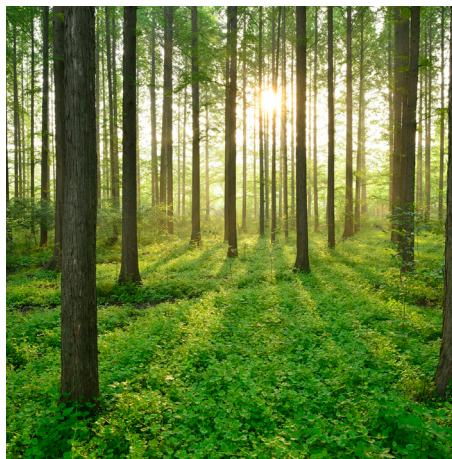
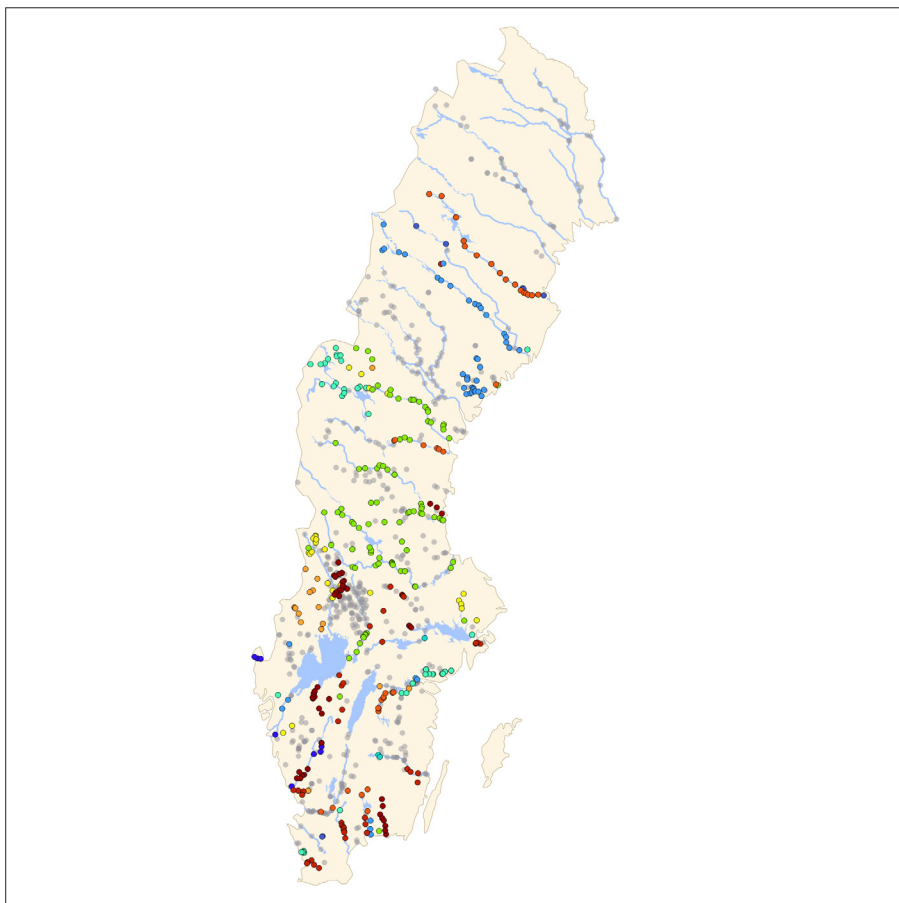
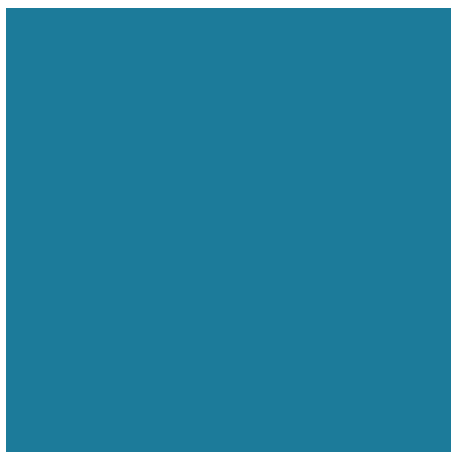


UPPFÖLJNING AV DIMENSIONERINGSBERÄKNINGAR

RAPPORT 2025:1097



DAMMSÄKERHET



Uppföljning av dimensioneringsberäkningar

Kompletterande underlag t.o.m. mars 2024

ANNA EBBERSTEN

JONAS GERMAN

ISBN 978-91-89919-97-6 | © Energiforsk mars 2025

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Projektet "Uppföljning av dimensioneringsberäkningar – kompletterande underlag t.o.m mars 2024" har syftat till att följa upp tillämpningen av de reviderade riktlinjer för beräkning av dimensionerande flöden som publicerades år 2015 och år 2022.

Uppdraget har genomförts inom Energiforsks Dammsäkerhetsprogram, vars mål är att tillföra kunskap till det strategiska arbetet med dammsäkerhet som är till nytta för den svenska vattenkraftproduktionens långsiktiga utveckling.

Författare till rapporten är Anna Ebbersten och Jonas German från SMHI. Lisa Orrheim, SMHI, påbörjade arbetet som lade grunden för den här rapporten.

Referensgruppen har bestått av Agne Lärke, Fortum, Lars Pettersson, Skellefteälvens Vattenregleringsföretag, Maria Bartsch, Svenska kraftnät, Romanas Wolfsburg, Vattenfall, och Björn Norell, Vattenregleringsföretagen.

Rapportförfattarna ansvarar för alla resultat och slutsatser i rapporten.

Bilden på framsidan tillhandahölls av Anna Ebbersten.

Sammanfattning

"Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar" antogs 1990 och har därefter utkommit i nya utgåvor 2007, 2015 och 2022. Flera uppföljningar och studier har gjorts för att undersöka riktlinjernas tillämpning och eventuella brister, dessa publicerades 2006, 2008, 2014 och 2019. Sedan uppföljningen 2014 har åtskilliga nya beräkningar utförts samt en utveckling av riktlinjerna skett.

Riktlinjerna innehåller två metoder för att bestämma dimensionerande flöde. Beräkningsmetod I kombinerar olika extrema hydrologiska händelser och tillstånd i en hydrologisk modell. Beräkningsmetod II baseras på statistisk frekvensanalys av uppmätta eller modellberäknade årshögsta flöden. SMHI administrerar en databas som innehåller många av de flödesberäkningar som utförts enligt beräkningsmetod I och II.

Syftet med denna nya uppföljning har varit att:

- komplettera databasen med beräkningar utförda efter uppföljningen 2014,
- komplettera de tidigare uppföljningarna med analyser av de tillkomna beräkningarna,
- komplettera sammanställningen av observerade högsta flöden och
- följa tillämpningen av de reviderade riktlinjer som publicerats 2015 och 2022.

Resultatet av den här uppföljningen är att:

- 445 beräkningar har lagts till i databasen sedan uppföljningen 2014, vilket gör att det totala antalet beräkningar i databasen nu uppgår till 1255. En del vattendrag har räknats i flera omgångar.
- 253 av de 455 tillagda beräkningarna innehåller flöden räknade enligt beräkningsmetod I och 381 innehåller flöden räknade enligt beräkningsmetod II
- Efter att de senaste riktlinjerna från 2022 tillämpats har beräkningsmetod II utökats med årliga sannolikheter på 1/200 och 1/500; 107 respektive 58 beräkningar har gjorts. Standardiserad reglering har använts för beräkningsmetod II och lokala beräkningar enligt beräkningsmetod I har visat sig dimensionerande i ett mindre antal tillfällen. Dessutom har 81 klimatanalyser gjorts för flöden beräknade enligt beräkningsmetod I, med spridning över landet och för olika användningsområden.
- Riktlinjerna har inte endast tillämpats vid dammsäkerhetsfrågor utan även i andra sammanhang så som samhällsplanering.

Nyckelord

Flödeskommitténs riktlinjer, dammsäkerhet, flödesdimensionering, dimensioneringsberäkningar, beräkningsmetod I, beräkningsmetod II, årlig sannolikhet, frekvensanalys, klimatkänslighetsanalys, standardiserad reglering.

Summary

“Swedish Guidelines for Design Flood Determination for Dams” were originally published in 1990. A number of studies have been conducted to evaluate the application and potential shortfalls of the guidelines. This has resulted in a development of the guidelines with new best practises being included in the guidelines. Revised versions of the guidelines have been published in 2007, 2015 and 2022.

Since the publication of a follow-up study of the guidelines in 2014 several design flood calculation and analyses have been conducted throughout Sweden as well as the guidelines having developed, the aim of this study is therefore to:

- update the database with added design flood calculations,
- complement previous follow up studies with data from recent calculations and analyses,
- add information about the highest observed flows, and
- analyse how the revised guidelines published in 2015 and 2022 have been applied in practice.

The guidelines contain two methods to determine design floods. Method I which combines a number of extreme hydrological events and conditions in a hydrological model, and Method II which is based on statistical frequency analysis of year high flows that can be either modelled or recorded. The database, administrated by SMHI, contains many of the design flood calculations conducted in Sweden. Each analysis for a specific point in a river is a unique *calculation point* which can contain information about design floods from both methods.

The work of this report has resulted in, among else, that:

- 445 calculation points have been added to the database since the follow-up published in 2014. The total amount of calculation points in the database is now 1255.
- The 445 calculation points contains 253 design flood calculations according to Method I and 381 design flood calculations according to Method II.
- The updated guidelines have been applied in practice. This can be seen by several climate sensitivity analyses having been conducted with a wide geographical distribution for flood calculations based on Method I. There has been a move towards calculating floods with yearly probabilities less than 1/100, that is 1/200 and 1/500, using Method II, and as per the recommendation by the guidelines, the use of standardised dam flow regulation been applied in calculations in heavily regulated river systems.
- The guidelines have been applied in matters relating to dam safety but also in other areas such as spatial planning.

Innehåll

1	Inledning	8
1.1	Bakgrund	8
1.2	Mål	8
1.3	Syfte	9
2	Litteraturgenomgång	10
2.1	De svenska riktlinjerna för dimensionerande flöden	10
2.2	Tidigare uppföljningar	11
3	Metod	13
3.1	Uppdatering av databasen	13
3.2	Beräkningsmetod I	13
3.2.1	Totala och lokala dimensioneringar	14
3.2.2	Dimensionerande snömagasin	14
3.2.3	Specifik tillrinning	14
3.2.4	Klimatkänslighetsanalyser	14
3.3	Beräkningsmetod II	14
3.3.1	Standardiserad reglering	15
3.4	Högsta observerade flöden	15
4	Resultat	16
4.1	Uppdatering av databasen	16
4.2	Beräkningsmetod I	18
4.2.1	Totala dimensioneringar	18
4.2.2	Lokala dimensioneringar	22
4.2.3	Specifik tillrinning	22
4.2.4	Klimatkänslighetsanalyser	24
4.3	Beräkningsmetod II	25
4.3.1	Standardiserad reglering	28
4.4	Beräkningsmetod I vs beräkningsmetod II	28
4.5	Högsta observerade flöden	29
5	Slutsatser	33
5.1	Beräkningsmetod I	33
5.2	Beräkningsmetod II	33
5.3	Högsta observerade flöden	33
6	Referenslista	34
	Bilaga 1 Databas	35

1 Inledning

1.1 BAKGRUND

Flödeskommittén tillsattes 1985 av Vattenkraftsindustrin och SMHI med uppgiften att utarbeta riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden vid kraftverks- och regleringsdammar. Den första utgåvan av riktlinjerna publicerades 1990, därefter utkom omarbetade versioner 2007, 2015 och 2022. Mellan varje ny utgåva av riktlinjerna har studier och uppföljningar gjorts för att förstå hur riktlinjerna tillämpats samt för att finna eventuella brister och utvecklingsbehov.

I 2022 års utgåva anpassades riktlinjerna till miljöbalken och dess förordning (2014:214) om dammsäkerhet och föreskrifter om konsekvensutredningar. För att bättre följa konsekvenserna av ett dammhaveri vid högflödessituationer ändrades differentieringen av det dimensionerande flödet till en femgradig skala efter allvarlighetsgraden av dammhaveri. Därmed innebär detta att den tidigare skalan *Flödesdimensioneringsklass I-III* utgick. Beräkningsmetoderna har dock inte ändrats sedan den första utgåvan 1990, med några få undantag (se kapitel 2).

Beräkningsmetod I antar att extrema nederbörds mängder sammanfaller med effekterna av en snörik vinter med sen avsmältning som dessutom föregåtts av en nederbördsrik höst. Den här metoden ger upphov till mycket extrema flöden men beskriver inte sannolikheten av dessa. Metoden bygger på hydrologisk modellering och kan ta hänsyn till komplexa vattenregleringsstrategier. Beräkningsmetod I-flöde kallades tidigare flödesdimensioneringsklass I-flöde. Beräkningsmetod II bygger på statistisk frekvensanalys baserat på årsmaximum av historiska uppmätta eller modellberäknade data. Med metoden bestäms flöden med årliga sannolikheter på 1/100, 1/200 och 1/500 (100-års, 200-års och 500-årsflöden). Beräkningen grundas på tillrinnande flöde och inte avrinning för att beakta flödets dämpning i magasinen. Frekvensanalys kan vara svårt att tillämpa i punkter med hög regleringsgrad eftersom reglerad vattenföring inte är slumpvis fördelad. Beräkningsmetod II-flödet kallades tidigare flödesdimensioneringsklass II-flöde. Läsaren hänvisas till 2022 års utgåva, *”Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar”* (Svenska kraftnät, m.fl., 2022), för mer ingående förklaringar av koncept och beräkningsmetoder.

SMHI administrerar en databas innehållande flödesberäkningar utförda av SMHI för dammanläggnings- och samhällsplaneringsstudier. Arbetet som utförts under denna uppföljning har resulterat i att databasen har uppdaterats och nu innehåller totalt 1255 flödesdimensioneringar samt 427 högsta observerade flöden. Denna databas ligger även till grund för de analyser som utförts för den här uppföljningen.

1.2 MÅL

Uppföljningen har haft följande mål:

- komplettera den befintliga databasen med tillkomna beräkningar efter uppföljningen 2014,

- komplettera de tidigare uppföljningarna med analyser av de tillkomna beräkningarna, samt
- komplettera sammanställningen av observerade högsta flöden

1.3 SYFTE

Syftet med uppföljningen har varit att följa tillämpningen av de reviderade riktlinjer för beräkning av dimensionerande flöden som publicerats 2015 och 2022.

2 Litteraturgenomgång

2.1 DE SVENSKA RIKTLINJERNA FÖR DIMENSIONERANDE FLÖDEN

De svenska riktlinjerna för dimensionering av flöden för dammanläggningar publicerades för första gången 1990 av Flödeskommittén (Flödeskommittén, 1990). 2007 och 2015 kom reviderade versioner ut. En uppdaterad utgåva av riktlinjerna publicerades senast 2022 av Svenska kraftnät, Energiföretagen Sverige och Svemin i samarbete med SMHI (Svenska kraftnät, m.fl., 2022) och är de nu gällande riktlinjerna.

Utbyggnaden av Sveriges vattenkraft kulminerade under 1950- och 60-talen, dock saknades det före 1990 fastlagda regler för beräkning av dimensionerande flöden och ofta användes endast en säkerhetsmarginal på 10 – 20 % över högsta uppmätta flöde (Svenska kraftnät, m.fl., 2022). De tidigare beräkningarna hade även baserats på avrinning från magasin och inte dess tillrinning, även detta konstaterades av Flödeskommittén vara en svaghet som kunde ge missvisande värden i reglerade system (Hallberg, 2016). Flödeskommittén bildades efter att höga flöden och översvämningar skett i början av 1980-talet. Det konstaterades att de viktigaste flödesskapande faktorerna är nederbörd, snösmältning, markfuktighetsunderkott samt magasinsfyllnad. Flödeskommittén ansåg att konsekvenserna vid ett dammhaveri skulle utgöra grunden för differentierade krav av klassifikationen av dammarna och beräkningen av dimensionerande flöde. Därför presenterades 1990 ett konsekvensbaserat klassificeringssystem för dammar med indelning i riskklass I respektive II med korresponderande metoder för att beräkna dimensionerande flöden. Beräkningsmetod I baserades på att ovanliga flödesskapande faktorer kombinerades och beräkningsmetod II baserades på frekvensanalys. Metodikerna som ligger till grund för beräkningarna har inte förändrats i grunden sedan de först introducerades men har dock kompletterats under tidens gång.

Förändringarna i riktlinjerna 2022 är väl beskrivna i *"Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöde för dammanläggningar Utgåva 2022 – Tillägg och ändringar samt deras innebörd"* (Bartsch, 2021). De huvudsakliga förändringarna är att:

- riktlinjernas krav för dimensionerande flöde utgår ifrån konsekvenserna av dammhaveri i samband med höga till mycket extrema flöden och är därmed tydligare knutna till de skadekategorier som ligger till grund för dammsäkerhetsklassificeringen enligt miljöbalken (2014:114).
- kravställningen differentieras på en femgradig skala, vilket innebär att kraven tätare följer konsekvenserna av dammhaveri vid högflödessituationer. Den tidigare skalan och bedömningsgrunderna för differentierade krav (Flödesdimensioneringsklass I-III) har därmed utgått.
- begreppet *dimensionerande flöde* beskriver den vattenföring som en dammanläggning ska kunna motstå och släppa fram utan att ta allvarligt skada. I tidigare version av riktlinjerna refererade begreppet endast till anläggningar i Flödesdimensioneringsklass I.

- tidigare flödesdimensioneringsklass I-flöde anges nu som flöde beräknat enligt beräkningsmetod I och tidigare flödesdimensioneringsklass II-flöde är nu flöde beräknat enligt beräkningsmetod II.
- beräkningsmetod II (frekvensanalys) tillåter användande av data från hydrologiska modeller och begreppet *årlig sannolikhet* ersätter termen *återkomsttid*.
- flöden med årlig sannolikhet 1/200 och 1/500 beräknas i den mån dessa fordras av kravställningen.
- standardiserad reglering kan utgöra underlagsdata vid beräkningsmetod II för vattendrag starkt påverkade av reglering, med hänvisning till analyser gjorda av Hallberg m.fl. (2016).
- behovet av översyn av dimensionerande flöde ska prövas vart tionde år anläggnings- eller vattendragsvis samt vid större förändringar av dammens design eller funktion.

2.2 TIDIGARE UPPFÖLJNINGAR

Uppföljningar av riktlinjerna och dess tillämpningar har publicerats 2006 (Brandsten, m.fl., 2006), 2008 (Bergström m.fl., 2008) 2014 (German, m.fl., 2014) och 2019 (Losjö, m.fl., 2019).

Uppföljningen som presenterades 2006 (Brandsten, m.fl., 2006) gav den samlade bedömningen att riktlinjerna fortfarande beskrev en extrem flödesutveckling på ett realistiskt sätt. Uppföljningen hade även till syfte att förstå geografiska och klimatologiska skillnader i beräkningarna. I de reviderade riktlinjerna som presenterades 2007 togs hänsyn till förändringar av det framtida klimatet och begreppet *riskklass* ersattes med *flödesdimensioneringsklass*. Riktlinjernas giltighet för dimensionering enligt flödesdimensioneringsklass I utökades till att omfatta tillrinningsområden ner till 1 km². Därmed tydliggjordes riktlinjernas tillämpning för gruvindustrins dammanläggningar. Riktlinjernas giltighet utökades till att omfatta hela Sveriges avrinningsområde, d.v.s. även delar av Norge och Finland. Reservationer för riktlinjernas tillämpbarhet gjordes för Väner och eventuella liknande stora regleringsmagasin. (Svenska kraftnät, m.fl., 2022)

Syftet med 2014 års uppföljning (German, m.fl., 2014) var att undersöka hur 2007 års reviderade riktlinjer hade tillämpats, analysera effekterna ett urval av årsmaximum baserat på magasinens fyllnadsgrad samt att komplettera databasen med nya observerade högsta flöden. Inför 2015 års uppdatering av riktlinjerna gjordes nya studier som fokuserade på ett klimat i förändring och dess framtida påverkan på dammsäkerheten. Dessutom utvecklades metodiken för att utnyttja klimatscenarier vid beräkning av dimensionerande flöden. Samordning och informationsutbyte mellan dammägare i ett vattensystem framhölls och beräkningar för dammanläggningar i ett vattendrag rekommenderades att hanteras samlat i en gemensam modell. Ytterligare förändringar var att flödesdimensioneringsklass III tillkom, utan krav på avbördningskapacitet i riktlinjerna. Grundregeln att 100-årstillrinningen ska kunna avbördas vid dämningssgränsen för anläggningar i flödesdimensioneringsklass I och II

omformulerades eftersom att denna kombination kan anses vara utesluten i praktiken vid vissa anläggningar. Dessutom tydliggjordes att flödesdämpning inte bör överskattas för uppströms dammanläggningar då detta kan påverka dimensionerande flöde för nedströms liggande anläggningar. (Svenska kraftnät, m.fl., 2022)

Uppföljningen som gjordes 2019 (Losjö, m.fl., 2019) fokuserade på statistiska analyser av nederbörd och vattenföring med så långa tidsserier som möjligt. Ingen långsiktig trend kunde observeras i de parametrar som analyserades och därmed bedömdes inte att något behov för förändringar i riktlinjernas kriterier fanns. Utöver detta genomfördes 2020 en analys som jämförde de två generationerna av beräkningsmetod I i några av Sveriges större älvar (Zábori, 2020). Den första generationen av beräkningar gjordes med HBV-76 i de flesta älvar med data ungefär från 1970 till 1990. Den andra generationens beräkningar startade runt 2010 och har gjorts i HBV-96 och baserats på data från 1961 fram till datum för modellens uppsättande. Inga systematiska skillnader mellan de äldre beräkningarna och de nyare kunde fastställas. Även geografiska skillnader undersöktes men det kunde inte fastställas att dessa påverkade resultatet, varken för modellprestanda, starttillstånd, flödestillfälle och tillrinning vid dimensionerande vattenstånd. Dock påverkades vattenekvivalenten av 30-årssnö av valet av beräkningsperiod. En senare beräkningsperiod gav högre vattenekvivalent för snö med en sannolikhet på 1/30 i norra Sverige och lägre i södra Sverige än en tidigare 30-årsperiod.

För en detaljerad beskrivning av riktlinjernas historia och vidtagna förändringar mellan utgåvorna hänvisas läsaren till "*Bilaga 2 – Bakgrund och historik*" i riktlinjerna (Svenska kraftnät, m.fl., 2022).

3 Metod

3.1 UPPDATERING AV DATABASEN

SMHI administrerar en databas över de flödesdimensioneringar som organisationen utfört för dammanläggnings- och samhällsplaneringsstudier. Se Bilaga 1 Databas för detaljerad beskrivning av ingående uppgifter. Som del av arbetet under den här uppföljningen har databasen uppdaterats med beräkningar gjorda av SMHI efter 2013 och fram till och med mars 2024. I arbetet har inga anspråk gjorts på att göra databasen komplett. För beräkningar där äldre kompletterande data framkommit eller där fel upptäckts har dessa korrigerats, dock har inget systematiskt arbete gjorts för att kontrollera data för äldre beräkningar.

Databasen har uppdaterats med information om:

- flöden enligt beräkningsmetod I för både vår- och hösttillfällen,
- lokala dimensioneringsberäkningar; endast dimensionerande fall är inkluderade i databasen,
- flöden enligt beräkningsmetod II med standardiserad reglering (se Kapitel 3.3.1),
- klimatkänslighetsanalyser och
- högsta observerade flöden.

Efter dialog med referensgruppen i november 2023 har innehållet i databasen justerats, det bestämdes att ta bort viss befintlig information på grund av informationssäkerhet. Även kolumnnamn uppdaterades för att överensstämma med de gällande riktlinjerna.

En beräkning har ett unikt ID i databasen men kan ha samma koordinater som en annan beräkning med ett annat ID räknad vid ett tidigare tillfälle eller i en annan studie. En beräkning kan innehålla flöden enligt antingen beräkningsmetod I alternativt II eller enligt båda beräkningsmetoderna. I databasen anges det år då beräkning utförts, dock har en stor del av beräkningarna gjorda fram till och med 2013 inte beräkningsårtal registrerat. Vissa beräkningar har kompletterats i omgångar och det kan vara svårt att ange ett enskilt år då en beräkning är utförd. Dessa typer av beräkningar har därför benämnts *f.2013* (före 2013). Att genomgå de gamla beräkningarna för att finna exakta beräkningsårtal ingick inte i detta projekt.

3.2 BERÄKNINGSMETOD I

I den första generationens beräkningar har ofta endast dimensionerande tillrinning och avrinning dokumenterats. I de nyare studierna har i de flesta fallen både

dimensionerande vår- och hösttillrinning¹ samt vår- och höstavrinning² beräknats och registrerats i databasen.

3.2.1 Totala och lokala dimensioneringar

Vid en total dimensionering läggs nederbördssekvensen på det totala avrinningsområdet. Vid lokal dimensionering läggs nederbördssekvensen och 30-årssnö på ett avrinningsområde nedströms ett större magasin, och observerade förhållanden i de övre delarna av avrinningsområdet. De lokala beräkningarna som är registrerade i databasen är mestadels gjorda under 2019. Databasen är inte kompletterad med äldre lokala beräkningar.

3.2.2 Dimensionerande snömagasin

För beräkningsmetod I används ett dimensionerande snömagasin vars vatteninnehåll har en årlig sannolikhet på 1/30 (30-årssnö) (Svenska kraftnät, m.fl., 2022). Detta beräknas genom frekvensanalys av årsmaximum simulerade i den hydrologiska modellen. Startdatum i starttillståndet blir det senaste datum för årsmaximum i den hydrologiska modellens simulering. Datum för starttillståndet samt snövattenekvivalenten med en årlig sannolikhet på 1/30 noteras i databasen.

3.2.3 Specifik tillrinning

Kvoten av *tillrinning* och *avrinningsområdets area* benämns som *specifik tillrinning*, på samma sätt är *specifik avrinning* kvoten av *avrinning* och *avrinningsområdets area*. Konceptet kan användas för flöden av alla återkomsttider, med enheten mm per tidsenhet eller liter per sekund per kvadratkilometer $l/(s \times km^2)$. I den här rapporten har en analys av specifik tillrinning gjorts på vår- och hösttillfälle enligt beräkningsmetod I. Maxvärdet av vår- och hösttillfälle, för att fånga den naturliga processen då tillrinningen är mindre påverkad av reglering än avrinningen. Avrinningsområden mindre än 1 km² har uteslutits då de ligger utanför riktlinjernas giltighet. För många äldre beräkningar vars area inte är registrerad i databasen har specifik tillrinning inte beräknats.

3.2.4 Klimatkänslighetsanalyser

Enligt riktlinjerna bör klimatkänslighetsanalyser utföras då ett förändrat klimat kan påverka höga flöden. Dessa förändringar kan ske inom den tekniska livslängden för dammar (Svenska kraftnät, m.fl., 2022). Analyser av framtida klimats påverkan kan göras för både flöden enligt beräkningsmetod I och II. I den här rapporten redovisas de klimatkänslighetsanalyser som gjorts.

3.3 BERÄKNINGSMETOD II

Beräkningar gjorda före 2013 med beräkningsmetod II har till största del endast värden registrerade i databasen för avrinningar med en årlig sannolikhet på 1/100.

¹ Tillrinning avser den delen av nederbörden, regn eller snö, som rinner till sjöar och vattendrag (m^3/s).

² Avrinning avser den delen av nederbörden, regn eller snö, som rinner till sjöar och vattendrag, samt den nederbörd som faller över sjöarnas areal (m^3/s).

Enligt nu gällande riktlinjer (Svenska kraftnät, m.fl., 2022) ska tillrinnande flöde, ej avrinning, beräknas genom beräkningsmetod II. För analyserna i den här rapporten har för en del endast frekvensberäknade tillrinningsdata använts och för en del har både frekvensberäknad tillrinnings- och avrinningsdata använts. Detta har då specificerats i Kapitel 4 Resultat.

3.3.1 Standardiserad reglering

2022-års riktlinjer hänvisar till Hallberg m.fl. (2016) för användning av standardiserad reglering beräknat av en hydrologisk modell som underlagsdata för frekvensanalys i tillägg till eller i stället för observationsdata. Standardiserade regleringsrutiner beskriver de framträdande dragen för säsongspaneringen och används för att beskriva höglödespotentialen i historiska väderhändelser vid en rimlig och likartad reglering (Hallberg, 2016). Standardiserad tillrinning används även i tillämpningsexemplet i Bilaga 5 i de riktlinjerna från 2022. I den här uppföljningen belyses de fall som registrerats i databasen där tillrinningar med en årlig sannolikhet på 1/100 beräknats med standardiserad reglering.

3.4 HÖGSTA OBSERVERADE FLÖDEN

Före denna uppföljning hade inga beräkningar i databasen registrerade mätstationer. Dock fanns dataseriers start- och slutdatum samt högsta uppmätta flöde registrerat för 93 beräkningar. Genom denna data kunde stationer identifieras och kopplas till dessa beräkningar.

Uppgift om högsta observerade flöde (HHQ) fattades för en stor del av beräkningarna i databasen och korresponderande mätstationer fanns inte registrerade. För att matcha beräkningar med mätstationer gjordes en geografisk analys i QGIS³ där beräkningspunkter matchades till mätstationer från SMHI:s databas WISKI⁴ inom två kilometers radie. Högsta registreringen i mätserien användes för beräkning av kvoter mellan HHQ och tillrinnande flöde enligt beräkningsmetod I respektive II. Därefter kontrollerades beräkningarna manuellt och kvoter med extremvärden rättades vid behov. Det kan dock ändå finnas fel i hur mätserierna sammankopplats med beräkningarna grundat metodiken, men att kontrollera varje beräkningspunkt manuellt ansågs vara en för stor arbetsinsats.

Med beräkningsmetod I beräknas dimensionerande till- och avrinning under vår och höst. När kvoten *HHQ/beräkningsmetod I* beräknats användes våravrinning för de punkter där endast detta fanns att tillgå, i övrigt användes vårtillrinningen. För kvoten *HHQ/beräkningsmetod II* användes avrinningen beräknad med en årlig sannolikhet på 1/100 för de punkter där endast detta fanns beräknat, i övrigt användes tillrinningen beräknad med en årlig sannolikhet på 1/100. WISKI-databasen innehåller endast avrinningsdata.

³ QGIS är ett GIS-program (geografiska informationssystem) med öppen källkod som kan hantera olika typer av geografiska data.

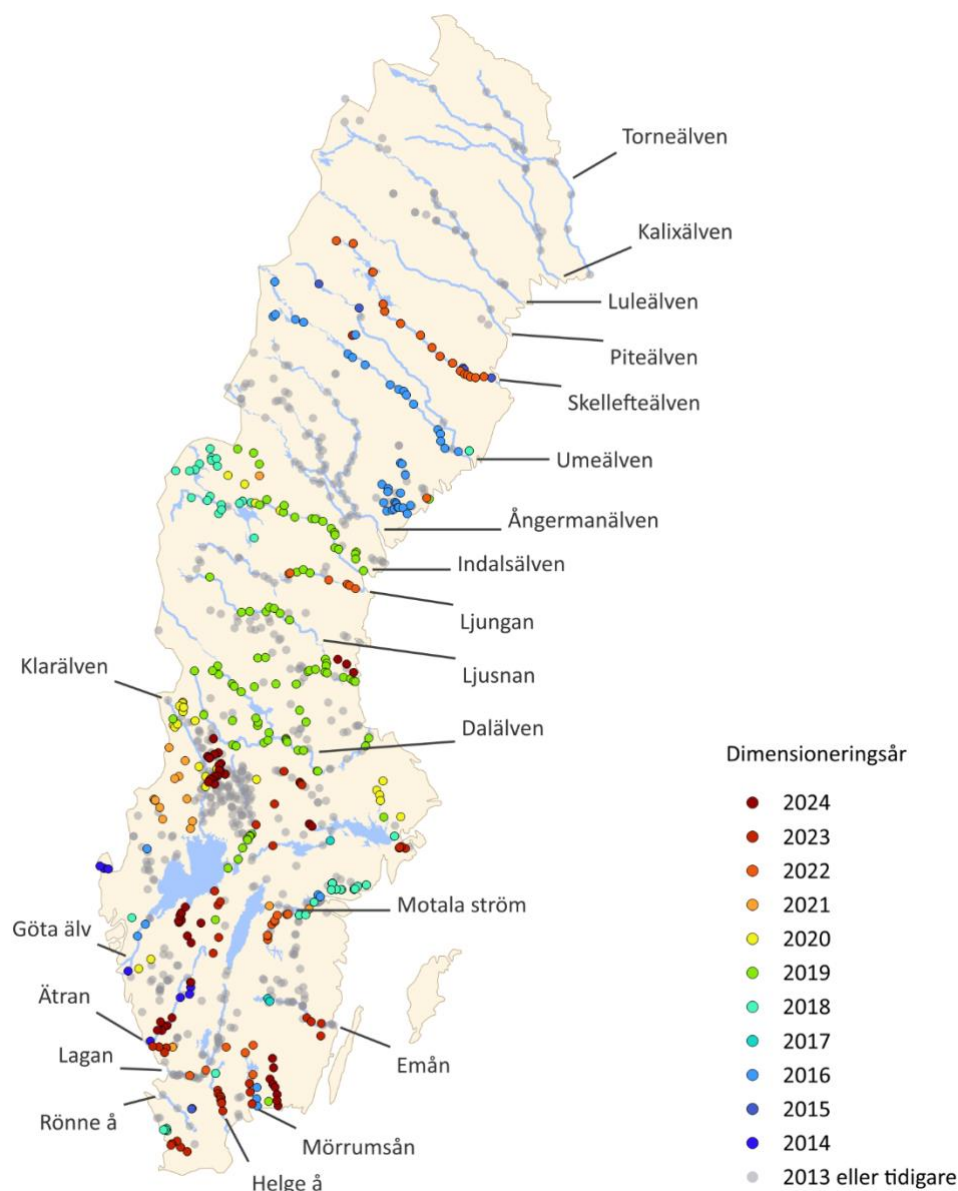
⁴ WISKI är SMHI:s databas för bl.a. hydrologiska mätdata, t.ex. tidsserier med flödesmätningar.

4 Resultat

4.1 UPPDATERING AV DATABASEN

Följande beräkningar har lagts till databasen:

- 445 beräkningar gjorda mellan 2014 och mars 2024 har lagts till databasen, varav 295 är beräknade efter att den senaste uppföljningen från 2019. Figur 1 visar den geografiska och tidsmässiga spridningen av de nya beräkningarna som framförallt har gjorts för vattendrag i södra och mellersta Sverige.
- De 445 beräkningarna innehåller 253 flöden räknade enligt beräkningsmetod I och 381 flöden räknade enligt beräkningsmetod II (381 beräkningar av 100-årstillrinningar, 107 beräkningar av 200-årstillrinningar och 58 beräkningar av 500-årstillrinningar).
- Sedan 2013 har 81 klimatkänslighetsanalyser utförts för flöden räknade enligt beräkningsmetod I för år 2100, vilket ger totalt 105 klimatkänslighetsanalyser för flöden räknade enligt beräkningsmetod I i databasen. Databasen innehåller även 72 klimatkänslighetsanalyser för 100-årstillrinningar för år 2100.



Figur 1. Visualisering av de beräkningar som finns i databasen.

Totalt innehåller databasen nu 1255 beräkningar, dessa innehåller flöde antingen enligt beräkningsmetod I alternativt II, eller enligt båda beräkningsmetoderna. Figur 1 visar de beräkningar som finns i databasen med registrerade koordinater, totalt 1192 stycken. Beräkningar gjorda efter uppföljningen 2014 visas enligt beräkningsårtal. Då flera vattendrag och punkter beräknats i flera omgångar med både beräkningsmetod I och II är beräkningsårtalen för dessa vattendrag sammanställda i Tabell 1. Det ska noteras att sammanställningen inte gör anspråk på att vara fullständig men bör ge en bra bild över var och när riktlinjerna tillämpats.

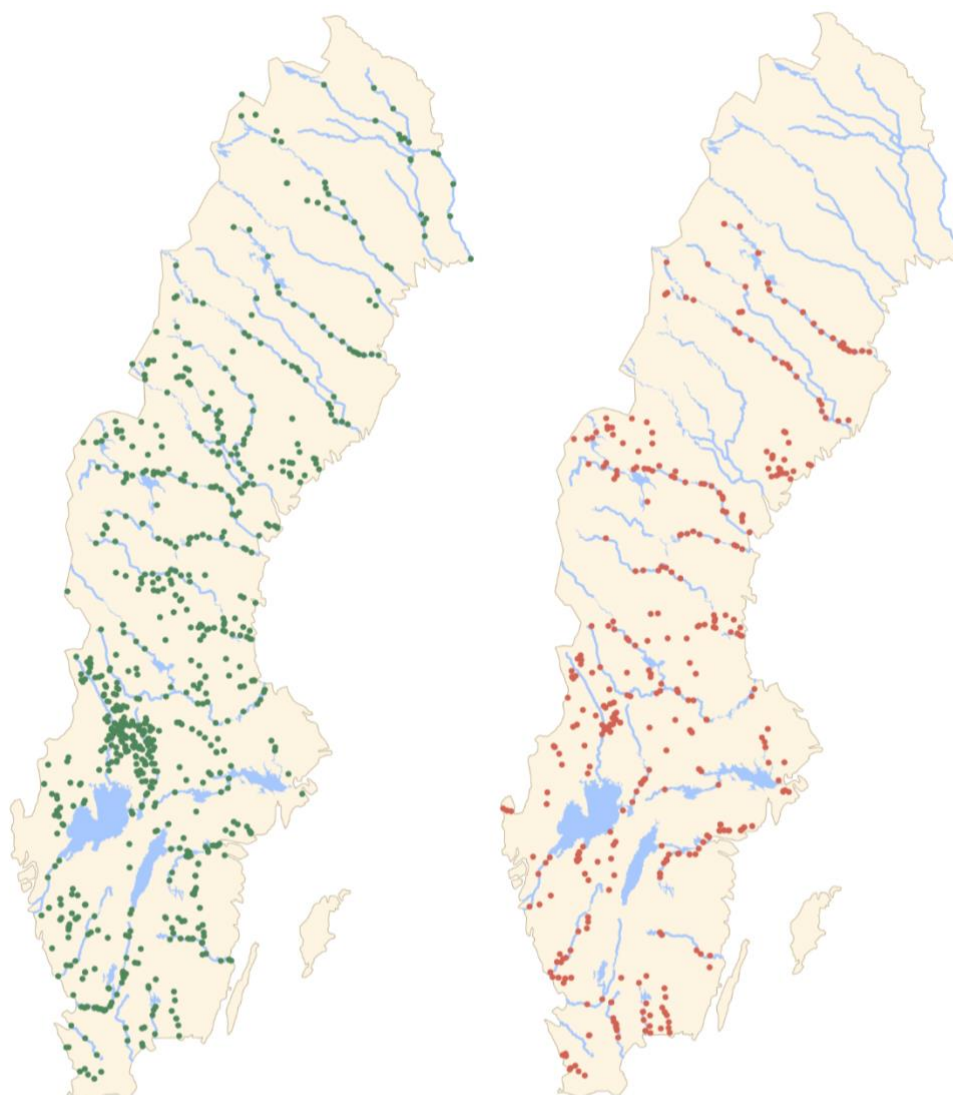
Tabell 1. Större vattendrag som räknats i flera omgångar med beräkningsmetod I respektive II.

Huvudavrinningsområde	Beräkningsmetod I	Beräkningsmetod II
Dalälven	f.2013	f.2013, 2019
Emån	f.2013, 2008, 2010, 2012, 2017	f.2013, 2017, 2023
Gideälven	2010, 2016	2016
Göta älv	f.2013, 2023, 2024	f.2013, 2019, 2020, 2021, 2024
Höjeå	2010, 2023	
Indalsälven	f.2013, 2019	f.2013, 2019
Lagan	f.2013, 2012	f.2013, 2022
Ljungan	f.2013	f.2013, 2019
Ljusnan	f.2013	f.2013, 2019
Luleälven	f.2013, 2013	f.2013
Motala ström	f.2013, 2009, 2013, 2018	f.2013, 2021, 2022
Moälven	f.2013, 2016	f.2013
Mörrumsån	f.2013, 2022	f.2013, 2023
Nissan	f.2013, 2021	f.2013, 2022
Norrström	f.2013, 2009, 2019, 2020, 2024	f.2013, 2018, 2019, 2023, 2024
Ronnebyån	2010, 2024	2024
Skellefteälven	1998, 2015	2022
Umeälven	f.2013, 2016	2016
Viskan	f.2013, 2008	f.2013
Ätran	f.2013, 2014, 2024	f.2013, 2014

4.2 BERÄKNINGSMETOD I

4.2.1 Totala dimensioneringar

Figur 2 visar två kartor på var totala dimensioneringar enligt beräkningsmetod I har gjorts. Till vänster ses beräkningar gjorda innan uppföljningen 2014 och till höger ses de beräkningar som lagts till i databasen sedan dess. Nya beräkningar har främst gjorts i södra Sverige samt i Skellefte-, Ume-, och Indalsälvens avrinningsområden.



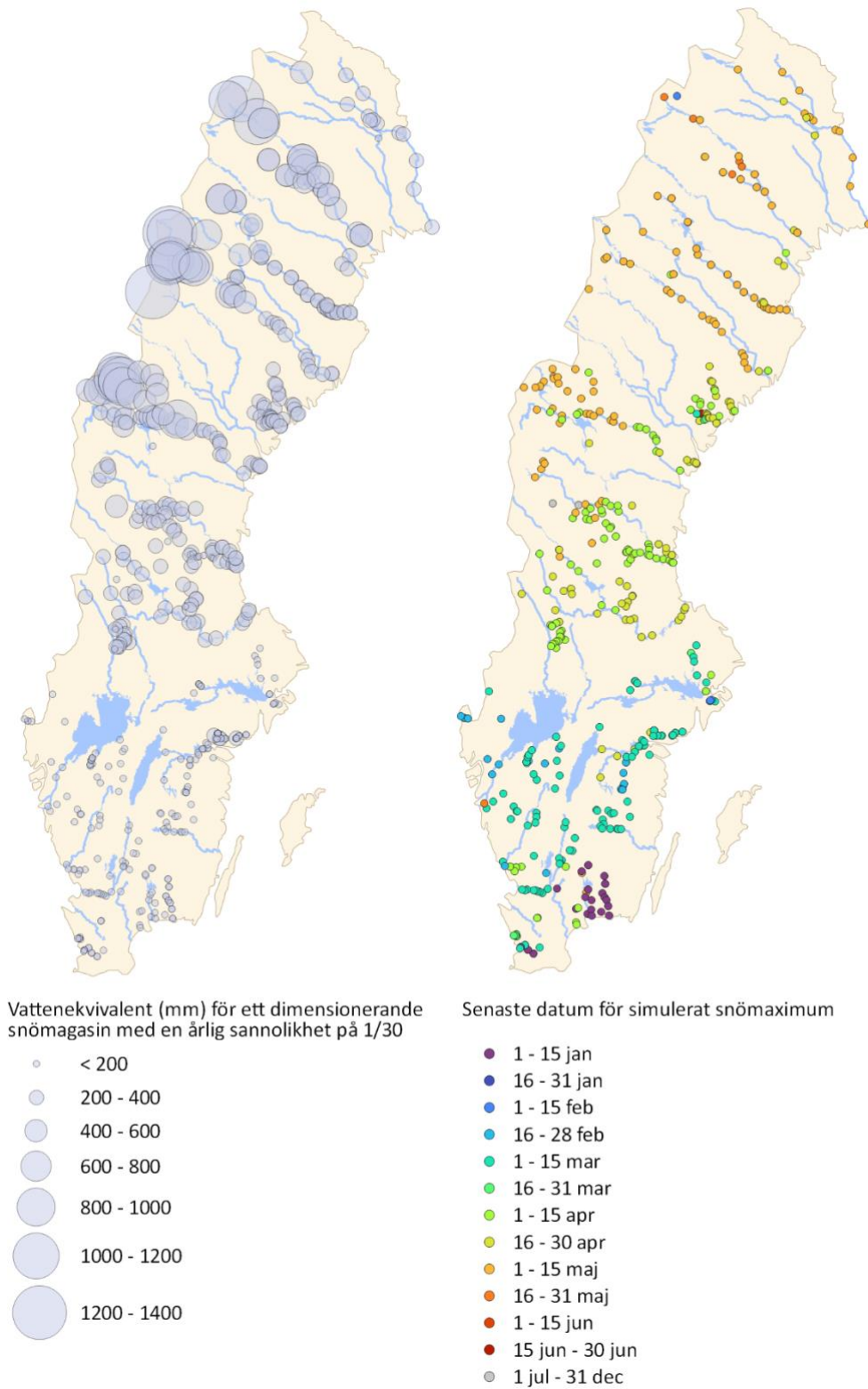
Alla beräkningaspunkter i databasen

• Räknade t.o.m 2013

• Räknade fr.o.m. 2014

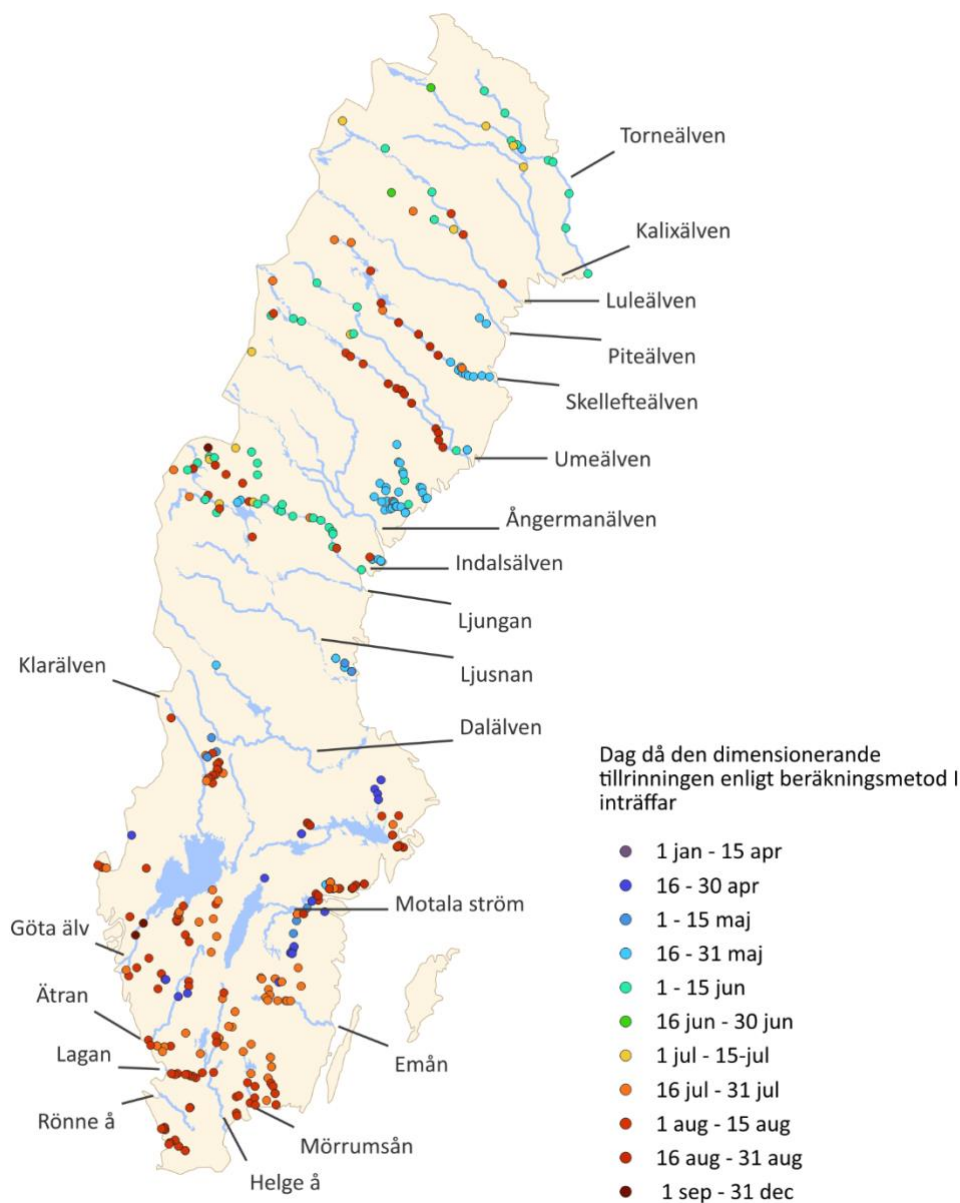
Figur 2. Totala dimensioneringar räknade enligt beräkningsmetod I utförda t.o.m. 2013 (t.v.) respektive efter 2013 (t.h.).

Figur 3 visar de punkter som har 30-årssnö beräknat, cirklarnas storlek beskriver vattenekvivalenten. Som förväntas återfinns de största värdena i norra Sverige, framförallt i fjällregionen. Till höger i Figur 3 ses de senaste datumen för snömax (beräkningarnas starttillstånd), som förväntat följer samma trend som 30-årssnön. Ett fåtal punkter ger orimliga värden för senaste datum för snömax, men dessa har inte undersökts närmre. Skellefteälven har efter uppföljningen 2014 analyserats på nytt och har i denna rapport realistiska datum. Punktskiktet för nyare beräkningarna ligger över de äldre beräkningarna i kartan till höger i Figur 3.



Figur 3. Geografisk variation av beräknat 30-årssnö (t.v.) samt senaste datum för maximalt snötäcke (t.h.).

Figur 4 visar den tid på året då den dimensionerande tillrinningen enligt beräkningsmetod I inträffar. En del punkter kan vara dolda av ovanliggande punkter i skiktet. I fall då vår- och hösttillrinning har beräknats till samma storlek har vårtillrinningen använts i analysen. I södra Sverige inträffar det värsta tillfället oftast under juli till augusti och i norra Sverige från maj till augusti. Den beräknade hösttillrinningen sker mestadels i augusti för hela landet. Även lokala beräkningar är inkluderade i analysen.



Figur 4. Dag på året då den dimensionerande tillrinningen enligt beräkningsmetod I förväntas inträffa.

4.2.2 Lokala dimensioneringar

För lokala beräkningar har endast dimensionerande fall, inte både vår- och hösttillfälle, dokumenterats i databasen. 16 beräkningar med lokala dimensioneringar är registrerade, mestadels för Indalsälven och Göta älv men även enstaka punkter i Torneälv, Storån och Helge å. Ingen geografisk koppling har varit möjlig att urskilja, snarare beror det på hur specifika älvsystem är uppbyggda eller hur lokala förutsättningar ser ut. Lokala beräkningar har inte följts upp i tidigare uppföljningar, det finns därför inga historiska jämförelser.

4.2.3 Specifik tillrinning

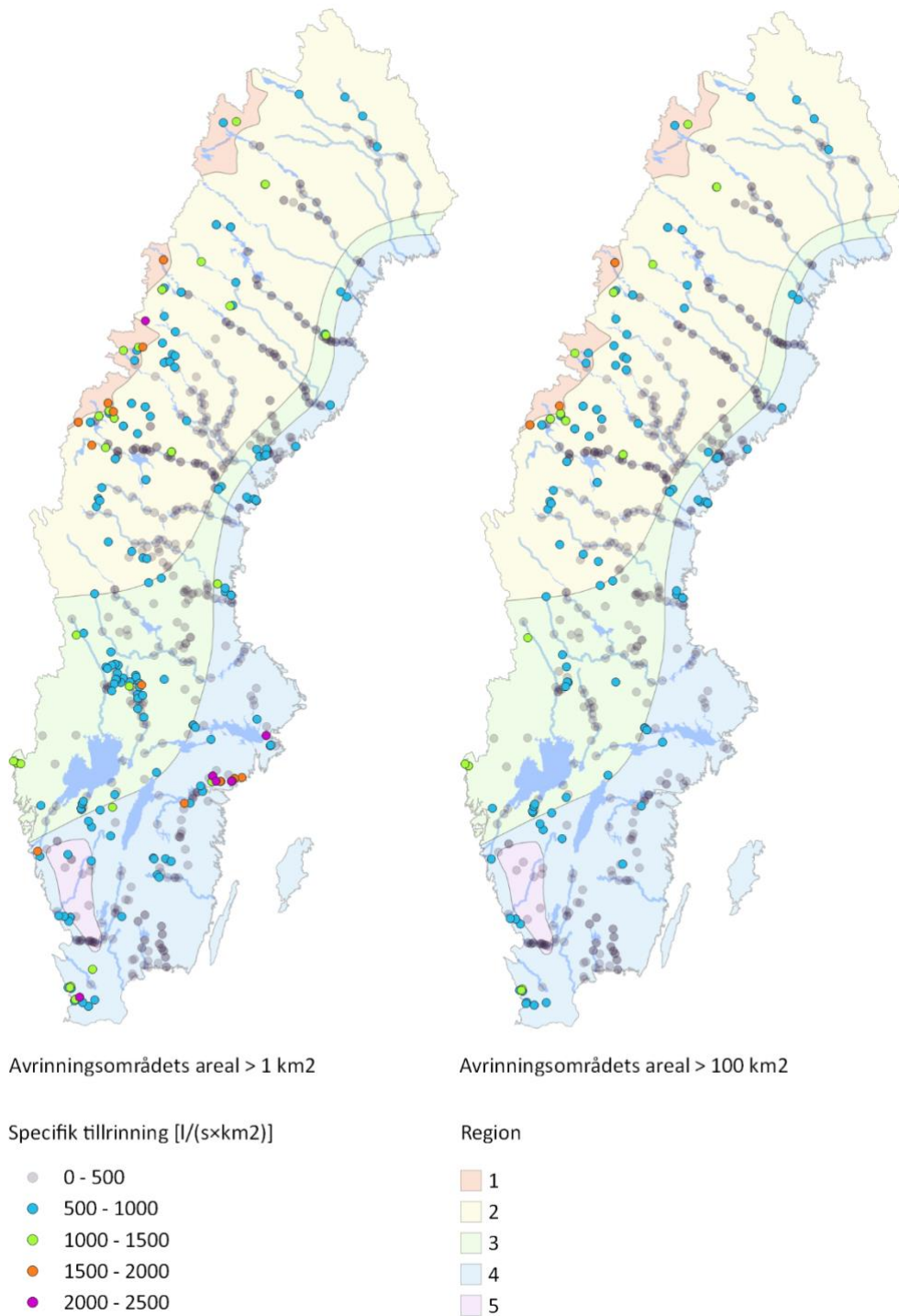
Figur 5 visar specifik tillrinning för avrinningsområden större än 1 km² respektive större än 100 km². Tabell 2 redovisar de allra högsta värdena för samtliga avrinningsområden som finns med i analysen. Avrinningsområden med en area under 1 km² är inte medtagna i analyserna då de är utanför riktlinjerna. Nio beräkningar med en area under 1 km² har specifika tillrinningar mellan 2000 och 3000 l/(s×km²). Dessa fall är alla belägna i Kilaån och Svärtaån, som mynnar ut vid Nyköping, och är inte redovisade i tabellen.

I uppföljningen publicerad 2014 hade Stekenjokk och Höje å de högsta specifika tillrinningarna, i denna uppföljning har ytterligare sex punkter tillkommit med specifika tillrinningar över 2000 l/(s×km²). I figur 5 (vänster kartbild) framgår att områden med de största specifika tillrinningarna (över 2000 l/(s×km²)) har små arealer och ligger, bortsett från Stekenjokk, i de södra delarna av landet.

20 beräkningar med en area över 100 km² har en specifik tillrinning över 1000 l/(s×km²), varav 14 stycken ligger i norra Sverige, framför allt i Indals- och Umeälvens avrinningsområden. Burvattnet och Överuman i region 1 samt Storrensjön i region 2 har en specifik tillrinning mellan 1500 och 2000 l/s/km². Punkterna kan ses i den högra kartan i Figur 5.

Tabell 2. De största specifika tillrinningarna, alla beräkningsår.

Huvudavrinnings- område	Biflöde	Objekt	Beräkningsår	Area [km ²]	Spec. tillrinning [l/(s×km ²)]
Ångermanälven	Stekenjokk	Sandmagasin	2010	3.8	2395
Höje å		Lund N	2023	2	2250
Svärtaån		Utlopp Uttersjön	2018	2.5	2160
Trosaån/Svärtaån	Vedaån	Utterö V	2018	1.2	2083
Kilaån	Idbäcken	Lövhamnen	2018	1.2	2083
Kilaån		Rödkärr	2018	1.6	2063
Norrström	Bällstaån	Bällstaån Övre	2018	4.3	2047
Kilaån	Vretaån	Källtorp	2018	1	2000
Nyköpingsån		Hovrasjön	2018	3.9	1923
Indalsälven	Långan	Burvattnet	2018	117	1846
Umeälven		Överumandammen	2016	653	1813



Figur 5. Specifik tillrinning för beräkningspunkter med en avrinningsarea över 1 km² (t.v.) respektive 100 km² (t.h.).

4.2.4 Klimatkänslighetsanalyser

Alla klimatkänslighetsanalyser utförda för flöden beräknade enligt beräkningsmetod I för total dimensionering ses i Figur 6. Av de 105 analyser som finns registrerade i databasen har 43 beräkningar gjorts under åren 2023 – 2024.

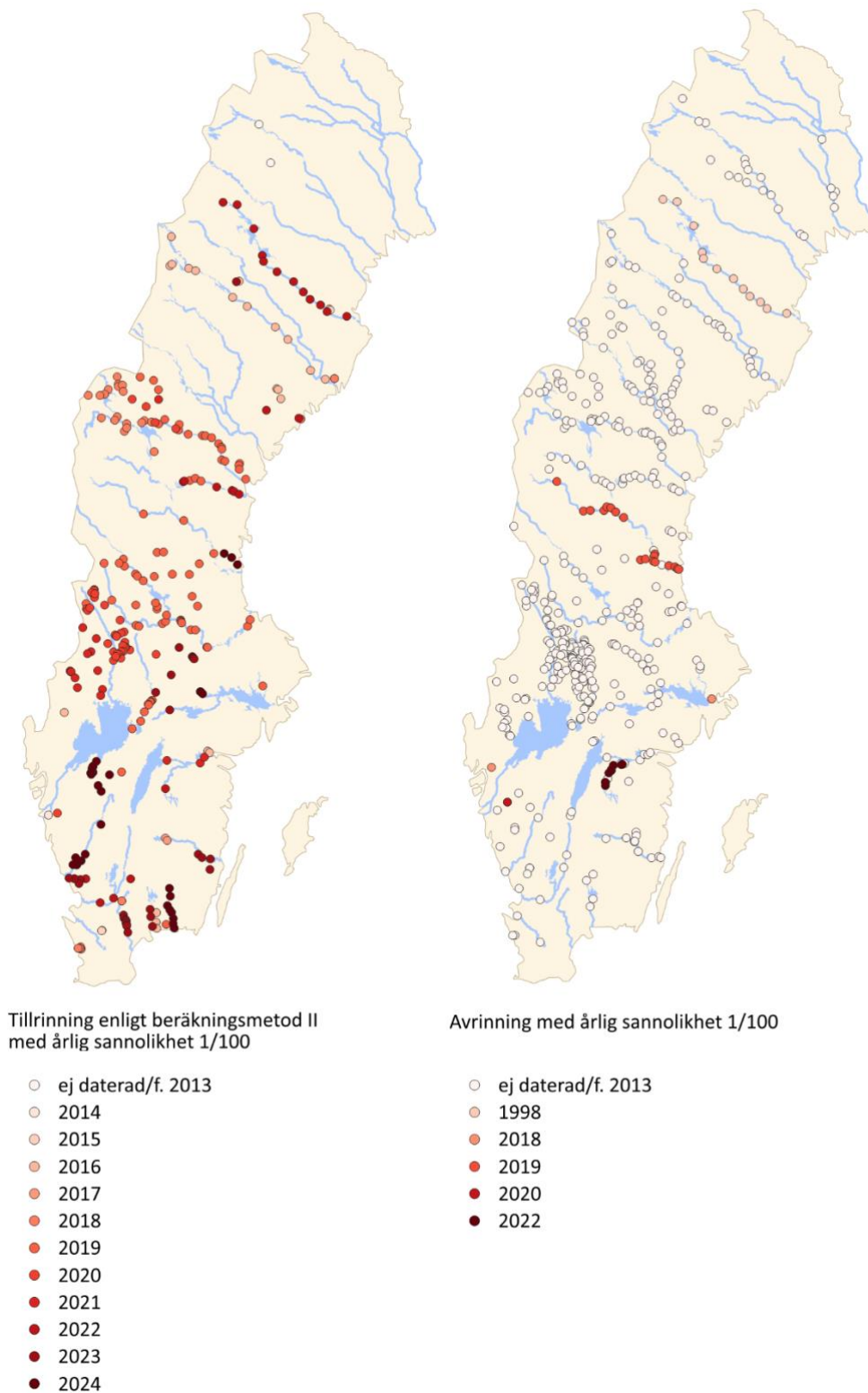


Figur 6. Geografisk spridning av utförda klimatkänslighetsanalyser för flöden beräknade enligt beräkningsmetod I.

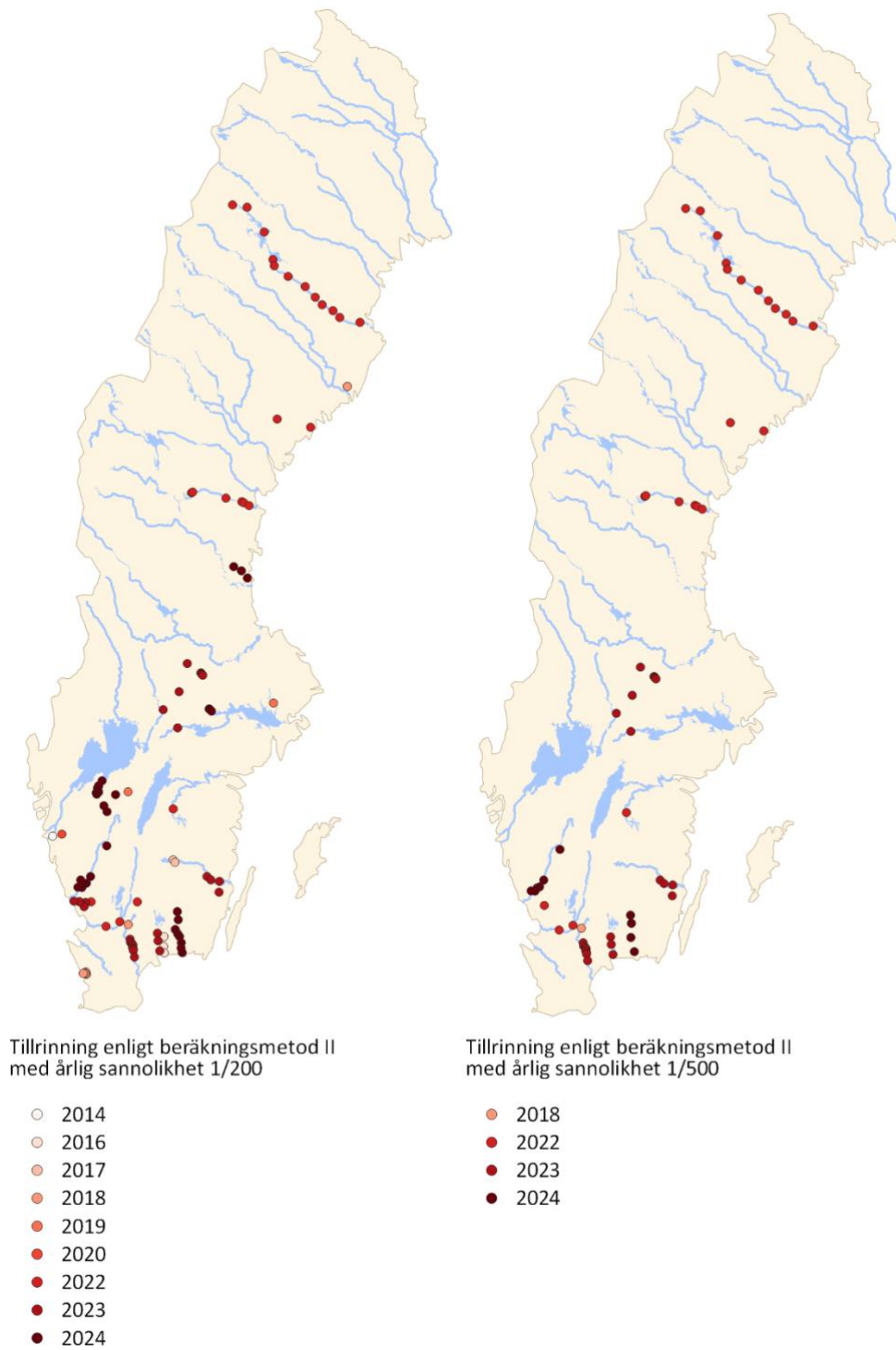
4.3 BERÄKNINGSMETOD II

Figur 7 visar punkter där uppmätt tillrinning har använts för beräkning av flöden med en årlig sannolikhet på 1/100 (100-årsflöden). För de äldre beräkningarna gjorda innan 2013 har nästan uteslutande 100-årsavrinningar beräknats, men databasen innehåller även senare analyser där avrinning använts i beräkningarna. De två kartbilderna i Figur 7 visar att tillrinning beräknas istället för avrinning de senaste åren, i enlighet med riktlinjerna. Figur 8 visar beräkningar av flöden med årliga sannolikheter på 1/200- respektive 1/500. Detta enligt rekommendation i den senaste utgåvan av riktlinjerna, beräkningarna påbörjades dock redan innan publikationen 2022.

För beräkningsmetod II har framför allt fördelningsfunktionerna Gumbel och den mixade TCEV-WG fördelningen, populärt kallad "Dubbel-Gumbel" använts men till viss del även GEV och Lognormal. Hallberg m.fl. (2016) visade att "Dubbel-Gumbel", ofta beskrev reglerade flöden något bättre. För oreglerade serier ger ofta klassiska enkla fördelningar, såsom Gumbel och GEV, en bra beskrivning.



Figur 7. Beräknade flöden med en årlig sannolikhet på 1/100, tillrinning (t.v.) respektive avrinning (t.h.), med beräkningsårtalet.



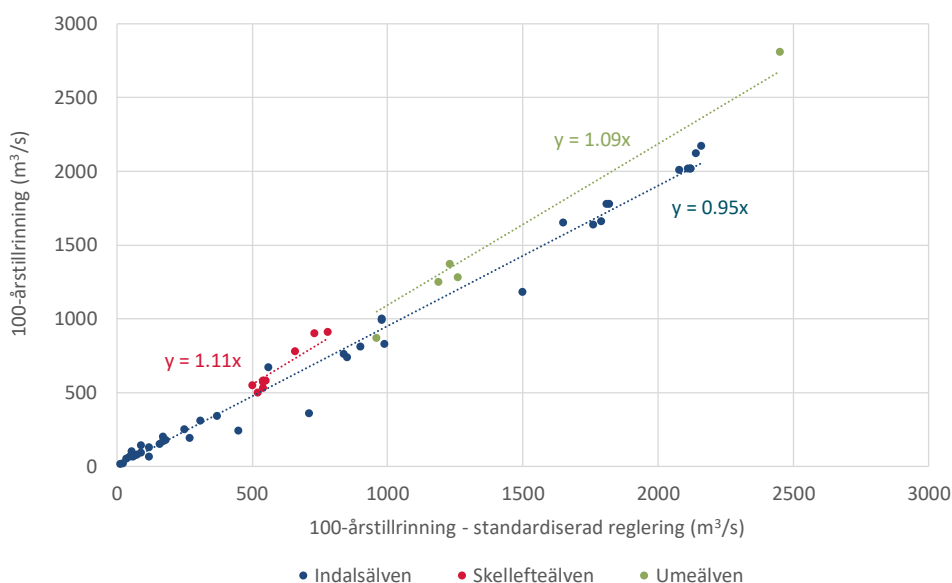
Figur 8. Beräknad tillrinning med en årlig sannolikhet på 1/200 (t.v.) respektive 1/500 (t.h.) med beräkningsårtal.

4.3.1 Standardiserad reglering

Modellberäkningar för tillrinningar med en årlig sannolikhet på 1/100 med standardiserad reglering har gjorts för totalt 68 punkter mellan åren 2016 och 2019 för Indalsälven, Skellefteälven och Umeälven. 55 av dessa punkter har en korresponderande 100-årstillrinning beräknad. I Tabell 3 visas kvoten av 100-årstillrinning/100-årstillrinning med standardiserad reglering och Figur 9 visar förhållandet mellan de två typerna av beräkningar. För Indalsälven är kvotens medelvärde 1,0. Det vill säga att analyser av observerad tillrinning och modellberäknad tillrinning stämmer väl överens. Antalet beräkningar är för få i Skellefte- och Umeälven för att kunna dra några slutsatser men medelvärdet av kvoterna ligger något över 1,0.

Tabell 3. Kvot 100-årstillrinning/100-årstillrinning med standardiserad reglering.

	Antal punkter	Medelvärde, kvoter	Standardavvikelse, kvoter
Indalsälven	41	1,00	0,25
Skellefteälven	9	1,09	0,09
Umeälven	5	1,05	0,08

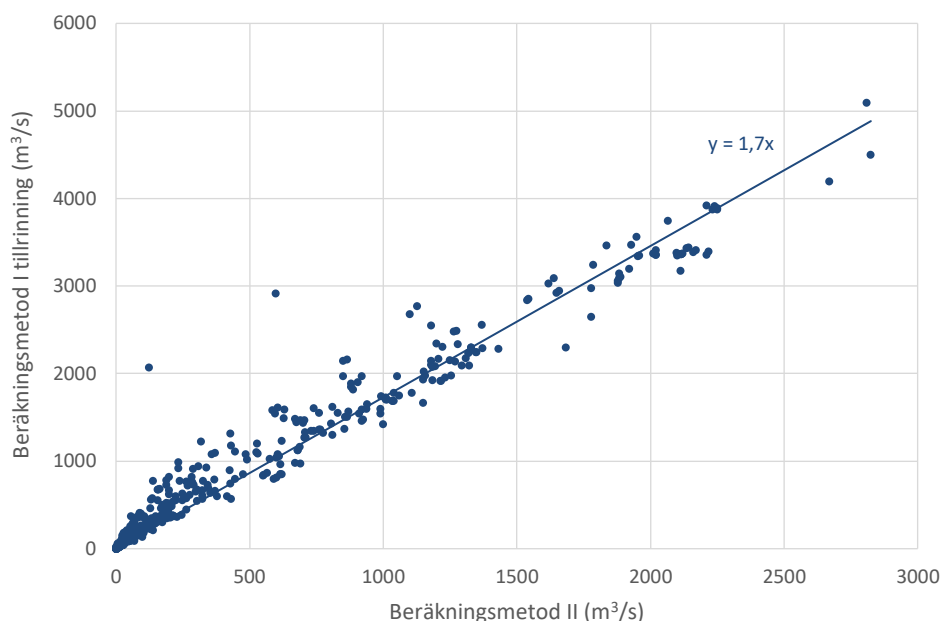


Figur 9. Förhållandet mellan 100-årstillrinning med standardiserad reglering för tre vattendrag och 100-årstillrinning.

4.4 BERÄKNINGSMETOD I VS BERÄKNINGSMETOD II

Figur 10 visar förhållandet mellan beräkningsmetod I och beräkningsmetod II, där den maximala vår-/hösttillrinningen och det maximala 100-årsflödet (till-/avrinning) har använts. Både reglerade och oreglerade vattendrag är inkluderade.

I Figur 10 ses det att större flöden följer den linjära trendlinjen väl, d.v.s. att de ligger nära kvoten 1,7, medan mindre flöden tenderar att ge en högre kvot. Resultatet följer den analys som gjordes för uppföljningen 2006 (Brandsten, m.fl., 2006), där flöden räknade enligt beräkningsmetod I i medel var 1,7 gånger större än flöden räknade enligt beräkningsmetod II. Areans betydelse för kvoten diskuterades i uppföljningen 2019 (Losjö, m.fl., 2019). Här användes dock en annan beräkningsmetodik då endast oreglerade vattendrag var inkluderade, denna analys gav en kvot på strax under 3.



Figur 10. Förhållandet mellan flöden enligt beräkningsmetod II och tillrinning enligt beräkningsmetod I.

4.5 HÖGSTA OBSERVERADE FLÖDEN

Genom att analysera observationsdata registrerad i databasen för äldre beräkningar kunde 71 mätstationer identifieras och adderas till beräkningarna. Därutöver registrerades högsta flöden för ytterligare 355 beräkningar, vars stationer identifierades genom den geografiska analysen beskriven i avsnitt 3.4. Som beskrivits i metodiken matchades beräkningspunkter med närliggande mätstationer genom en geografisk analys i QGIS. Därför kan det förekomma enstaka fel men resultatet bedöms ändå ge en övergripande bild.

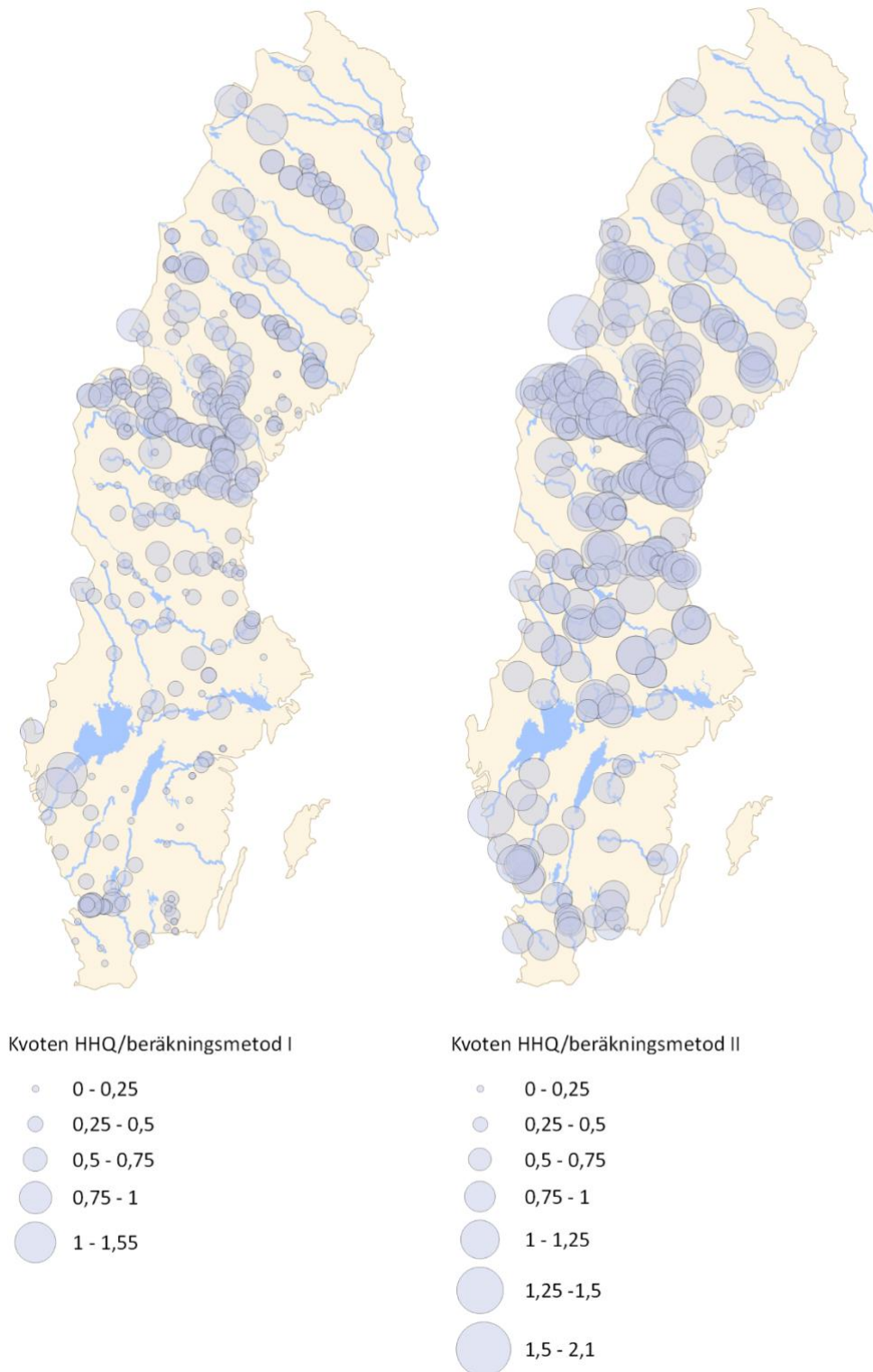
Figur 11 visar två kartbilder som åskådliggör förhållandet mellan det största observerade flödet (HHQ) och beräkningsmetod I-flödet respektive HHQ och beräkningsmetod II-flödet för de beräkningar där data finns att tillgå, totalt 324 respektive 298 stycken.

Medelvärdet för kvoten $HHQ/\text{beräkningsmetod I}$ är 0,45. Fördelningen visas i Figur 12, kvoten överstiger 1,0 för fyra beräkningar i kraftigt reglerade vattendrag. Dessa

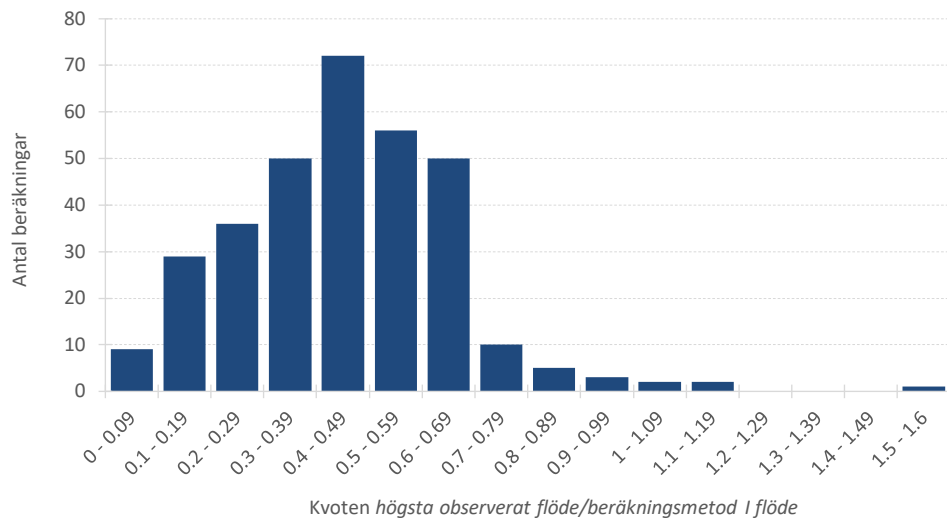
avvikelser kan vara en konsekvens av till exempel dammhaveri, beräkningsmetodik eller regleringar. Vid fångdamms haveriet i Satisjaure högt upp i Luleälven hösten 1964 uppmättes ett flöde på 1210 m³/s, jämfört med högsta registrerade flöden på 466 m³/s under oreglerad tid och 428 m³/s under reglerad tid. Under högflödessituationen 2000/2001 uppmättes höga flöden vid Vargön och Lilla Edet i Göta älv då vattendomen överskreds med syfte att öka tappningen och sänka vattennivån i Vänern. Satisjaure, Vargön och Lilla Edet ses som punkter med höga kvoter i Figur 11.

Hög regleringsgrad där tillrinningstoppar i stor utsträckning regleras bort kan ge ett mycket lågt förhållande mellan observerade flöden och flöden framtagna med beräkningsmetod I och II. I Ångermanälven påverkas flödena räknade enligt beräkningsmetod I av hur tunnlarna mellan magasinen behandlas i analyserna. Till exempel får Bergvattnet, som har en liten area, ett relativt litet flöde enligt beräkningsmetod I. Dock ger det höga uppmätta flödet ett orimligt högt förhållande mellan högsta observerade flöde och beräkningsmetod I. Den typen av punkter har uteslutits från analysen. Sillre i Indalsälven räknades om 2019, det nya flödet enligt beräkningsmetod I var 95 m³/s från tidigare beräknade 49 m³/s, detta resulterade i att *HHQ/beräkningsmetod I* nära halverades från 1,04 till 0,54. 49 m³/s är en gammal registrering i databasen och ingen kontroll av dess riktighet har gjorts.

Stationer med känd eller uppenbar påverkan av reglering har manuellt justerats i databasen till att ha inträffat under förhållanden jämförbara med dagens.



Figur 11. Förhållandet mellan högsta observerade flöden och flöden enligt beräkningsmetod I (t.v.) respektive 100-årsflödet beräknat med beräkningsmetod II (t.h.).



Figur 12. Histogram av kvoten mellan högsta uppmätta flöde (HHQ) och flöde enligt beräkningsmetod I.

5 Slutsatser

Det kan konstateras att riktlinjerna har haft en bred tillämpning med flera hundra genomförda beräkningar under det senaste decenniet. De förändringar som tillförts i de uppdaterade riktlinjerna har slagit igenom i faktiska beräkningar när det har varit relevant, så som frekvensanalys extrapolerad till lägre årliga sannolikheter än 1/100, klimatkänslighetsanalyser och flöden beräknade med standardiserad reglering.

5.1 BERÄKNINGSMETOD I

Riktlinjernas rekommendation angående klimatkänslighetsanalyser har tillämpats såväl inom dammsäkerhet som i andra sammanhang så som samhällsplanering, och med geografisk spridning över landet.

Lokala beräkningar har visat sig vara dimensionerande för ett mindre antal beräkningspunkter där beräkningar gjorts på senare år. Det visar att den här typen av beräkningar genomförts samt att det är relevant och viktigt att de görs. Det går inte att göra historiska jämförelser då lokala beräkningar inte har behandlats i tidigare uppföljningar och att uppdatera tidigare registrerade beräkningar i databasen med lokala beräkningar låg utanför det här projektets omfattning.

5.2 BERÄKNINGSMETOD II

Att riktlinjernas nya rekommendationer har tillämpats de senaste åren kan även ses genom att tillrinningar har använts i stället för avrinningar vid beräkningen av årliga sannolikheter på 1/100 och att beräkningar av tillrinningar med årliga sannolikheter på 1/200 och 1/500 har börjat utföras.

Standardiserad reglering för beräkning av flöden med årlig sannolikhet av 1/100 till 1/500 är inte ett krav från 2022-års riktlinjer men en möjlighet för vattendrag som är starkt reglerade. Tillämpning har skett sedan 2016 i tre älvar enligt metodiken framtagen av Hallberg m.fl. (2016). Kvoten av *100-års tillrinning/100-års tillrinning med standardiserad reglering* ligger nära 1,0 vilket stärker bilden av att det är en fungerande beräkningsansats.

5.3 HÖGSTA OBSERVERADE FLÖDEN

De geografiska analyserna har inneburit att flera beräkningspunkter har matchats till ett högsta observerat flöde registrerat av en närliggande mätstation. Metoden medför vissa osäkerheter men ger en generell bild. I medel uppgår de högsta uppmätta flödena till ungefär hälften (0,45) av flödena beräknade enligt beräkningsmetod I och den största delen av de beräknade kvoterna ligger under 1,0. HHQ har överstigit flöden enligt beräkningsmetod I vid något enstaka tillfälle, då i kraftigt reglerade vattendrag. Vattendomar och reglering av vattendrag påverkar tidsserierna och försvårar en kvantitativ analys.

6 Referenslista

- Bergström, S., Hellström, S-S., Lindström, G., Wern, L. (2008). Follow-up of the Swedish guidelines for the determination of design floods for dams. Svenska kraftnät Rapport No:2008 BE90
- Brandesten, C.-O., Larsson, P., Uljanova, M. (2006). Dammsäkerhet - Uppföljning av dimensioneringsberäkningar. Elforsk Rapport 06:10
- Bartsch, M. (2021). Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöde för dammanläggningar Utgåva 2022 – Tillägg och ändringar samt deras innebörd. Svenska kraftnät, 2021/4822 PM
- Flödeskommittén (1990). Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar. Statens Vattenfallsverk, Svenska Kraftverksföreningen, Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut.
- German, J., Södling, J., Hamberg, C. (2014). Dammsäkerhet - Uppföljning av dimensioneringsberäkningar – Kompletterande uppföljning t.o.m. 2013. Elforsk Rapport 14:52
- Hallberg, K., German, J., Losjö K., Södling, J. (2016) Hög tillrinning i reglerade vattendrag – Beräkning av 100 års återkomsttid. Energiforsk Rapport 2016:320
- Losjö, K., Södling, J., Wern, L., German, J. (2019) Uppföljning av de svenska riktlinjerna för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar. SMHI Klimatologi Nr 51.
- Svenska kraftnät, Energiföretagen Sverige och SveMin (2022) Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar - Utgåva 2022
- Zábori, J., German, J., Johnell, A., Södling, J. (2020) Uppföljning av två generationer flödesdimensioneringsklass I beräkningar. Energiforsk Rapport 2020:645

Bilaga 1 Databas

Tabellen nedan visar de kolumner som databasen innehåller. Alla beräkningar har dock ej registrerad information under samtliga rubriker. Databasen finns arkiverad hos SMHI.

Tabell 4. Information som hanteras i databasen.

Sektion	Rubrik	Enhet	Kommentar
Beräkning	ID		Unikt för var beräkning
	Nr		Vattendragets nummer, numrering enligt huvudvattendragen norrifrån
	Huvudflöde		Namn på huvudvattendraget
	Biflöde		Namn på biflödet
	Objekt		Namn eller geografisk beskrivning av beräkningspunkten
	Objektbeskrivning		Anger datakälla samt om beräkningspunkten är magasin eller kraftverk
	x-koordinat	RT90	
	y-koordinat	RT90	
	Area	km ²	Avrinningsområdets storlek
	Sjö	%	Andel sjö i avrinningsområdet
	Reglering uppströms		Ja = reglering/damm finns uppströms, nej = reglering/damm finns ej uppströms
	Antal dimberäkningar		Antal tidigare utförda dimensioneringsberäkningar för beräkningspunkten
Modellinformation	Modellversion		IHMS och HBV modellversioner som använts vid beräkningen
	Dimensioneringsår	år	Årtal för utförandet av beräkningen
Beräkningsmetod I	Snöberäkningsperiod start	datum	Tidsperiod för snöberäkning
	Snöberäkningsperiod slut	datum	
	Max snö	mm	Vattenekvivalent, modellberäknat
	30-årssnö	mm	30-årssnö beräknad med frekvensanalys på årsmax snö från hydrologisk modell, vattenekvivalent

	Datum max snö	datum	Datum för den senaste snökulminationen enligt hydrologisk modell
	Datum senaste 30-årssnö	datum	Senaste datum på året för inträffande av 30-årssnö
	Vårtillrinning	m ³ /s	Maximala modellerade tillrinning under våren
	Våravrinning	m ³ /s	Maximala modellerade avrinning under våren
	Datum vår dimQ	datum	Datum för vårtillrinning
	Hösttillrinning	m ³ /s	Maximala modellerade tillrinning under hösten
	Höstavrinning	m ³ /s	Maximala modellerade avrinning under hösten
	Datum höst dimQ	datum	Datum för hösttillrinning
	Specifik tillrinning	l/s/km ²	Tillrinning/avrinningsområdets area
	Specifik avrinning	l/s/km ²	Avrinning/avrinningsområdets area
	Dim vattenstånd	m	Dimensionerande vattenstånd
	Datum dimW	datum	Datum då dimensionerande vattenstånd beräknas inträffa
	Dimperiod start	år	Tidsperiod för dimensioneringsberäkning
	Dimperiod slut	år	
Beräkningsmetod I - lokal dimensionering	Ger lokal dimensionering ett dimensionerande flöde		Ja/nej
	Snöberäkningsperiod start lokal dimensionering	år	Tidsperiod för lokal snöberäkning
	Snöberäkningsperiod slut lokal dimensionering	år	
	Max snö lokal dimensionering	mm	Vattenekvivalent, modellberäknat
	30-årssnö lokal dimensionering	mm	30-årssnö för de delområden där nederbördssekvensen lagts på
	Datum max snö lokal dimensionering	datum	Datum för den senaste snökulminationen enligt hydrologisk modell
	Datum senaste 30-årssnö lokal dimensionering	datum	Senaste datum på året för inträffande av lokal dimensionerat 30-årssnö
	Area lokal dimensionering	km ²	
	Vårtillrinning lokal dimensionering	m ³ /s	Maximala modellerade lokal tillrinning under våren
	Datum vår dimQ lokal dimensionering	datum	Datum för lokal vår dimQ

	Hösttillrinning lokal dimensionering	m ³ /s	Maximala modellerade lokal tillrinning under hösten
	Datum höst dimQ lokal dimensionering	datum	Datum för lokal höst dimQ
Beräkningsmetod II	Tillrinning 50 år	m ³ /s	Årlig sannolikhet 1/50
	Avrinning 50 år	m ³ /s	Årlig sannolikhet 1/50
	Tillrinning 100 år	m ³ /s	HT100, årlig sannolikhet 1/100
	Fördelning		Frekvensfördelningsfunktion
	Tillrinning 100 år, standardiserad reglering	m ³ /s	Årlig sannolikhet 1/100
	Avrinning 100 år	m ³ /s	Årlig sannolikhet 1/100
	Tillrinning 200 år	m ³ /s	HT200, årlig sannolikhet 1/200
	Avrinning 200 år	m ³ /s	Årlig sannolikhet 1/200
	Tillrinning 500 år	m ³ /s	HT500, årlig sannolikhet 1/500
	Avrinning 500 år	m ³ /s	Årlig sannolikhet 1/500
	Specifik tillrinning/avrinning	l/s/km ²	HT100/avrinningsområdets area alternativt 100-årsavrinningen om HT100 inte finns beräknat
Observerat flöde	MQ, f2023	m ³ /s	Medelvattenföring, registrerat 2023 eller tidigare
	MHQ, f2023	m ³ /s	Medelhögvattenföring, registrerat 2023 eller tidigare
	HHQ, f2023	m ³ /s	Högsta högvattenföring, registrerat 2023 eller tidigare
	HHQ, 2024	m ³ /s	Högsta högvattenföring hämtat från WISKI databasen under 2024
	Datum HHQ, 2024	datum	Datum då HHQ, 2024 inträffade
	Mätseriens start	år	Mätseriens start år
	Mätseriens slut	år	Mätseriens senaste år
	Stationsnummer		Stationsnummer eller mätserienummer
	Max obs tillrinning	m ³ /s	Högsta observerade tillrinning
	Datum max obs tillrinning	datum	Datum då största tillrinning observerats
Klimatkänslighetsanalys	Klimatkänslighetsanalys		Ja/nej, beräkningsmetod I analys krävs för "ja"
	Medianförändring tillrinning beräkningsmetod II (1/100), år 2100, RCP4,5	%	Procentuell förändring av tillrinningen enligt klimatanalys
	Medianförändring tillrinning beräkningsmetod I, år 2100, RCP 4,5	%	Procentuell förändring av tillrinningen enligt klimatanalys

Medianförändring tillrinning beräkningsmetod II (1/100), år 2100, RCP 8,5	%	Procentuell förändring av tillrinningen enligt klimatanalys
Medianförändring tillrinning beräkningsmetod I, år 2100, RCP 8,5	%	Procentuell förändring av tillrinningen enligt klimatanalys

UPPFÖLJNING AV DIMENSIONERINGSBERÄKNINGAR

Riktlinjerna för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar har haft en bred tillämpning och flera hundra beräkningar har genomförts de senaste tio åren. 445 beräkningar gjorda mellan 2014 och mars 2024 har lagts till i en databas som nu totalt innehåller 1255 beräkningar och ger en övergripande bild av utförda dimensioneringsberäkningar.

För flera större vattendrag har nu flöden enligt beräkningsmetod I och II räknats i flera omgångar. Beräkningsmetod I har tillämpats inom både dammsäkerhet så väl som fysisk planering. Lokala beräkningar enligt beräkningsmetod I har utförts och visat sig vara dimensionerande i ett fåtal fall vilket visar på relevansen av att utföra dem. Beräkningar av flöden enligt beräkningsmetod II har utförts genom frekvensanalys för flöden med årlig sannolikhet mellan 1/500 och 1/100. Enligt riktlinjernas rekommendation har standardiserad reglering använts för beräkning av flöden enligt beräkningsmetod II i vattendrag som är starkt reglerade. Klimatkänslighetsanalyser för flöden beräknade enligt båda metoderna har utförts med en stor geografisk spridning över landet och även i andra sammanhang än dammsäkerhet.

Flera beräkningar har matchats med närliggande hydrologiska mätstationer för att finna högsta observerade flöden. I medel uppgår högsta observerade flöden till 45 % av korresponderande flöde beräknat enligt beräkningsmetod I.

Ett nytt steg i energiforskningen

Forskningsföretaget Energiforsk initierar, samordnar och bedriver forskning och analys inom energiområdet samt sprider kunskap för att bidra till ett robust och hållbart energisystem. Energiforsk är ett politiskt neutralt och icke vinstutdelande aktiebolag som ägs av branschorganisationerna Energiföretagen Sverige och Energigas Sverige, det statliga affärsverket Svenska kraftnät, samt gas- och energiföretaget Nordion Energi. Läs mer på energiforsk.se.

