



Nr C 283
Mars 2018

Flödesmätningar i Luossajoki och Rakkuri-systemet

Mikael Olshammar, Filip Moldan



I samarbete med LKAB

Författare: Mikael Olshammar, Filip Moldan, IVL Svenska Miljöinstitutet

Medel från: LKAB

Fotograf: IVL

Rapportnummer C 283

ISBN 978-91-88787-19-4

Upplaga Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2018

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel 010-788 65 00 // Fax 010-788 65 90 // www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Innehållsförteckning

1	Bakgrund.....	4
1.1	Luossajoki.....	4
1.2	Rakkuri.....	5
2	Metodik.....	6
3	Mätplatser	10
3.1	Luossajoki	10
3.1.1	Ala Lombolo utlopp.....	10
3.1.2	Ala Lombolo inlopp	10
3.2	Rakkuri.....	11
3.2.1	Mettä-Rakkurijärvi utlopp.....	11
3.2.2	Rakkurijärvi utlopp.....	12
3.2.3	Pahtohajåkk	12
4	Kalibreringsmätningar	14
4.1	Luossajoki	14
4.1.1	Ala Lombolo utlopp.....	14
4.1.2	Ala Lombolo inlopp	15
4.1.3	Jämförelse av flödet vid inloppet och utloppet	16
4.2	Rakkuri.....	16
5	Avbördningskurvor	18

1 Bakgrund

1.1 Luossajoki

IVL har sedan hösten 2015 på uppdrag från LKAB mätt vattenflöden i sjön Ala Lombolos utlopp och sedan sommaren 2016 även vid sjöns inlopp, vilka ingår i Luossajokis avrinningsområde. Under 2017 installerade IVL utrustning för mätning av vattennivåer i sjön, Yli Lombolo, uppströms Ala Lombolo. Arbetet syftar till att generera högkvalitativt dataunderlag till ett prøvotidsförfarande relaterat till ett miljötillstånd som LKAB erhållit för åtgärder i sjön Luossajärvi.

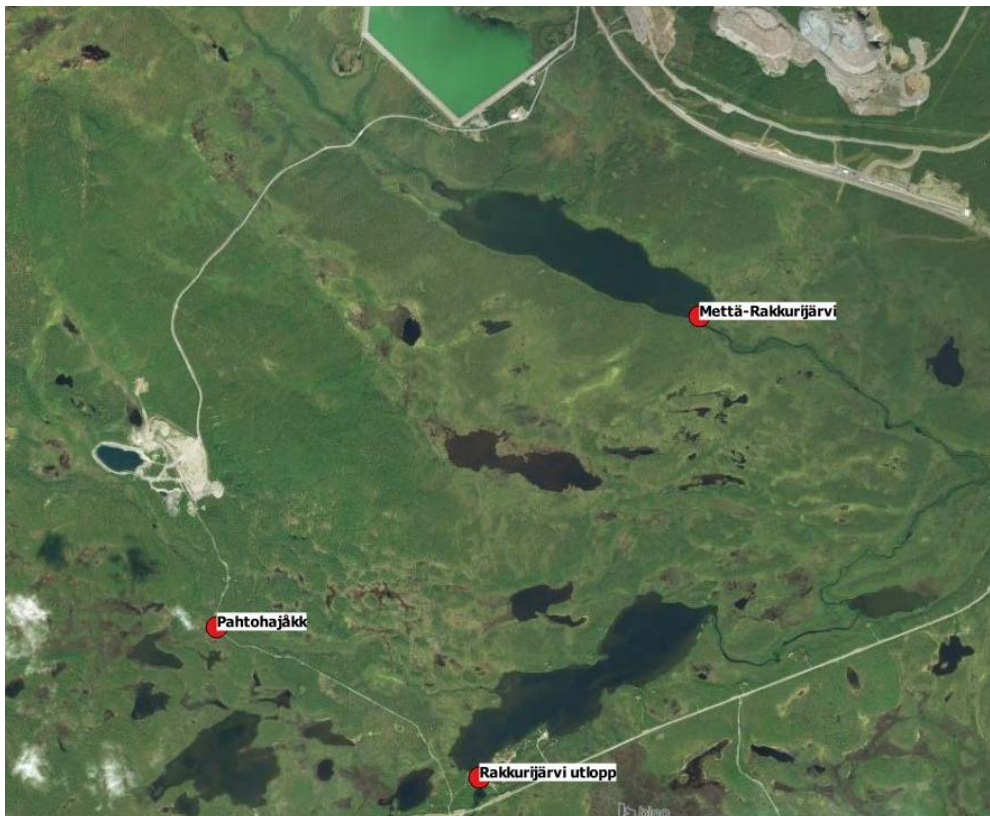


Figur 1 - Mätstationer i Luossajoki-systemet

1.2 Rakkuri

Inom uppdraget "Flödesmätningar i Rakkurijärvi" installerade IVL på uppdrag av LKAB under år 2016 tre stycken vattenföringsstationer: nedströms Mettä-Rakkurijärvis utlopp, 220 m uppströms vägbron, vid utloppet från Rakkurijärvi och vid Pahtohajäkk.

Syftet med arbetet är att ge LKAB bättre förståelse för vattenbalansen i systemet och insamlade mätdata ska också utgöra kalibrerings- och verifieringsunderlag till en hydrologisk och hydraulisk modell som ska sättas upp för att kunna prediktera flöden och ämneskoncentrationer vid olika scenarier.



Figur 2 - Mätstationer i Rakkurisystemet

2 Metodik

Kunskap om vattenföring och hur den varierar i tid och rum är måhända den viktigaste hydrologiska variabeln. I Sverige finns därför ett stort antal fasta vattenföringsstationer i vattendrag över hela landet. Vid flertalet av dessa erhålls vattenföringen utifrån vattenståndsdata genom att utnyttja sambandet mellan vattenstånd och vattenföring, en så kallad avbördningskurva.

För att etablera en avbördningskurva behövs ett flertal vattenföringsmätningar vid olika förekommande flödessituationer vid en bestämmande sektion i vattendraget. Den bestämmande sektionen är en plats för vilket det finns ett entydigt samband mellan vattenstånd och vattenföring. En bestämmande sektion kan t ex utgöras av en tröskel i ett vattendrag eller vid ett sjöutlopp där vattenståndet nedströms sektionen inte påverkar vattenståndet uppströms.

Några vanliga metoder att mäta vattenföring, vilka IVL använt i Luossajoki och Rakkurijärvi beskrivs kortfattat i Tabell 1.

Tabell 1 - Vanliga metoder för kontinuerlig vattenföringsmätning

Mätmetod	Beskrivning	Användningsområden	Mätsektioner
Anlagd mätsektion	En bestämmande sektion som skapats artificiellt med hjälp av en struktur. En fast installation, till exempel ett triangelformat överfall monteras över vattendraget. Flödet beräknas med hjälp av ett teoretiskt samband mellan vattenstånd och överfallets kända tvärsnittsarea och geometri. Vattennivån mäts kontinuerligt.	Ger kontinuerliga mätningar med hög noggrannhet. Kan mäta ett brett spektrum av flöden under långt tid och är relativt enkelt att konstruera. För större flöden, eller om överfallet riskerar att utgöra ett vandringshinder/ekologisk barriär kan särskilda utformningar eller andra metoder krävas.	Ala Lombolos utlopp
Akustisk dopplermätning	Ett mätinstrument sänder ut ljudpulser i vattendraget och registrerar reflektionerna. Med hjälp av dopplereffekten kan vattenhastigheten i mätarens synfält bestämmas (indexhastigheten). Kalibreringsmätningar används för att beräkna verklig medelhastighet i vattendraget från indexhastigheten. Flödet	Hög noggrannhet om stabila förhållanden och en god kalibrering av indexhastighetsberäkningen. Kan ge bra mätningar även vid dämningförhållanden.	Ala Lombolo inlopp

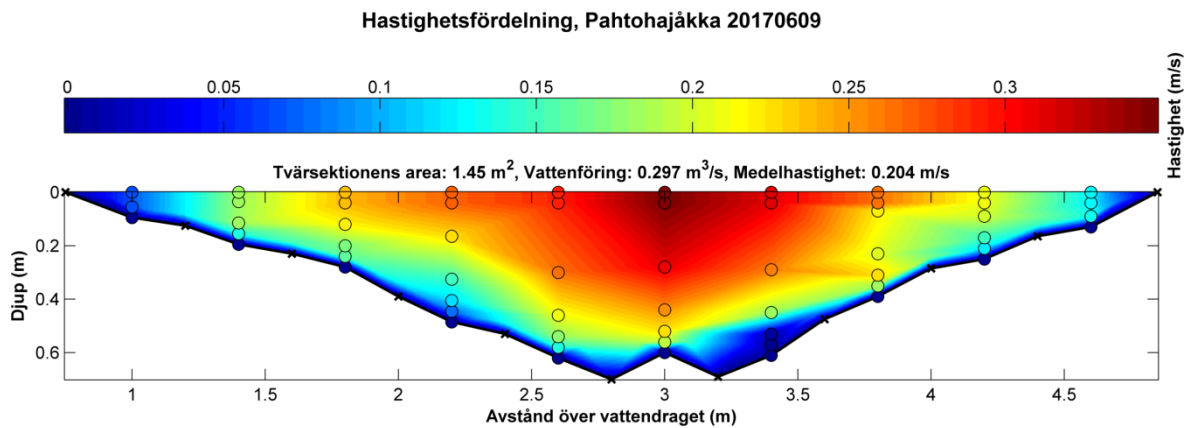
	<p>beräknas som medelhastighet gånger area, där arean beräknas med hjälp av med tryckgivare uppmätt nivå och inmätt tvärsektion.</p>		
Bestämmande sektion	<p>Bygger på samma princip som anlagd mätsektion, men med skillnaden att en naturlig tröskel eller kontrollsektion i vattendraget utnyttjas istället för en installerad struktur. Sambandet mellan vattenföring och vattenstånd kan inte beräknas teoretiskt utan måste bestämmas genom mätningar i form av en så kallad avbördningskurva.</p> <p>En avbördningskurva är unik för varje bestämmande sektion och upprättas genom att kombinera ett tillräckligt stort antal momentana mätningar av vattenstånd och vattenföring för olika flödessituationer. Hydrauliska analyser kan också användas som stöd för att avgränsa avbördningskurvor.</p>	<p>Kontinuerliga mätningar under lång tid. Noggrannheten är beroende på hur väl avbördningskurvan täcker in olika flödessituationer, noggrannheten i de underliggande mätningarna, antalet mätningar, samt om förhållandet mellan vattenstånd och vattenföring ändras med tiden p.g.a. ex is, erosion eller vegetation.</p> <p>Kräver en hydrologiskt bestämmande sektion, som antingen kan vara naturlig (då krävs inga ingrepp i recipienten) eller kan konstrueras.</p>	Samtliga mätsektioner i Rakkurisystemet.

Tabell 2 - Metoder för direkt vattenföringsmätning

Mätmetod	Beskrivning	Användningsområden	Mätsektioner
Flygelmätning	Vattenhastigheten bestäms i ett (stort) antal punkter över vattendragets tvärsnitt, med hjälp av en flygel, som är ett instrument som mäter vattenhastighet. Flödet bestäms genom att beräkna medelhastighet och area. Det finns såväl mekaniska som elektromagnetiska och akustiska flygelmätare.	Momentan mätning endast representativ för mättillfället. Kräver att tvärsnittsarean mäts in med tillräcklig noggrannhet och att tillräckligt antal mätpunkter används, men kan då ge hög noggrannhet. Används för att till exempel upprätta avbördningskurvor eller kalibrera kontinuerliga mätinstallationer. Olämplig i små vattendrag eller mycket branta och steniga flodbäddar.	Används för kalibrerings- och kontrollmätningar vid samtliga mätsektioner.
Utspädningsmetoden	En bestämd känd mängd salt eller en lösning med känd volym och koncentration tillförs vattendraget. Genom att mäta hur den elektriska ledningsförmågan (konduktiviteten) ökar i vattendraget ett stycke nedströms kan saltpassagen observeras och flödet beräknas med hjälp av en massbalans. Även färgämne eller andra spårämnen kan användas enligt samma princip.	Momentan mätning endast representativ för mättillfället. Särskilt användbar i små vattendrag (men kan anpassas för flöden upp till 10 m ³ /s) och när flygelmätningar är svår genomförda. Kan uppnå samma noggrannhet som flygelmätningar.	
Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP)	Ljudpulser skickas ut från instrumentet och genom att mäta frekvensen på återkommande eko från partiklar i vattnet beräknas vattenhastigheten. Samtidigt skickas ljudpulser ut för att detektera botten och genom att tillämpa dopplerskiftet även på den signalen registreras instrumentets fart över grund och på så vis	Kan användas för momentana mätningar över stora vattendrag. Ger både hastighetsprofil och djupprofil.	Rakkurijärvi utlopp

beräknas area som sedan
multipliceras med
medelhastigheten för att få
flödet.

Resultatet av vattenföringsmätning med flygel och ADCP ger tillskillnad från övriga metoder en beskrivning av hastighetsprofilen och bottenpografien i hela tvärsnittet, vilket är viktig information för att välja rätt lokalisering för fasta mätstationer som bygger på nivåmätningar i en bestämmande sektion och för att kunna ta fram en avbördningskurva för denna.



Figur 3- Exempel på hastighetsprofil och bottenpografi i bestämmande sektion

3 Mätplatser

3.1 Luossajoki

3.1.1 Ala Lombolo utlopp

Vid Ala Lombolos utlopp mäts vattenföring med ett triangulärt mätöverfall, se Figur 4. Vattenståndet mäts var 10:e minut och sedan beräknas flödet från vattenståndet med ekvationen för ett triangulärt överfall med 129° vinkel. Om vattennivån överskrider det triangulära överfallet (0.36 m) beräknas ytterligare vattenföring för det 5.9 m breda rektangulära överfallet (delvis synligt i figur). Det triangulära överfallet ger god datakvalitet för höga och låga flöden, och kräver färre kontrollmätningar av vattenföring jämfört med naturliga mätsektioner. Kontrollmätningar av nivå, samt kontroll av överfallet (ta bort algbeväxning och skräp som fastnat, osv), genomförs regelbundet.

Den 12 oktober 2016 installerades en ny tryckgivare med logger (DL.WMS/GPRS/R) som gör det möjligt att ladda ner nivådata via internet. En infravärmare kopplades in i oktober 2016 för att undvika ispåväxt under vintern, vilket gett bra och pålitliga vattenföringsmätningar oavsett årstid.



Figur 4- Mätöverfallet vid Ala Lombolos utlopp

3.1.2 Ala Lombolo inlopp

Vattenföringen i de båda trummorna vid Ala Lombolos inlopp har under den tid det varit möjligt utifrån isförhållanden mätts med akustisk dopplermätning, med Starflow-givare, vilka via en logger kontinuerligt rapporterat in nivå och flödes hastighet till en molntjänst. Det finns dock inga kompletta tidsserier för denna mätstation pga. is och tekniska problem. Det har dock inte funnits någon bättre mätplats eller teknik att använda med rimlig insats. Hösten 2017 förslöts den vänstra trumman med en plåtskiva. Blockeringen utfördes för att minska isbildning och höja flödes hastigheten och vattennivån i den högra trumman, och därmed uppnå en förbättrad mätdatakvalitet. Under låg- och medelvattenföring går nu allt vatten genom den högra trumman. Endast under mycket höga flöden kan vatten brädda över plåtskivan och strömma genom den vänstra trumman. Mätningarna sker inte under vintern på grund av isförhållandena.



Figur 5- Mätplats vid Ala Lombolos utlopp. Akustiskt dopplerinstrument (Starflow) bottenmonterad i höger bild.

En nivågivare (STS DL/N70) installerades i oktober 2016 på uppströmssidan av trummorna (Figur 6). Dessa data ska användas för att beräkna vattenflödet vid tillfällen då det saknas data från Starflowmätaren. Korrigeringarna kan enbart göras för perioden efter att plåtskivan installerades och nivå-flödesrelationen därmed ändrades. För perioden innan detta finns det inte tillräckligt med samtidiga data för nivålogger och Starflowinstrument för att beräkna flöden.



Figur 6 - STS DL/N70 nivågivare på uppströmssidan av trummorna vid Ala Lombolo inloppet. Givaren sitter i ett järnrör och loggern är fastsatt på ett närläget träd

3.2 Rakkuri

3.2.1 Mettä-Rakkurijärvi utlopp

Lämplig plats för loggerinstallation identifierades 30 m nedströms sjöns utlopp, ca 4 m från den vänstra kanten (sett nedströms) inne i vattenfåran. Röret slogs med slägga ner 80 cm i botten på 40 cm vattendjup med dåvarande vattenföring. Tryckgivaren sänktes ner i röret och placerades fastsurrad vid ett plaströr ca 10 cm ovanför vattendragets botten. Detta för att minska risken för igenslamning vid lägre placering.

Platsen ska enligt LKABs observationer tidigare år normalt vara isfri.



Figur 7 - Mätinstallation vid Mettä-Rakkurijärvi

3.2.2 Rakkurijärvi utlopp

Installationsplatsen ligger 45 m nedströms från Rakkurijärvi utlopp .

Enligt närboende är det alltid öppet vatten i mitten av strömfåran varför järnröret med tryckgivare och logger inuti placerades relativt långt ifrån stranden på största tillgängliga djup.



Figur 8 - Mätsektion vid Rakkurijärvis utlopp

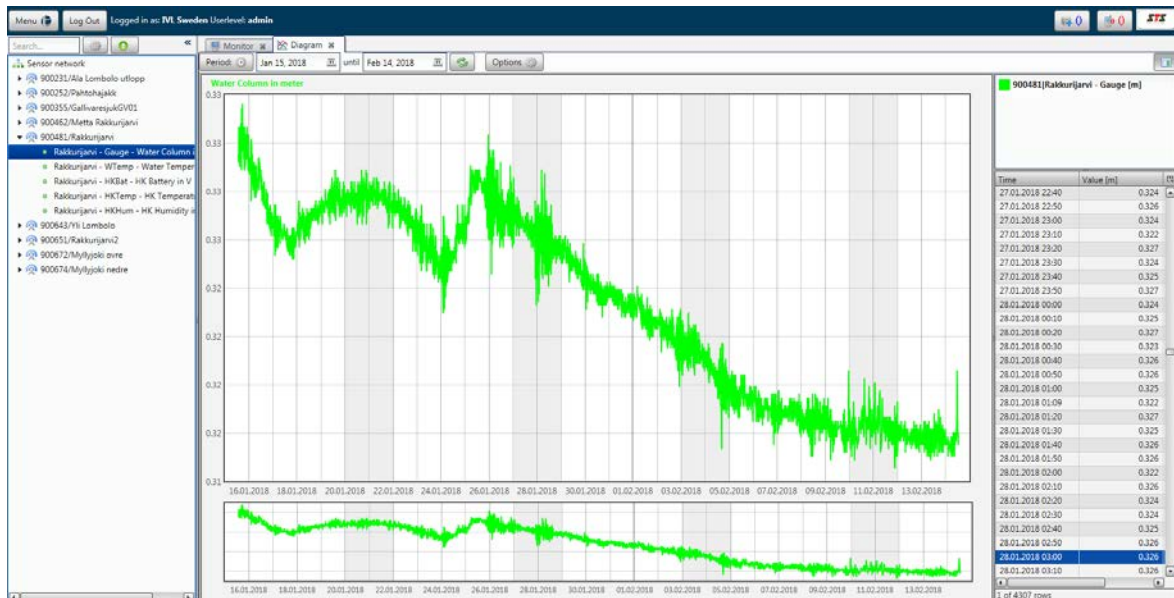
3.2.3 Pahtohajäkk

Lämplig plats för loggerinstallation identifierades inom ett relativt djupt parti ungefär i mitten av vattendraget i höjd med nedströmskanten där vägen är utgrävt och stängt med en bom från södra sidan. Röret slogs ned slägga ner ca 60 cm i botten på ca 80 cm vattendjup med dåvarande vattenföring. Relativt djup plats valdes för att minimera risken för bottenfrysning. Tryckgivaren sänktes in i röret och placerades fastsurrad vid ett 138 cm plaströr 28 cm ovanför rörets botten. Tryckgivaren är därmed placerad under vattendragets botten vilket ökar frosttåligheten, men det medför en ökad risk för igenslamning. Detta kontrolleras genom att analysera temperaturdata och genom att lyfta tryckgivaren efter vintern och kontrollera hur mycket sediment har samlats inne i röret.



Figur 9 - Mätsektion i Pahtohajäkk

Vid samtliga mätstationer i Rakkurisystemeti liksom vid utloppet Ala Lombolo och i Yli Lombolo har IVL installerat GPRS-uppkopplad logger med tryckgivare från STS benämnd: DL.WMS/GPRS/R/SDI-12d, vilket är en mycket beprövad och tillförlitlig utrustning. Alla data inklusive tryckhöjd, vattentemperatur, lufttemperatur, luftfuktighet i loggern och batterispänning lagras i loggern var 10 minut och skickas till molntjänsten dagligen se Figur 8.



Figur 10 - Molntjänst för lagring och analys av loggerdata.

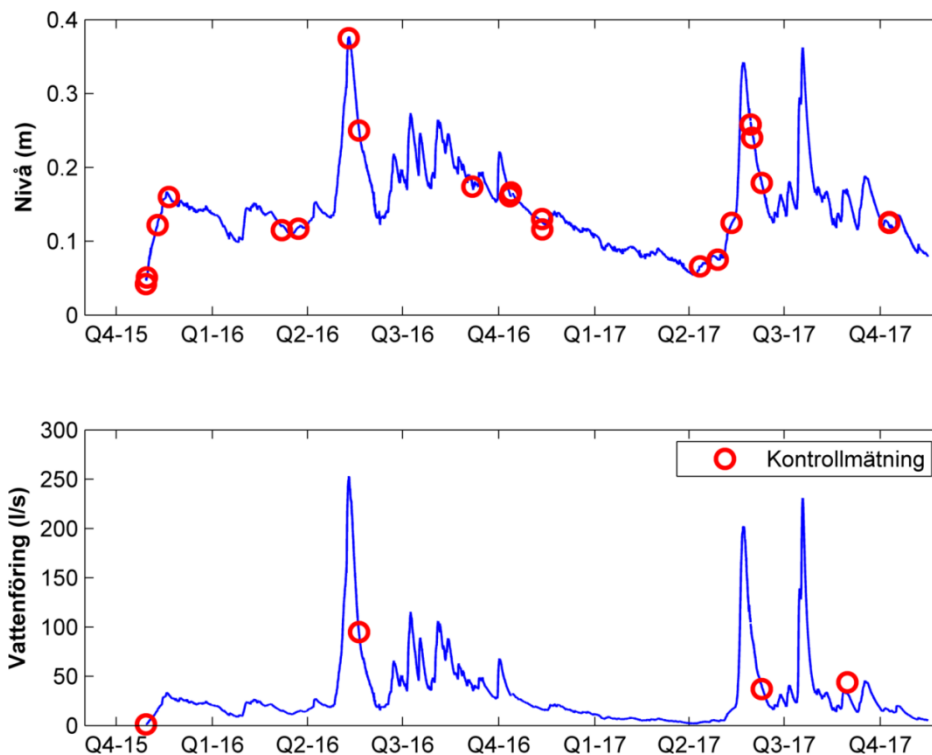
4 Kalibreringsmätningar

4.1 Luossajoki

4.1.1 Ala Lombolo utlopp

Nivåkontrollmätningarna täcker i princip hela mätintervallet, och stämmer bra överrens med nivådata från loggern. Två kontrollmätningar av flödet genomfördes under 2017, i juni och augusti. Mätningen i juni stämmer bra med det beräknade flödet från överfallet, då flygelmätningen gav 37.1 l/s mot överfallets 39.3 l/s, dvs. 5.6 % lägre. Kontrollmätning av nivån i oktober stämde också bra med tidigare nivåmätningar och det har därför inte inträffat någon förskjutning av nivågivaren. Någon ytterligare kontrollmätning vid låga till medelflöden bör göras framöver.

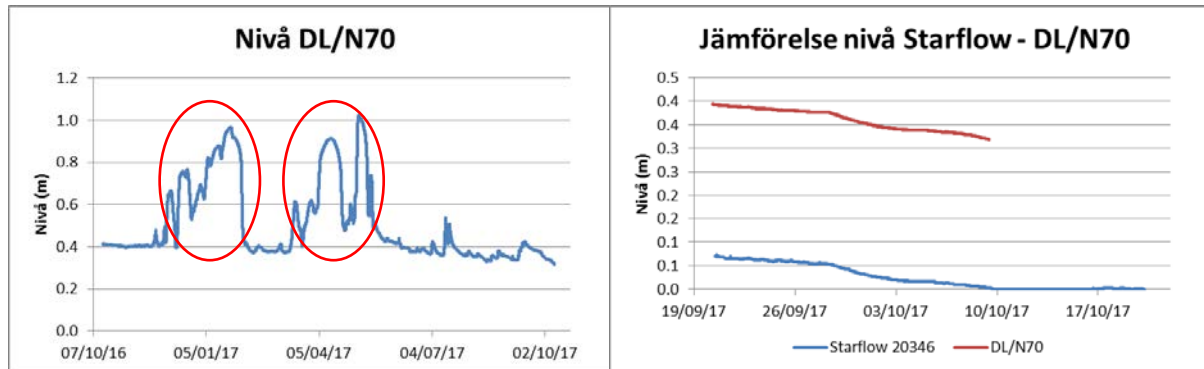
De allra högsta flödena (> 229 l/s) under juli 2017 har en något högre osäkerhet då nivån överskred det triangulära överfallet över en period på nio timmar, och denna del beräknas för det 5.9 m breda rektangulära överfallet. Nivåmätningar, och beräkning av vattenföring, bedöms ha fungerat bra under vinterperioden, ingen större ispåverkan har observerats, men eventuellt var det något lägre noggrannhet innan infravärmen installerades i oktober 2016.



Figur 11 - Nivå och vattenföringsdata vid Ala Lombolos utlopp (timmedelvärden), samt kontrollmätningar.

4.1.2 Ala Lombolo inlopp

Uppmätt nivå vid inloppet för DL/N70 och Starflow visas i Figur 12. Uppmätt flöde och kontrollmätningar visas i Figur 13. Nivådata visar mycket höga toppar under vintern 2016/2017, samt tidig vår 2017. Detta är troligen förorsakat av isbildning (markerad i Figur 12). Liksom vid utloppet är det höga nivåer i juli efter de stora mängder nederbörd som föll. Därefter visar data en minskande trend till slutet av avläsningsperiod den 9 oktober 2017 med några mindre toppar.



Figur 12 - Vänster: Vattennivå uppmätt med nivågivare DL/N70 uppströms av trummorna mellan 2016-10-14 och 2017-10-09. Data i röda markeringar är troligen felmätningar p.g.a. isbildning. Höger: Jämförelse mellan nivåmätningar från Starflow 20346 flödesmätare och DL/N70 nivågivare.

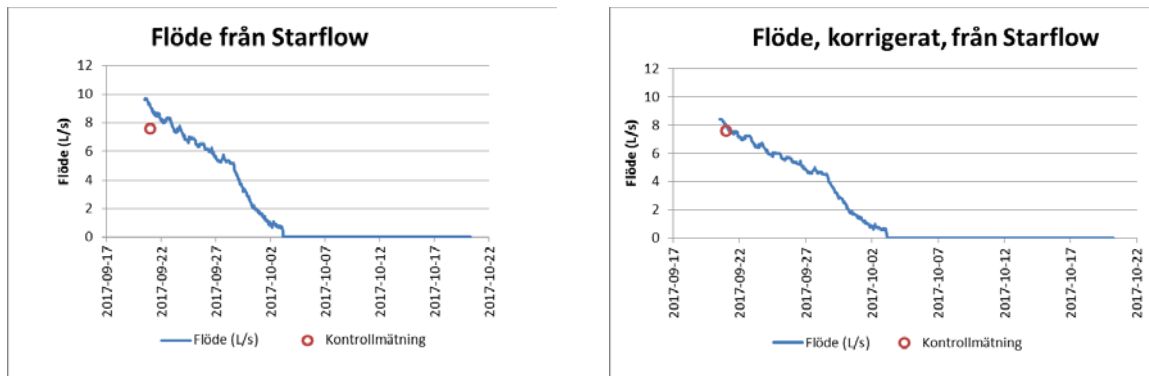
En Starflow-flödesmätare installerades den 20 september och plockades bort igen inför vintern den 20 oktober. Flödet avtog under hela mätperioden mellan 20 september och 3 oktober 2017. Efter den 28 september, när LKAB slutade att pumpa vatten uppströms, avtog nivån snabbare. Efter den 3 oktober sjönk de uppmätta flödes hastigheterna under det minimumvärde på 21 mm/s som Starflow kan mäta. Därefter rapporterade Starflowinstrumentet hastigheter på 0 m/s fram till slutet av mätperioden (Figur 13). Vattennivåerna fortsatte att falla och sjönk till noll den 9 oktober. De kom upp till mellan 1 och 2 mm mellan 16 och 20 oktober och sjönk till noll igen därefter. En jämförelse mellan nivåmätningar från Starflow och DL/N70 nivågivare visar en bra överensstämmelse (Figur 12, höger). Det är därför sannolikt att nivåerna verkligen var så låga och att mätningarna inte är påverkade av låga temperaturer och is. Vid ett fältbesök den 9 oktober 2017 konstaterades också att det var extremt lågt flöde. Vid detta besök var vattenföringen för låg för att mätas med flygel, och uppskattades på plats till mellan 0.1 och 0.2 l/s.

Baserat på den kontrollmätning som utfördes den 21 september 2017 kan en korrigeringsfaktor för flödet på 0.87 beräknas (Tabell 3). Korrigeringen behöver göras för att hastigheten som mäts med Starflowinstrumentet inte är identisk med vattnets medelhastighet.

Tabell 3- Kontrollmätning flöde 2017-09-21 vid inloppet.

Datum	Start	Slut	Flöde (L/s)	Plats
2017-09-21	12:03	12:25	7.61	Höger trumma

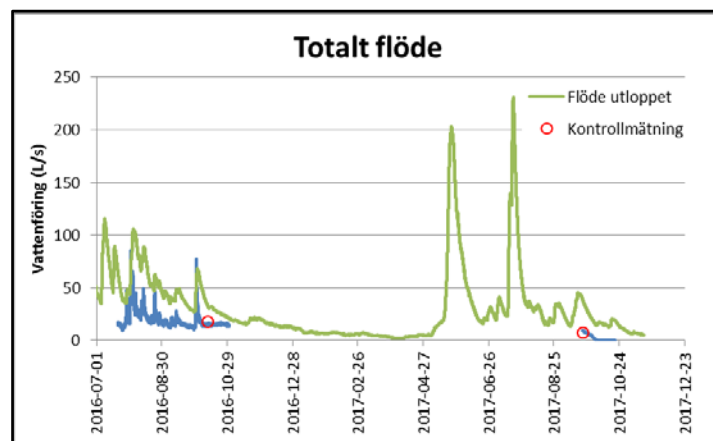
Korrekturen är enbart baserad på en kontrollmätning och behöver justeras framöver utifrån flera kontrollmätningar vid olika stora flöden för att bli mer tillförlitlig.



Figur 13 - Flödesdata från Starflow 20346 (högra trumman) mellan 2017-09-20 och 2017-10-03 och kontrollmätning från 2017-09-21. Vänster: okorrigerade flödesdata. Höger: flödesdata efter korrektion med faktor 0.87.

4.1.3 Jämförelse av flödet vid inloppet och utloppet

Det finns hittills inte mycket data för en jämförelse av flödet vid inloppet och utloppet. Data för september och oktober 2017 ser ut att bekräfta den tidigare observationen att flödesdynamiken vid utloppet motsvarar den vid inloppet (Figur 14).



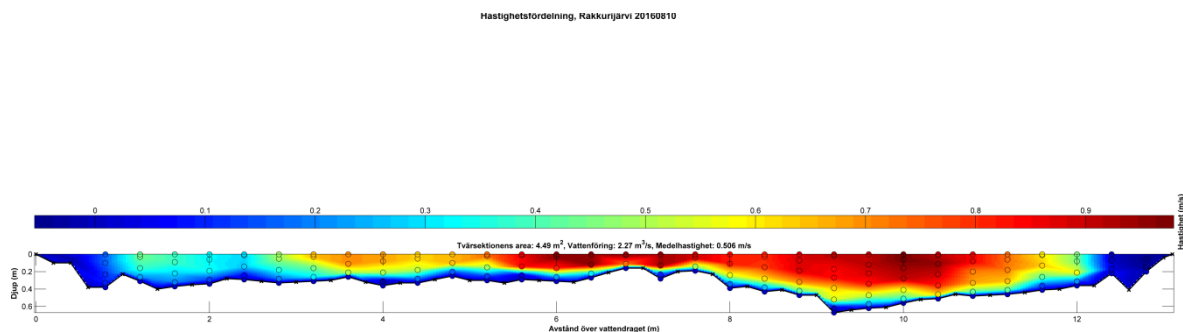
Figur 14 - Jämförelse av totalflöde och kontrollmätningar vid inloppet med flödet vid utloppet.

4.2 Rakkuri

Parallellt med att vattennivåövervakningen installerades och driftsattes i Rakkurijärvi påbörjades arbetet med att etablera avbördningskurvor specifikt för varje mätstation. En avbördningskurva definierar relation mellan vattenstånd [L] och vattenföring [L³/T] för varje mätprofil och måste kalibreras manuellt. För kalibrering av avbördningskurvor krävs minimum tre punkter då avbördningskurvan i sin vanliga form $Q=k \cdot (h-h_0)^p$ innehåller tre okända parametrar (k , h_0 och p). Q står för flöde i m³/s, h för vattenstånd i m, offseten h_0 i m, är vattennivån vid vilken flödet upphör, k är en koefficient och p exponenten. Flera kalibreringspunkter minskar osäkerheten i kalibreringen och det är också viktigt att sträva efter jämn spridning av kalibreringspunkter över alla förekommande hydrologiska situationer, d.v.s. att låg- mellan- och högflödessituationer alla finns representerade. Då relationen mellan vattenstånd och vattenföring kan ändras över tid, t.ex.

av erosion eller sedimentation, måste avbördningskurvan fortlöpande kontrolleras och uppdateras med kalibreringsmätningar. Enligt ISO 1100-2 (Measurement of liquid flow in open channels -- Part 2: Determination of the stage-discharge relation) behövs 12-15 kalibreringspunkter för att minimera osäkerheten i avbördningskurvan.

Kalibreringsmätningar genomfördes vid ett antal tillfällen under 2016 och 2017. Vid varje tillfälle mättes flöde i en mätprofil över hela vattenfåran och på flertal djup. Ett exempel på flygelmätning bakom en kalibreringspunkt för Rakkurijärvi finns i Figur 15 nedan.



Figur 15 - Resultat av kalibreringsmätning vid Rakkurijärvi 2016-08-10. Varje punkt på diagrammet är 40 sekunders medelvärde uppmätt med hydrologisk flygel på bestämd position och djup.

Vid fem tillfällen bedömdes resultaten från kalibreringsmätningar som osäkra på grund av oklarheter med fältutrustningens kalibrering eller på grund av isförhållanden som gjorde tolkningen av data svår och osäker. Sammanfattning av de kalibreringspunkter som kvalitetssäkrades och godkändes för användning till anpassningen av avbördningskurvor för tre stationer inom Rakkurisystemet finns i Tabell 4 nedan.

Tabell 4 - Resultaten av vattenföringsmätningar som använts för att anpassa avbördningskurvorna inom Rakkurisystemet.

Mettä Rakkurijärvi		
	Q [m ³ /s]	Nivå logger h [m]
2016-08-09 11:00	1.57	0.286
2016-10-11 14:00	0.734	0.199
2017-04-27 12:30	0.159	0.0835
2017-05-31 17:00	1.66	0.288
Pahtohajåikka		
	Q [m ³ /s]	Nivå logger h [m]
2017-04-28 11:30	0.0557	0.706
2017-05-30 16:50	0.656	1.533
2017-06-09 17:55	0.297	1.236
2017-08-29 15:00	0.34	1.335

	Rakkurijärvi	
	Q [m ³ /s]	Nivå logger h [m]
2016-08-10 11:00	2.27	0.544
2016-10-12 09:00	1.3	0.478
2016-11-15 14:00	0.211	0.339
2017-04-27 18:30	0.252	0.337
2017-05-30 12:30	4.09	0.627
2017-07-19 09:30*	10.6	0.861

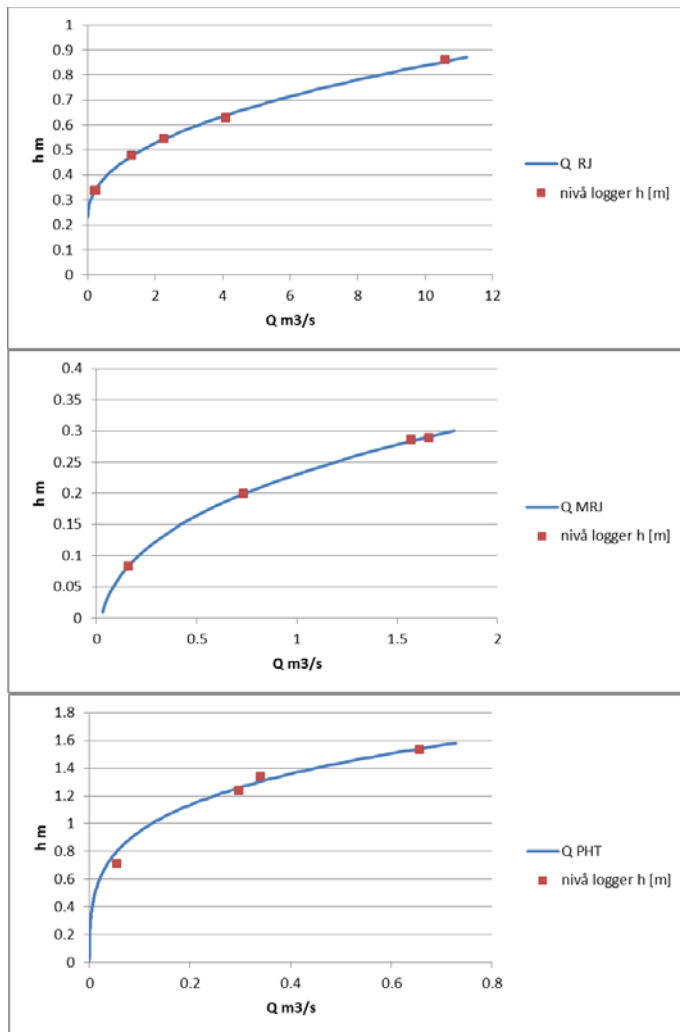
* Mätningen utförd av Ola Hammarberg, VDM

5 Avbördningskurvor

De framtagna avbördningskurvorna Tabell 5 och Figur 16 har sedan använts till att beräkna vattenföringen för hela mätperioden.

Tabell 5 - Parameteriseringen av avbördningskurvor inom Rakkurisystemet

$Q=k*(h-h_0)^p$	avbördningskurva	h_0	k	p
Rakkurijärvi (RJ)	IVL 170901	0.223	30.312	2.2783
Mettä Rakkurijärvi (MRJ)	IVL 170915	-0.084	29.032	2.9116
Pahtohajakka (PHT)	IVL 170915	-0.243	0.045	4.6224



Figur 16- De teoretiska avbördningskurvorna (blå linjer) anpassade till kvalitetsäkrade kalibreringspunkter (röda symboler) inom Rakkurisystemet. Överst Rakkurijärvi (RJ), i mitten Mettä Rakkurijärvi (MRJ) och längst ner Pahtohajakka (PHT).

De uppmätta vattennivåerna täcks relativt väl av den kalibrerade delen av avbördningskurva för Rakkurijärvi, där den högsta kalibreringspunkten motsvarar vattenföringen på 10.6 m³/s och den högsta uppmätta vattenföringen är 11.8 m³/s. För Pahtohajakka ligger den högsta kalibrerade punkten på 0.656 m³/s och för Mettä Rakkurijärvi på 1.66 m³/s. Extrapoleringar utanför den kalibrerade delen av avbördningskurvan medför en ökad osäkerhet i flödesberäkningen. För Pahtohajakka har den uppmätta vattenföringen överskridit 0.656 m³/s under 6% av tiden (augusti 2016 – september 2017) med högsta noteringen på 2.5 m³/s. För Mettä Rakkurijärvi är motsvarande siffra 10% av tiden och 8.11 m³/s. För Rakkurijärvi har 10.6 m³/s överskridits endast under <1% av tiden. Flera kalibreringspunkter vid högflödessituationen är önskvärda för Mettä Rakkurijärvi och för Pahtohajakka för att öka säkerheten i beräkningen av vattenföring speciellt vid höga flöden.

När nya kalibreringsmätningar tillkommer räknar IVL om även alla flödesdata bakåt i tiden under förutsättning att mätsektionen inte förändrats.

Mätplatsen vid Rakkurijärvi och vid Mettä Rakkurijärvi valdes nära sjöarnas utlopp där chanserna för isfria vintrar bedömdes som stora. De två stationerna drabbas således inte av isrelaterade problem och mätningarna har kunnat genomföras året runt. Pahtohajakka är betydligt mera utsatt för isbildningen och mätningarna har tydligt påverkats av detta under vintern. Vid dessa tillfällen



har IVL interpolerat flöden för att täcka dataluckor vilket givetvis skapar osäkerheter. Det är dock låga flöden vintertid så för vattenbalansen har detta haft mindre betydelse än för beskrivning av lågflödessituationer.

En annan källa till osäkerhet ligger i att samtliga mätstationer i Rakkurisystemet utgör naturliga tvärsektioner där bottenpografi och stränder kan ändra sin form t ex på grund av ispåverkan och vårfod. Därför bör giltigheten för avbördningskurvor betraktas som färskvara och kontrolleras med manuell mätning vid regelbundna intervall och vid olika flödessituationer.

