförlusten mellan Rusfors och havet.

En detaljerad redovisning av förutsättningar för beräkningen av spillförluster visas i bilagorna 2:1 till 2:22.

4.4 Omfördelning vinter till sommar

Enligt scenarierna ska Storjuktans minflöden minska under vinterperioden medan de ska öka under övriga delen av året.

Månadsmedelvärden av de förväntade kraftpriserna 2013-2015 har sammanställts:

Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
0,34	0,34	0,33	0,30	0,26	0,25	0,25	0,26	0,27	0,29	0,31	0,32

Tabell 4.7. Kraftpriser (kr/kWh) 2013-2015.

Beräkningar av hur värdet av produktionen förändras p.g.a. ändrade mintappningar över året och olika månadskraftvärden har utförts med utgångspunkt från av Prodrisk beräknade optimala tappningar fr.o.m. Rusfors t.o.m. Stornorrfors. När ovanstående medelkraftvärden tillämpas på de beräknade scenarierna blir skillnaderna mycket små jämfört med vid nuvarande förhållanden.

Optimeringen i Prodrisk sker genom ett stort antal iterationer. Således sker inga exakta lösningar genom att ekvationer löses. När mycket små förändringar ska beräknas genom jämförelser mellan stora itererade tal blir ofta resultatet motsägelsefullt. Av denna anledning så bortses från inverkan av sommar- och vinterkraftvärden på de förändrade mintappningarna

5 SAMMANSTÄLLNING OCH DISKUSSION AV RESULTAT

Förändringar av mintappningarna från Storjuktan till Juktån påverkar enligt ovan produktionen i Umeälven på tre sätt:

- Produktionen ändras i Juktan, Umluspen, Stensele och Grundfors.
- Spillet under sommaren ökar i Rusfors och kraftverken nedströms.
- Ökningen av mintappning sommartid minskar värdet av produktionen eftersom en större andel av den totala vattenmängden tappas under tid då kraftvärdena är låga.

Beräkningarna visar att för scenarierna 1-5 där den genomsnittliga mintappningen ökar så får produktionsbortfallet i Juktan, Umluspen, Stensele och Grundfors störst inverkan på Umeälvens totala produktion.

De ökade mintappningarna till Juktån under sommaren har också betydelse eftersom vatten tidvis spills bort i kraftverken nedströms när tillrinningen till dem överstiger den maximala turbinkapaciteten eller när de är avställda för revision.

Ändringen av produktionens värde p.g.a. att en del av Juktåns mintappning överförs till sommaren då kraftvärdena är låga har liten betydelse. Det beror bl.a. på att Prodrisk fördelar tappningarna över året för att motverka konsekvenserna av detta. I följande sammanställning bortses därför från denna påföljd.

Följande resultat har erhållits när produktion och intäkter vid de 6 scenarierna jämförs med produktion och intäkter med nuvarande mintappningar med årsmedelvärdet $Q_{\min} = 3,81 \text{ m}^3/\text{s}$.

Scenario	Q_{\min} (m^3/s)	Produktionsändring p.g.a. ökat spill Juktan t.o.m. Grundfors		Produktionsändring p.g.a. ökat spill Rusfors t.o.m. Stornorrff.		Totalt Juktan t.o.m. Stornorrffors	
		GWh/år	MSEK/år	GWh/år	MSEK/år	GWh/år	MSEK/år
1	6,30	-22,6	-5,7	-3,1	-0,9	-25,7	-6,6
2	5,71	-17,0	-4,3	-2,7	-0,8	-19,7	-5,1
3	5,13	-10,5	-2,7	-2,2	-0,6	-12,7	-3,3
4	4,55	-6,3	-1,3	-1,7	-0,5	-8,0	-1,8
5	3,99	-0,1	0,2	-1,2	-0,3	-1,3	-0,1
6	2,15	13,8	4,7	0,5	0,1	14,3	4,8

Tabell 5:1. Sammanställning av resultat

Scenarierna 1-5 minskar intäkterna medan scenario 6 som innebär lägre mintappning än idag ökar intäkterna jämfört med dagens förhållanden.

En jämförelse mellan produktion och intäkter vid nuvarande mintappningar och fallet att ingen mintappning tappas från Storjuktan till Juktån visar att den nuvarande mintappningen medför produktionsförlusten 36,3 GWh/år med värdet 10,4 miljoner SEK/år.