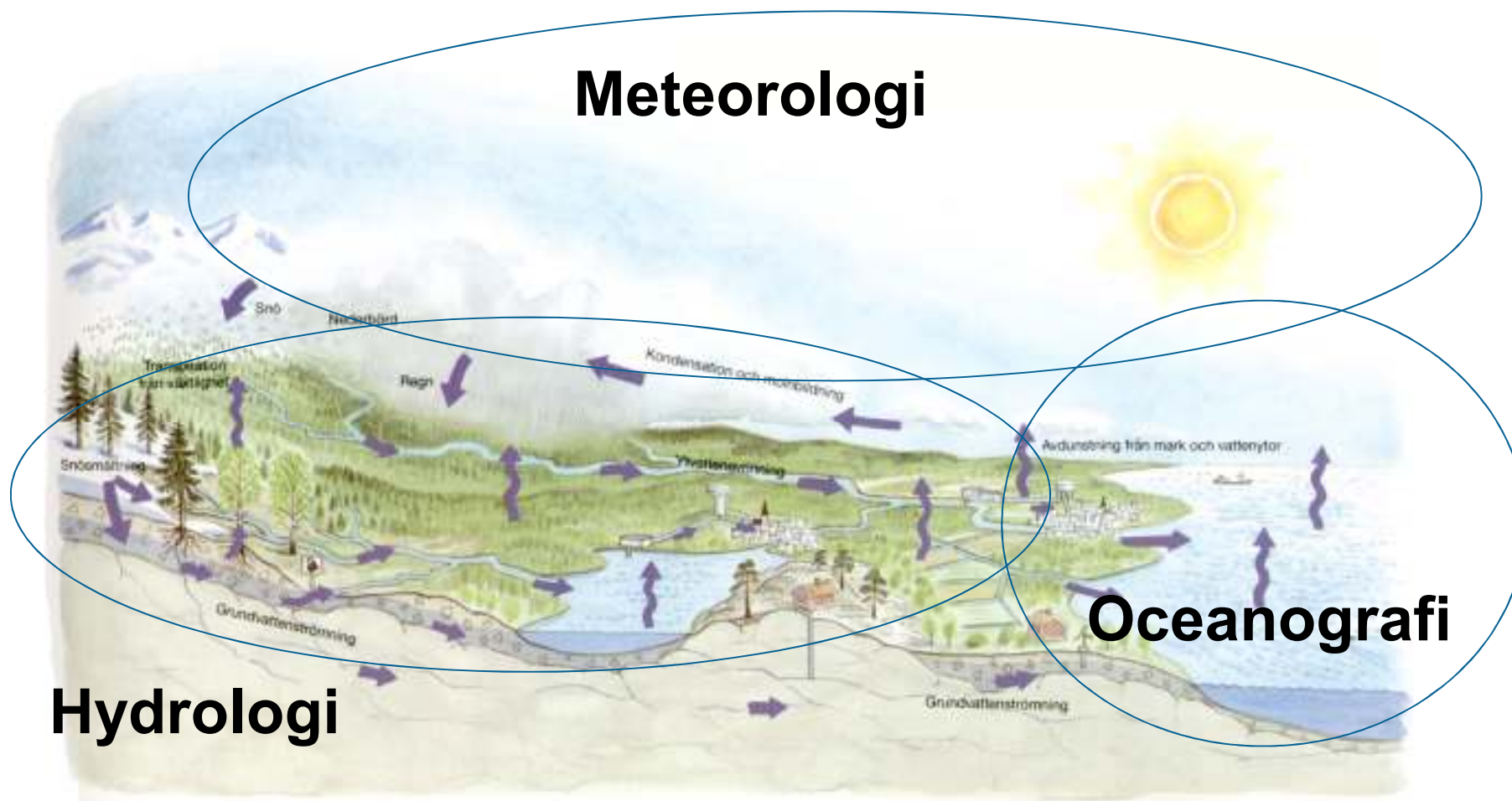


Temadag Vattenskyddsområde 27e augusti 2013

Om skyddszoner och rinntider i sjöar och vattendrag

Signild Nerheim, Karin Jacobsson och Maria Andersson
Enheten för vattenmiljö, Affärsverksamheten
SMHI

SMHI**Meteorologi**

Innehåll

- Vattenskyddsområde för ytvattentäkter – naturvetenskaplig grund
- Definitioner
- Processer i vattendrag och sjöar
- Olika sätt att ta fram vattenskyddsområdets storlek

Allmänna råd

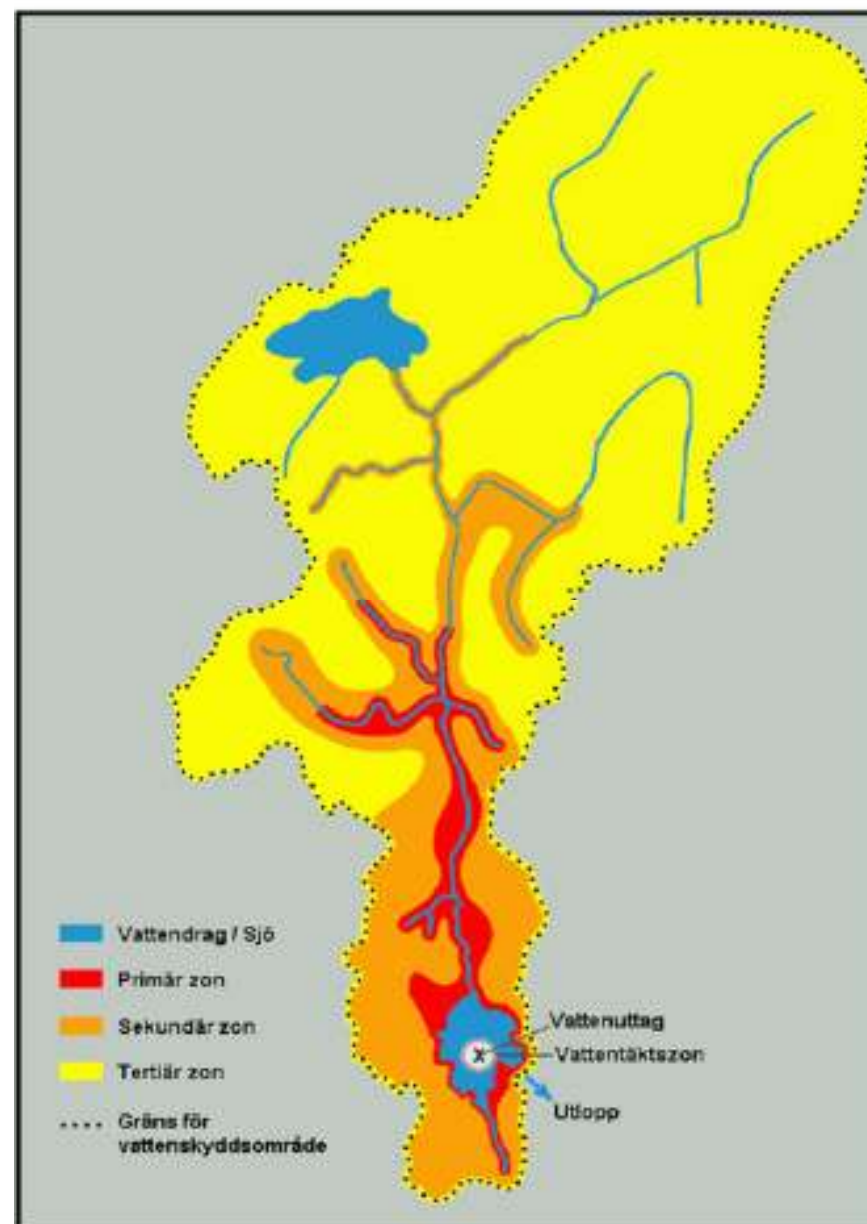
Ett vattenskyddsområde bör omfatta vattentäktens tillrinningsområde, såvida inte beslutsunderlaget visar att skyddssyftet kan uppnås genom fastställande av ett mindre område som vattenskyddsområde

(Ur allmänna råd till 7 kap. 21 § MB;
Handboken kap 3.1 s 32)



Huvudprincip

- Hela tillrinningsområdet är vattenskyddsområde
- Utgå från topografi vid rinntidsberäkningarna
- Dela in i zoner

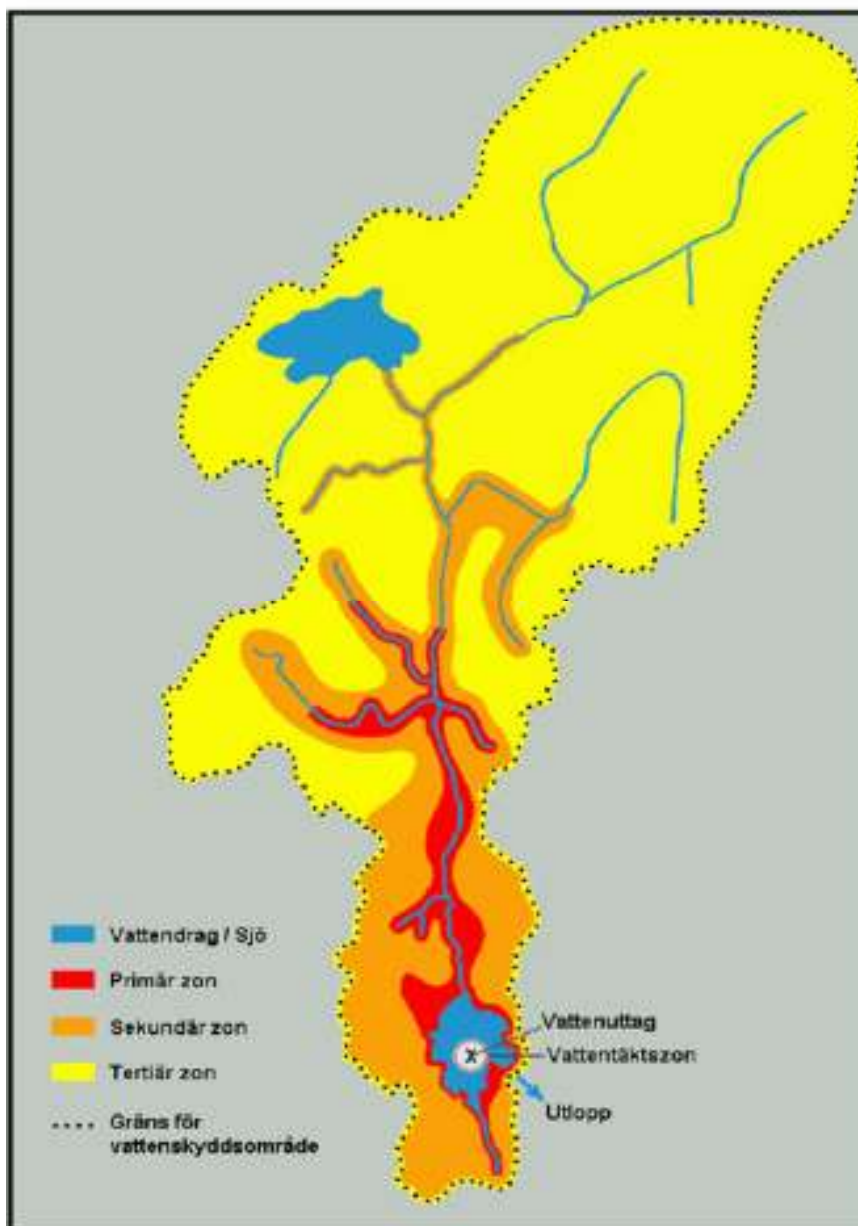


Indelning i zoner

- **Primär zon:** 12-timmars rinntid till råvattenintaget
- Rinntid: Tiden det tar för en förorening att röra sig en viss sträcka
 - Rinntidsavstånd används ibland
 - Beror på vattnets transporthastighet
- **Sekundär zon:** 12 timmars rinntid till primär zon
- Dela upp i geografiska områden: Sjö, vattendrag, delsträckor
- Räkna rinntid område för område
- Zoner kring vattendrag och sjöar: Motsvarande 100 dygns uppehållstid i mark och grundvatten, **minst 50 m**

Indelning i zoner

- **Tertiär zon:**
Vid behov. Även mark- och vattenutnyttjande som negativt kan påverka vattenförekomster och vattentäkter i ett långt tidsperspektiv omfattas av vattenskyddsområdet
- På bilden: Hela tillrinningsområdet är VSO
- Om goda skäl finns kan ett mindre område bli VSO

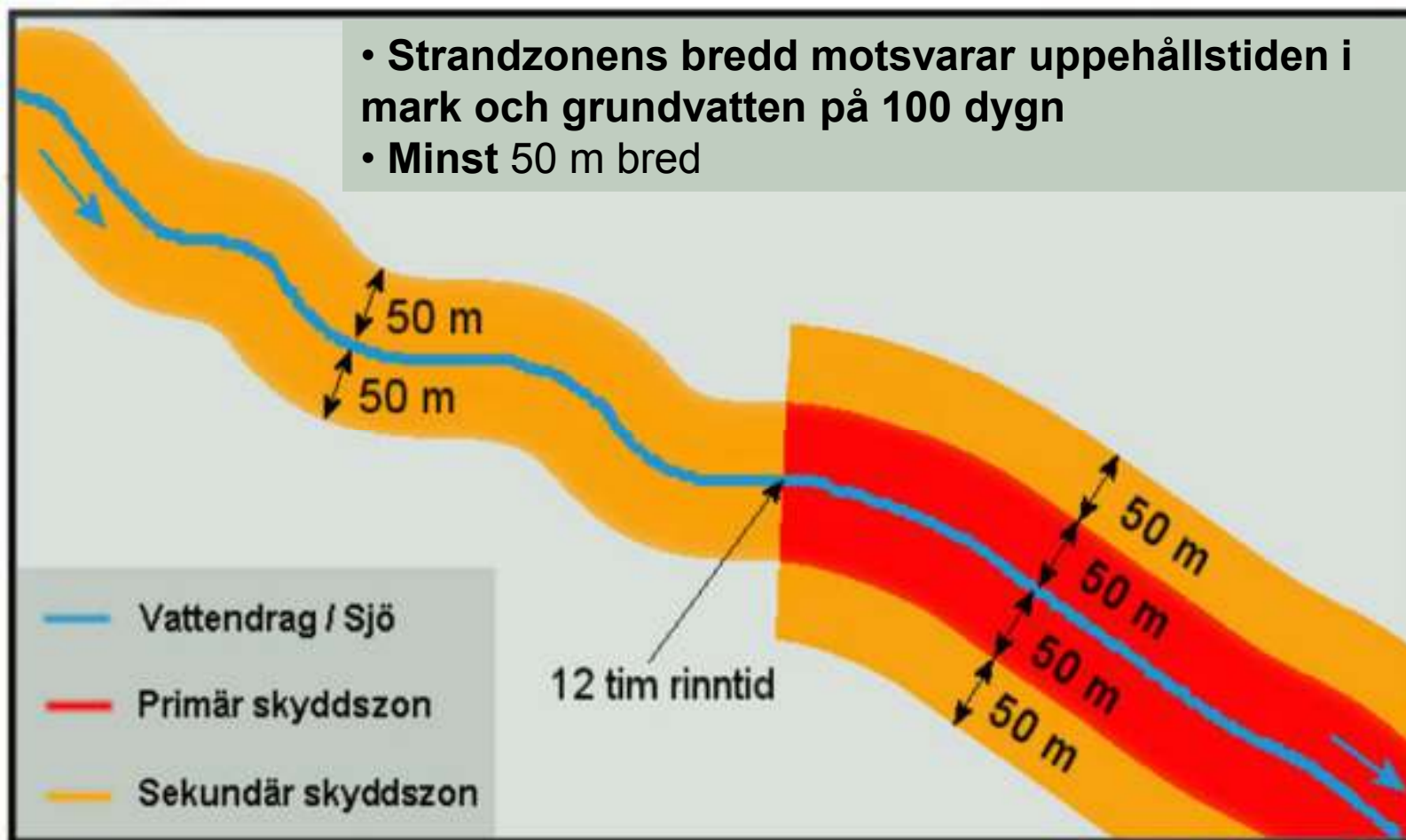


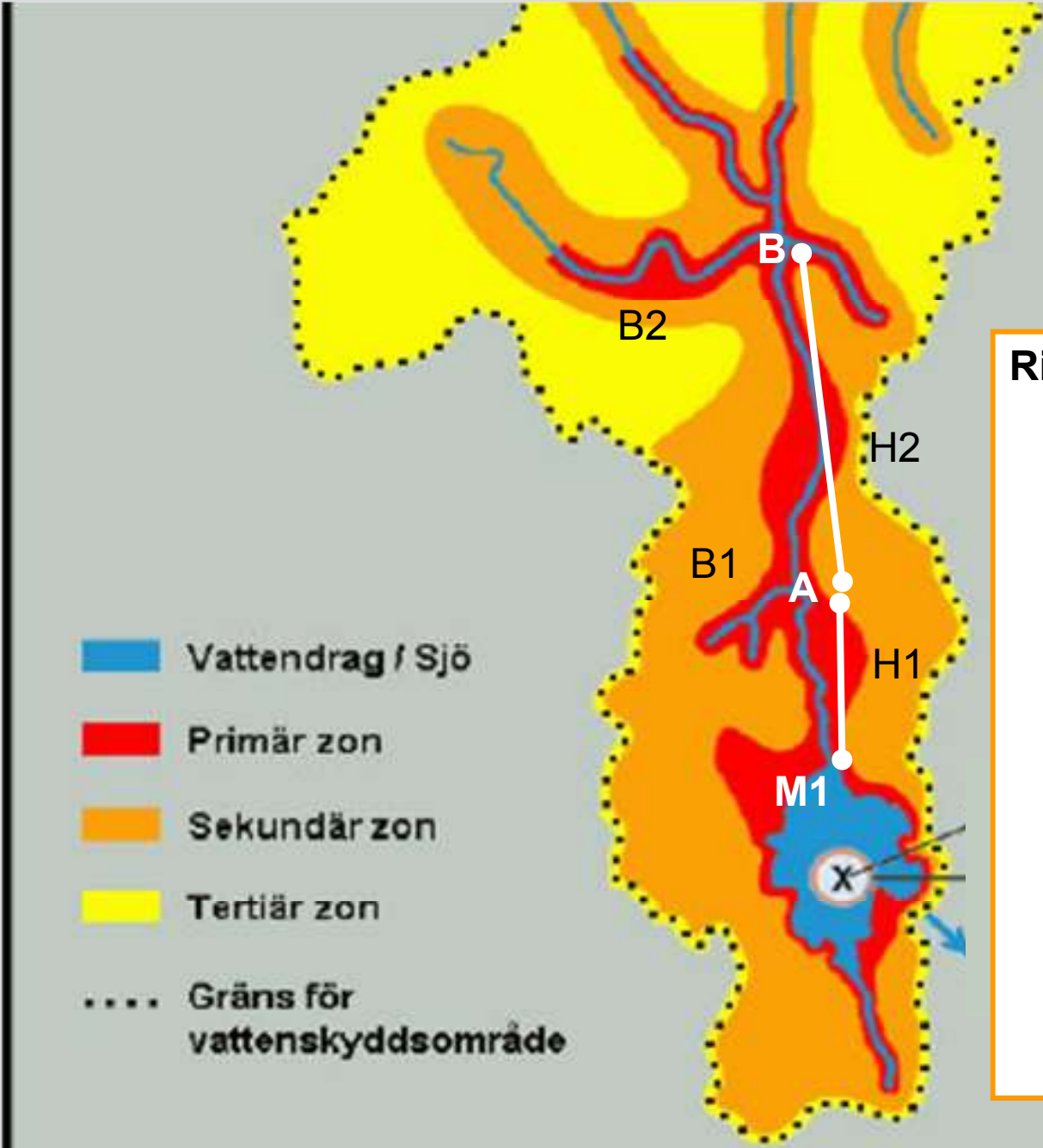
- 
- Vattendrag / Sjö
 - Primär zon
 - Sekundär zon
 - Tertiär zon
 - Gräns för vattenskyddsområde

Rinntid i sjön

- I alla riktningar
- Till vattendragens mynningar
- Underlag: Vind, flöde
- Röd zon – primärzon – det tar alltså mindre än 12 timmar för en förorening att nå vattenintaget från alla delar av sjön

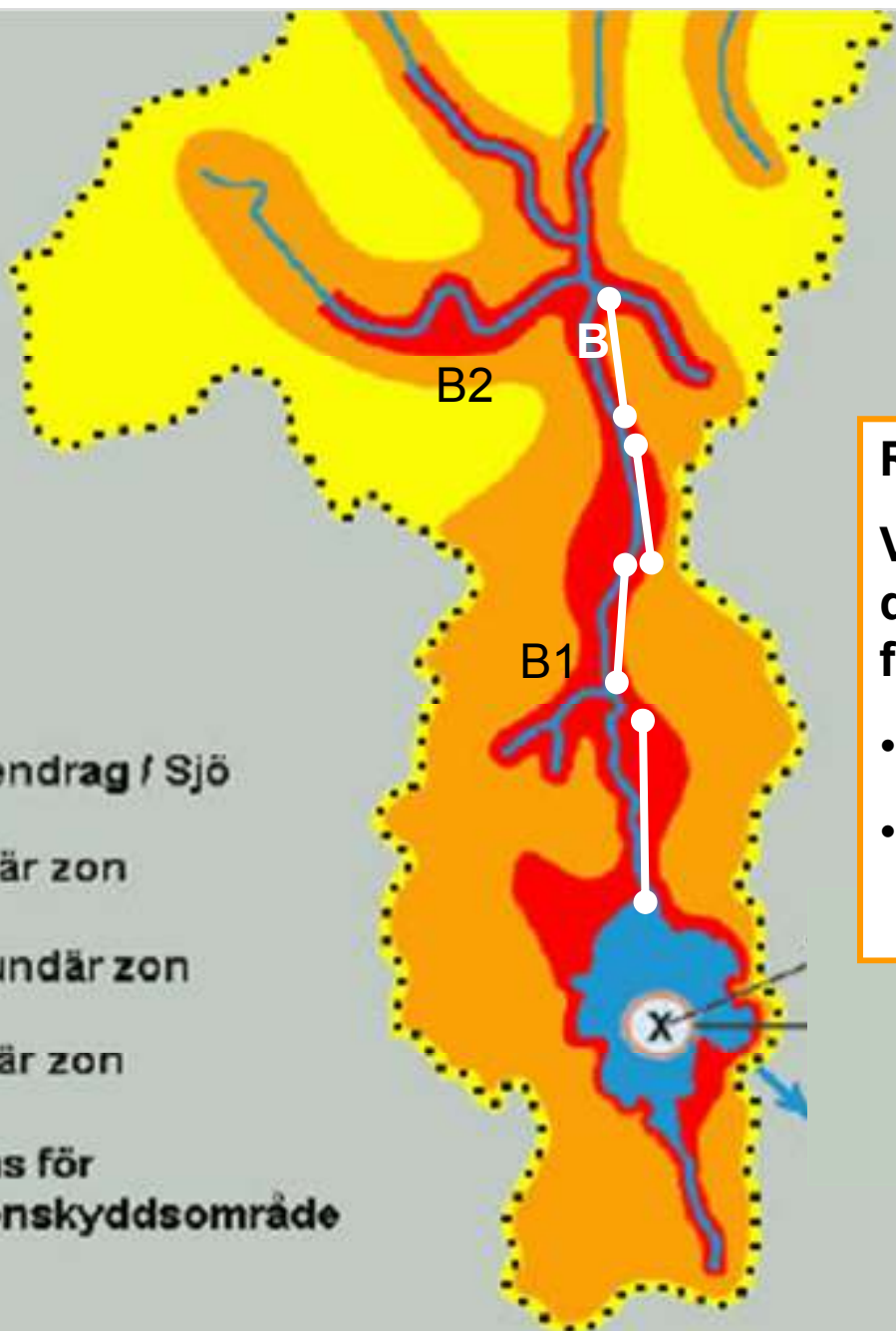
Strandzonens utformning vid gränsen för den primära skyddsszonen



- 
- The map illustrates a watershed with a central river and its tributaries. The river is shown in blue. The watershed is divided into three colored zones: a red primary zone, an orange secondary zone, and a yellow tertiary zone. A dashed line marks the boundary of the water protection area. A white line with dots indicates a flow path from point B at the top, through point A, to point M1 at the lake. Tributaries are labeled B2, H2, B1, H1, and M1. A point 'X' is marked in the lake. A legend on the left defines the symbols and colors used.
- Vattendrag / Sjö
 - Primär zon
 - Sekundär zon
 - Tertiär zon
 - Gräns för vattenskyddsområde

Rinntid i vattendraget

- Dela in i delsträckor: Huvudfåra, biflöden
- Flödet längre nedströms är större än långt upp på grund av allt tillflöde
- Rinntiden i A är lika med rinntiden vid M1 + rinntiden längs H1
- Rinntiden i B är lika med rinntiden i A + rinntiden längs H2

- 
- The map illustrates a watershed with a central flow line marked by a white line with dots. The watershed is divided into three protection zones: a red primary zone closest to the water body, an orange secondary zone, and a yellow tertiary zone. A dashed line indicates the boundary of the protection area. A blue area at the bottom represents the water body, with a point 'X' marked. Two specific points on the flow line are labeled B1 and B2. A legend on the left defines the colors and symbols used.
- Vattendrag / Sjö
 - Primär zon
 - Sekundär zon
 - Tertiär zon
 - Gräns för vattenskyddsområde

Rinntid i vattendraget

Vid uppdelning i delsträckor tas hänsyn till framförallt:

- Vattendragets lutning
- Biflöden

Förutsättningar för beräkning av rinntider

- Sjö eller vattendrag?
- Hur ser vattendraget ut?
 - Lutning
 - Djup
 - Bredd
 - Form
 - Flödesstatistik
- Hur ser sjön ut?
 - Djup
 - Bredd
 - Form
 - Tillrinning
 - Omsättningstid
 - Skiktning
 - Årstid
 - Vind



Generella uppskattningar av transporthastigheter i små vattendrag vid höglödessituationer

Vattendragets lutning (m/km)	Transporthastighet m/s (km/h)		
	Dike	Bäck	Å
1 (1 ‰)	0.4 (1.4)	0.6 (2.2)	0.8 (2.9)
5	0.7 (2.5)	1.1 (4.0)	1.6 (5.8)
10 (1 ‰)	0.9 (3.2)	1.5 (5.4)	2.1 (7.6)

Ungefärliga uppgifter om vattendragens egenskaper som har antagits vid typklassningen i tabellen ovan.

	Dike	Bäck	Å
Avrinningsområde (km ²)	0.5	5	50
Vattendragets bredd vid högvatten (m)	0.6 - 0.8	2 - 3	7 - 10
Vattendragets djup vid högvatten (m)	0.3 - 0.6	0.7 - 1.5	1.5 - 3

- 
- A map of a watershed with a central river and tributaries. The river is blue. The surrounding land is divided into three colored zones: red (Primär zon), orange (Sekundär zon), and yellow (Tertiär zon). A dashed line marks the boundary of the watershed. A white line with dots represents a salinity profile along the river. The profile shows salinity levels of 1 ‰, 5 ‰, and 1 ‰. Labels B1 and B2 are placed near the river. Arrows point to 'Bäckar' (streams) and a lake with an 'X' mark. A legend on the left explains the colors and symbols.
- Vattendrag / Sjö
 - Primär zon
 - Sekundär zon
 - Tertiär zon
 - Gräns för vattenskyddsområde

Bäckar

B2

B1

B

1 ‰

5 ‰

1 ‰

Rinntid i vattendraget

Kan vara tillräckligt att använda schablonmetoden för mindre vattendrag.

Om metoden visar att hela vattendraget hamnar inom primär- eller sekundärzonen behövs inte mer noggranna metoder.

Vid rinntidsberäkning tittar man på fronten av föroreningen

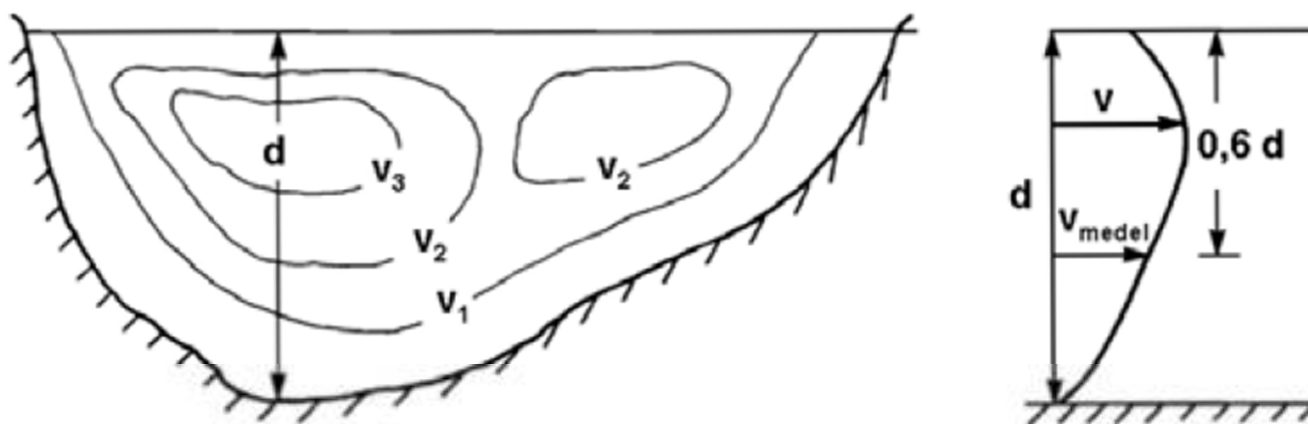


Bild 2.3. Schematisk bild av hastighetsfördelningen i en tvärsektion av ett vattendrag (till vänster) och hastighetsprofilen i en vertikalsektion (till höger), d = vattendjup, v = vattenhastighet, v_{medel} = medelvattenhastighet (efter Shaw 1994).

Rinntid baseras på transporthastighet
Skillnad på medelhastighet och transporthastighet

Standardvärden för uppskattning av sambandet mellan medelhastighet och maximal vattenhastighet

- Många beräkningsmetoder ger en uppskattning av vattnets medelhastighet
 - Den verkliga transporthastigheten kan vara upp till 40% högre än medelvattenhastigheten
 - Beror på lokala förhållanden
- $V_{medel} = k * V_{max}$
- Beror på bottenens beskaffenhet (se tabell 2.1)



För vattenskyddsområde: Räkna med HQ10

- HQ10: Ett flöde med 10 års återkomsttid

”Det vattenflöde som på en viss plats i vattendraget statistiskt sett inträffar eller överskrids i genomsnitt en gång vart tionde år”
(Egentligen: 10 % sannolikt varje enskilt år).

Sannolikheten att 10-årsflödet inträffar under en viss 10-årsperiod är 65%

Återkomsttid i år	Sannolikhet under 10 år (%)	Sannolikhet under 50 år (%)	Sannolikhet under 100 år (%)
10	65	99	100
100	9.6	39	63

Beräkning av rinntider i sjöar till vattenskyddsområden

- Vattentransporten beror av
 - Tillrinningens storlek i förhållande till sjöns form och djup
 - Vindförhållanden
 - Skiktning
 - Is
- Genomströmningen bidrar mest när det är höga flöden



Genomströmning

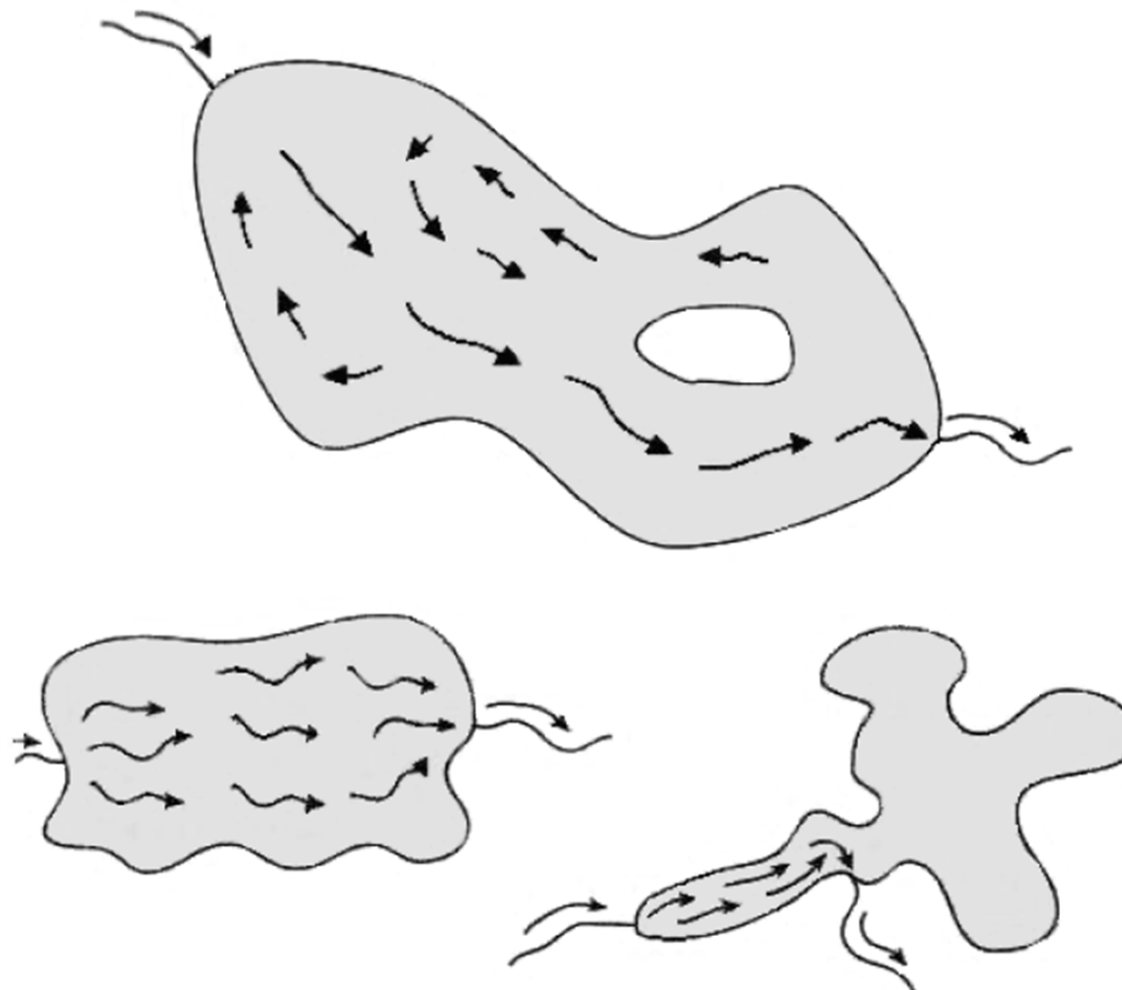
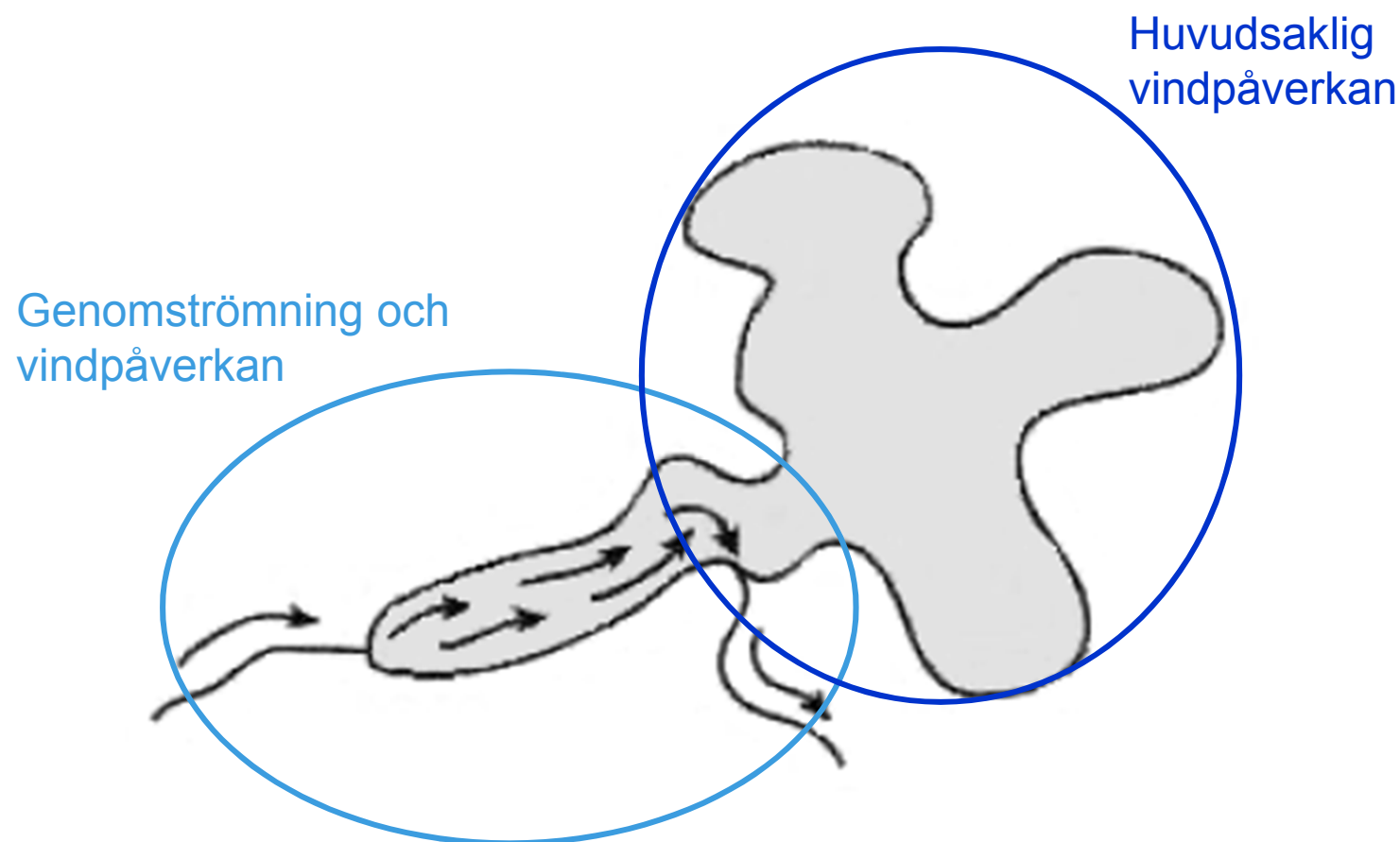


Bild 2.1. Exempel på olika typer av genomströmning i sjöar

Olika delar av en sjö påverkas olika av genomströmning och av vind



Transporttid vs utbytestid

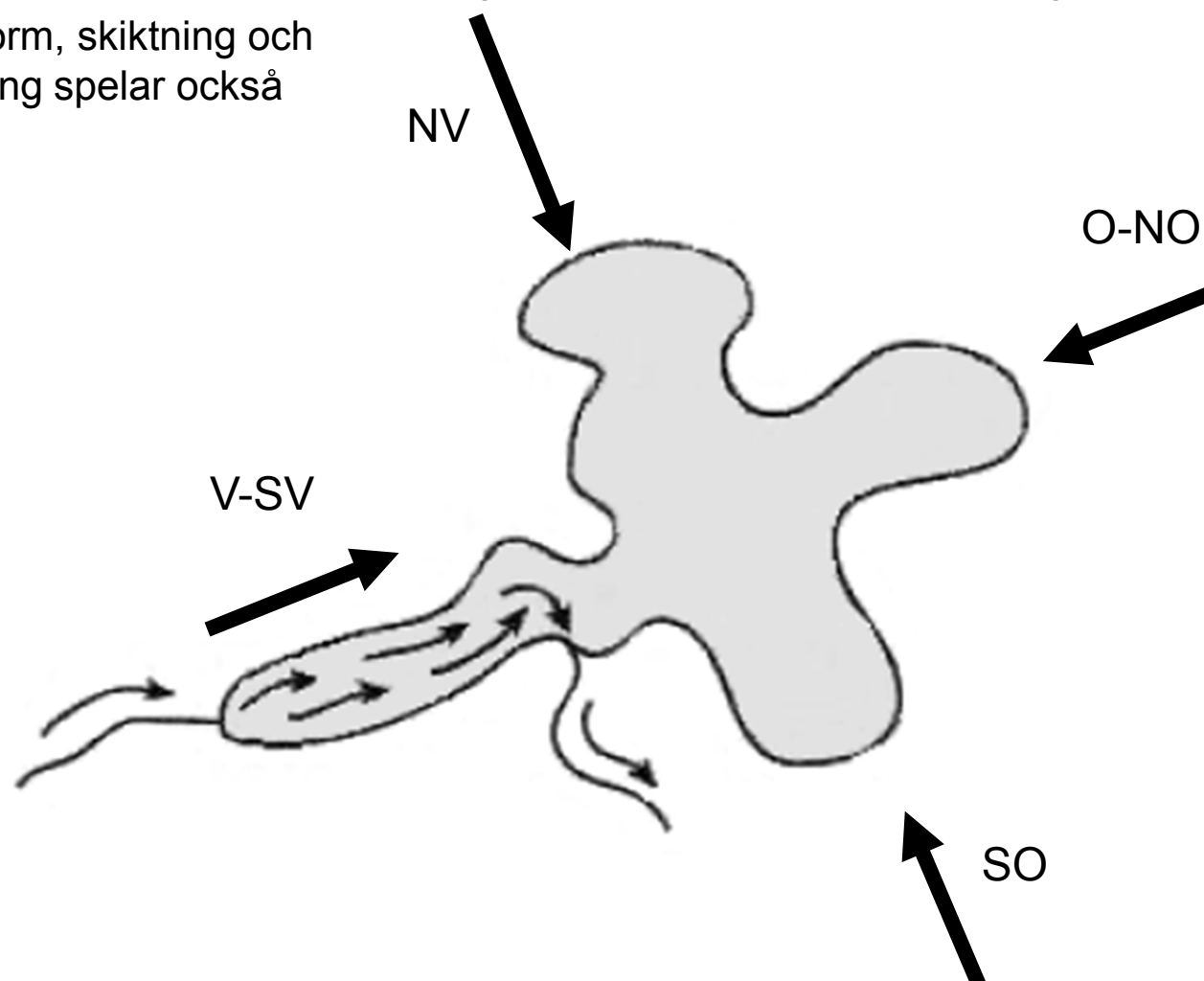
- Transporttid = den kortaste tiden det tar för föroreningen att flytta sig en sträcka under gällande förhållanden
- Utbytestid = den tid det tar att byta ut allt vatten i sjön med nytt

Transporthastighet i sjöar

- Genomströmning
 - HQ10
 - Sjöns form (bredd, djup)
- Vindtransport
 - Vindhastighet med 10 års återkomsttid
 - Beror på vilket ämne – på ytan eller löst
 - Sjöns form och djup
- Schablon:
 - Transporthastigheten är 3 % av vindhastigheten för ett ämne på ytan
 - Transporthastigheten är 1.5 % av vindhastigheten för ett ämne löst i vattenmassan

Vindpåverkan

- Vindstatistik behövs för alla riktningar som kan påverka vattenintaget
- Sjöns form, skiktning och isläggning spelar också in



Olika beräkningsmetoder för mer noggrann bedömning av rinntider i vattendrag

- Mannings formel och kontinuitetsekvationen
- Bedömningar utifrån mätningar i aktuellt eller liknande områden (t.ex. spårämnesundersökningar) och litteratur
- Beräkningar med hydraulisk modell
- Beräkningar med modell för transporthastighet
- Val av metod beror på:
 - Tillgång till indata/information om vattendraget
 - Vattendragets storlek
 - Önskat resultat

Beräkning av medelvattenhastighet (V_m) med formler (överslagsbedömning)

Mannings formel

$$V_m = M \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{S_e}$$

där M = Mannings tal, R = hydrauliska radien; $R = A/P$

P = Våta perimetern

S_e = energilinjens lutning.

Kontinuitetsekvationen

$$V_m = Q / A$$

där Q är aktuell vattenföring, A är strömfårans area

Val av metod för rinntidsberäkning i vattendrag

- **Schablonmetod**
 - Mindre vattendrag
 - Brist på indata
 - Låga krav på noggrannhet
- **Mannings formel och kontinuitsekvationen**
 - Vid begränsad tillgång till indata och överslagsbedömningar
 - Används i kombination med varandra genom passningsberäkning
 - Flödesstatistik krävs som underlag
- **Bedömningar baserade på spårämnesförsök**
 - Ger en bättre bedömning än enligt ovanstående metoder
 - För bästa resultat krävs tillgång till
 - ✓ detaljerad information om områdets topografi/vattendragets längd och lutning
 - ✓ beräknade flöden (medelflöden och dimensionerande flöden) för viktiga punkter längs vattendraget
 - ✓ areor för delavrinningsområdena för beräkningspunkterna

Val av metod (forts.)

- **Beräkning med hydraulisk modell**

- För stora vattendrag med god tillgång på indata och krav på högre noggrannhet
- Medelhastigheten beräknas, bedömning görs av transporttiden

- **Beräkning med modell för transporthastigheter**

- För bästa beräkningsresultat
- Kräver samma typ av indata som en hydraulisk modell
- Ovanligt att tillgång till sådan modell finns

Val av metod (forts.)

- **Om möjligt görs beräkningar med flera olika metoder för samma delsträckor**
 - Schablonmetoder ger en rimlighetsbedömning
 - Resultaten från olika beräkningsmetoder vägs samman genom en hydrologisk bedömning
 - Indelning i delsträckor görs främst baserat på förändringar i vattendragets lutning, samt vid större förändringar av tillflöden (biflöden)
 - Beräkningarna ger transporthastigheten för den översta metern i vattendraget

Mer noggranna beräkningar i sjöar

- Tar större hänsyn till lokala förhållanden
 - Sjöns form,
 - Skiktning,
 - Komplexa cirkulationsmönster
- Möjlighet att räkna på spädning
- Ofta flera syften än att räkna enbart på rinntid/skydsszoner
- Ej säkert att mer noggranna beräkningar ger mindre områden för primär och sekundär skyddsszon
- Större förståelse för cirkulationens komplexitet

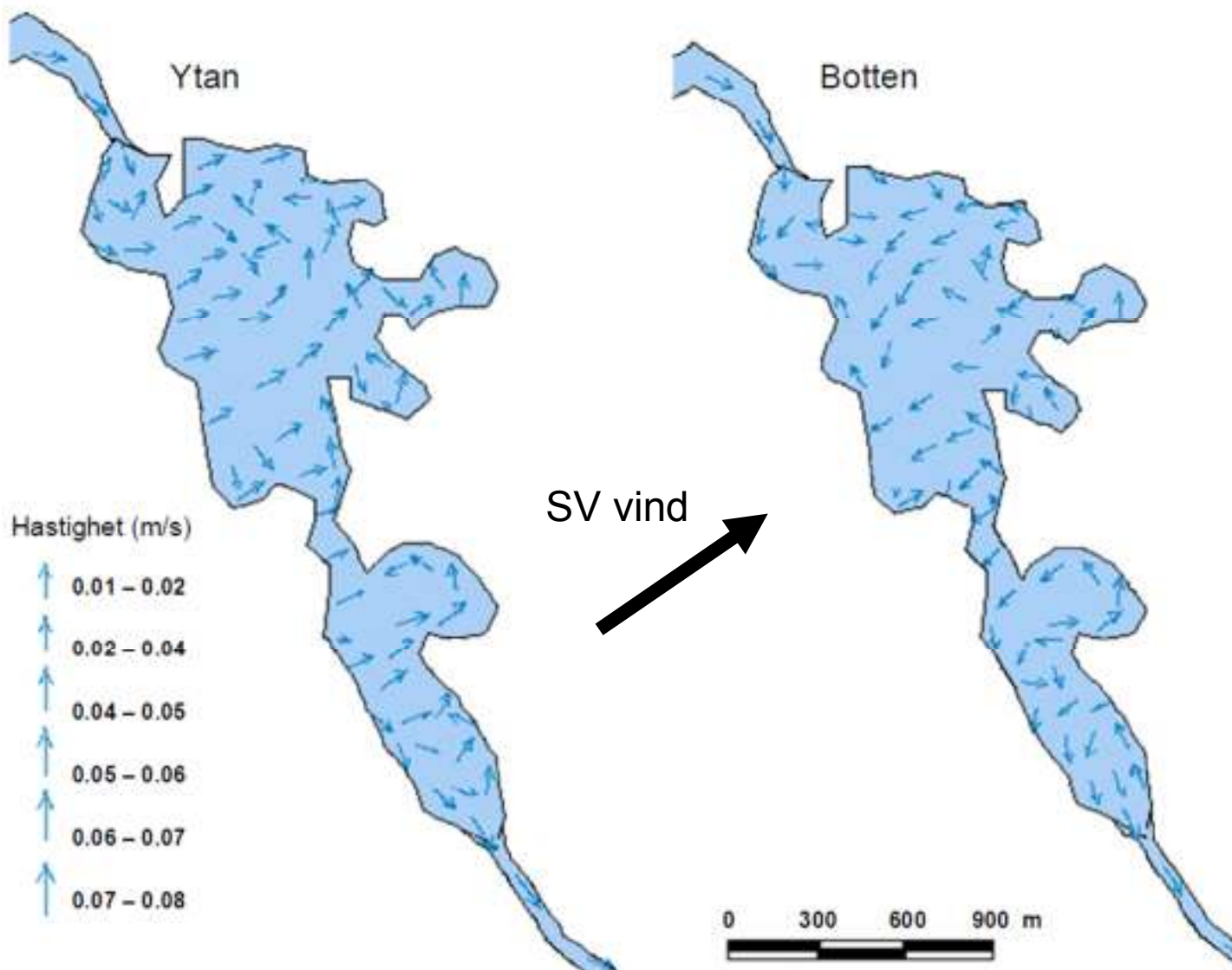


Bild 2.2. Bilden visar ett vattendrag som strömmar genom en sjö. Beräkningen visar strömförhållandena vid låg genomströmning, SV-vind 6 m/s och när sjöns vattenmassa är skiktad. Pilarna visar strömsituationen dels vid ytan och dels vid botten. Det framgår tydligt att strömningsmönstret påverkas av vinden och av sjöns form i ytskiktet, medan det i djupvattnet har delvis en motsatt riktning.

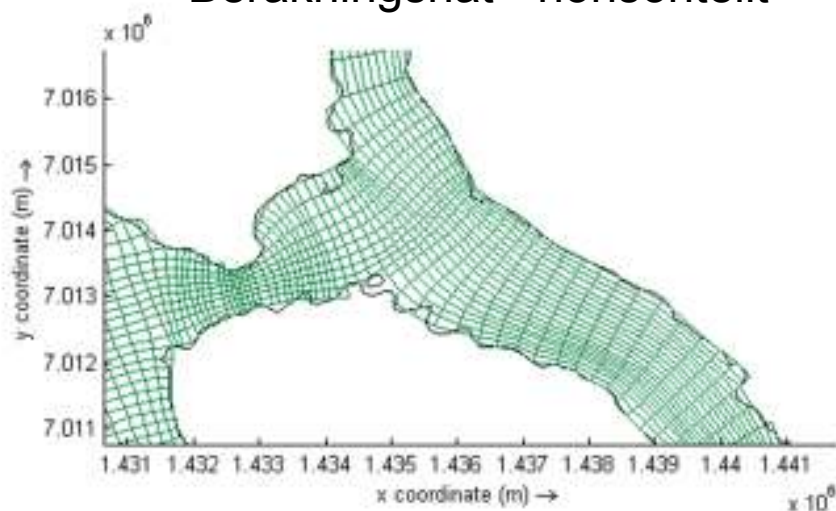
(Källa: SMHI)

Exempel: Råvattenintag Östersund

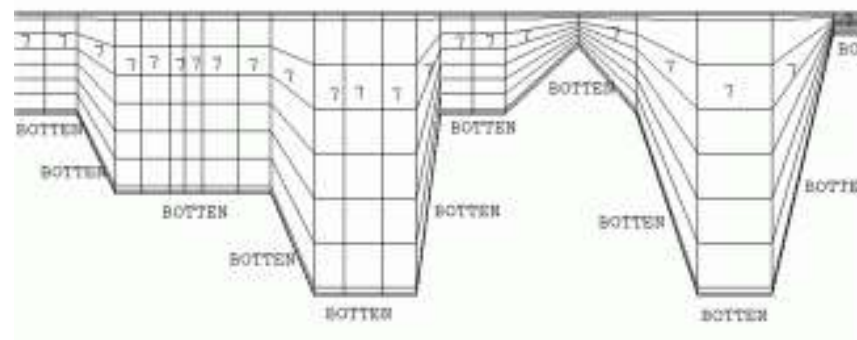


Modellberäkning

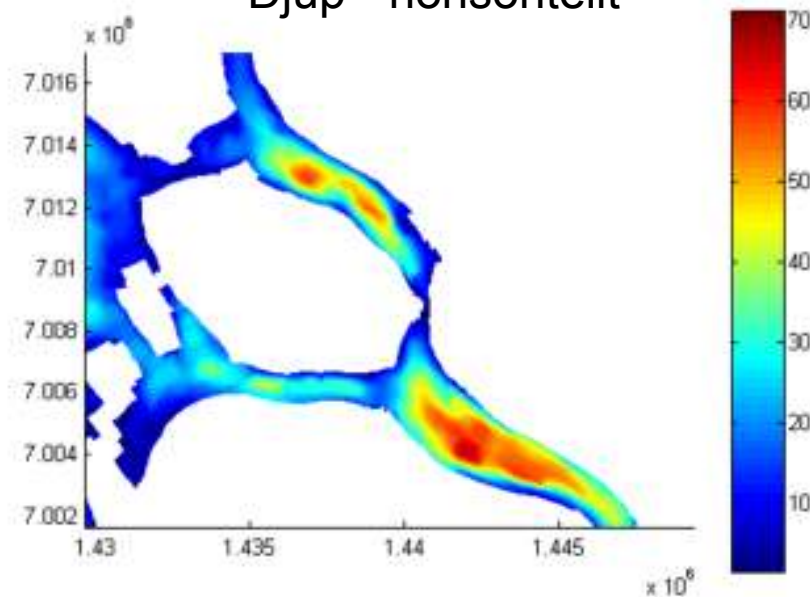
Beräkningsnät - horisontellt



Djup - vertikalt



Djup - horisontellt



Barriärer – skydd eller egenskap som verkar förhindrande

- Fördröjande – t.ex. adsorption av föroreningar
- Nedbrytande – biologiska processer
- Utspädning – hur mycket tål vattenintaget? Hur stor blir utspädningen
- **Naturliga barriärer** - approximeras i första hand genom rinntid
- **Tekniska barriärer**
 - Länsor
 - Tätande skikt
 - Varning- och larmsystem
 - Automatisk avstängning av råvattenintag i samband med akut förorening
- Avgränsningen och indelningen i zoner grundar sig på transporttider, uppehållstider och avstånd

Summering

- Ingen universell metod finns: Komplexa system, många faktorer
Inget fall är det andra likt
- Identifiera vattendelaren – se över topografin
- Identifiera risker
- Dela in i delområden
- Naturliga barriärer: Rinntid och utspädning
- Små vattendrag/brist på underlag: Schablonmetoder
- Tillräckligt med underlag: Andra metoder (statistik, modeller) finns om önskvärt
- Sjöar: Vindtransport, genomströmning (flödesstatistik)
- Primär zon
- Sekundär zon
- Strandzon
- Tertiär zon?

Frågor?

Underlag och information på SMHI

- Där flödesmätning finns: Flödesstatistik
- Där flödesmätning inte finns: Uppskattningar enligt väl beprövade metoder
- Där modeller för översiktlig översvämningskartering finns: Vattendragets form, lutning och karaktär.
- Information om sjöar
- Uppskattning av rinntider
- En del av ovanstående är konsulttjänster

Sjöar, vattendrag och avrinningsområden | Sjöar och vattendrag | Hydrologi | Klimatdata | SMHI - Microsoft Internet Explorer pr

http://www.smhi.se/klimatdata/hydrologi/sjoar-och-vattendrag

Arkiv Bedrera Visa Favoriter Verktyg Hjälp

Favoriter

Kartor, vägbeskrivningar, fly... Sjöar, vattendrag och av... X

Kontakt Om SMHI Talande webb In English

Sök

SMHI

Vädret Klimatdata Produkter & tjänster Kunskapsbanken Forskning

1 Varning klass 1, Sverige

Meteorologi

Temperatur

Nederbörd

Moln

Vind

Strålning

Snö

Lufttryck

Hydrologi

Sjöar och vattendrag

Is

Vattenbalans

Vattenföring

Vattenstånd

Oceanografi

Havsvattenstånd

Havsströmmar

Havsvågor

Havstemperatur

Havets fysik, kemi och biologi

Havsis

Algsituationen

Miljö

Atmosfärskemi

Ozon

UV-strålning

Sjöar, vattendrag och avrinningsområden

Svenskt vattenarkiv (SVAR)

SMHI:s databas Svenskt Vattenarkiv (SVAR) innehåller information om Sveriges avrinningsområden, sjöar, vattendrag och kustområden. Databasen ska underlätta åtkomst och användning av denna hydrologiska och oceanografiska information.

Karttjänster

Svenskt vattenarkiv (SVAR)

SJÖREGISTER

Drygt 100000 sjöar finns registrerade i sjöregistret. Registret innehåller sjönamn, utloppskoordinat, areaklass, huvudavrinningsområde samt län och kommun.

Tabeller

Sjöregister (pdf)

SJÖAREALER

Sjöarealen bestäms vid behov från befintligt kartmaterial. Den vanligaste källan är topografiska kartan. Omkring 20000 sjöar har en fastställd areal.

Tabeller

Sjöarealer (pdf)

SJÖDJUP OCH SJÖVOLYM

SMHI samlar sjödjupkartor som görs för olika ändamål. Kartorna behövs för att beräkna volymer och vattenomsättning. Djupkartor finns för drygt 7000 sjöar.

Tabeller

Sjödjup och sjövolym (pdf)

VATTENDRAGSREGISTER

Vattendragsregistret innehåller över 7000 vattendrag. Registret innehåller namn, utloppskoordinat, karta och längd.

Tabeller

Vattendragsregister (kommer senare)

Lokalt intranät 100 %

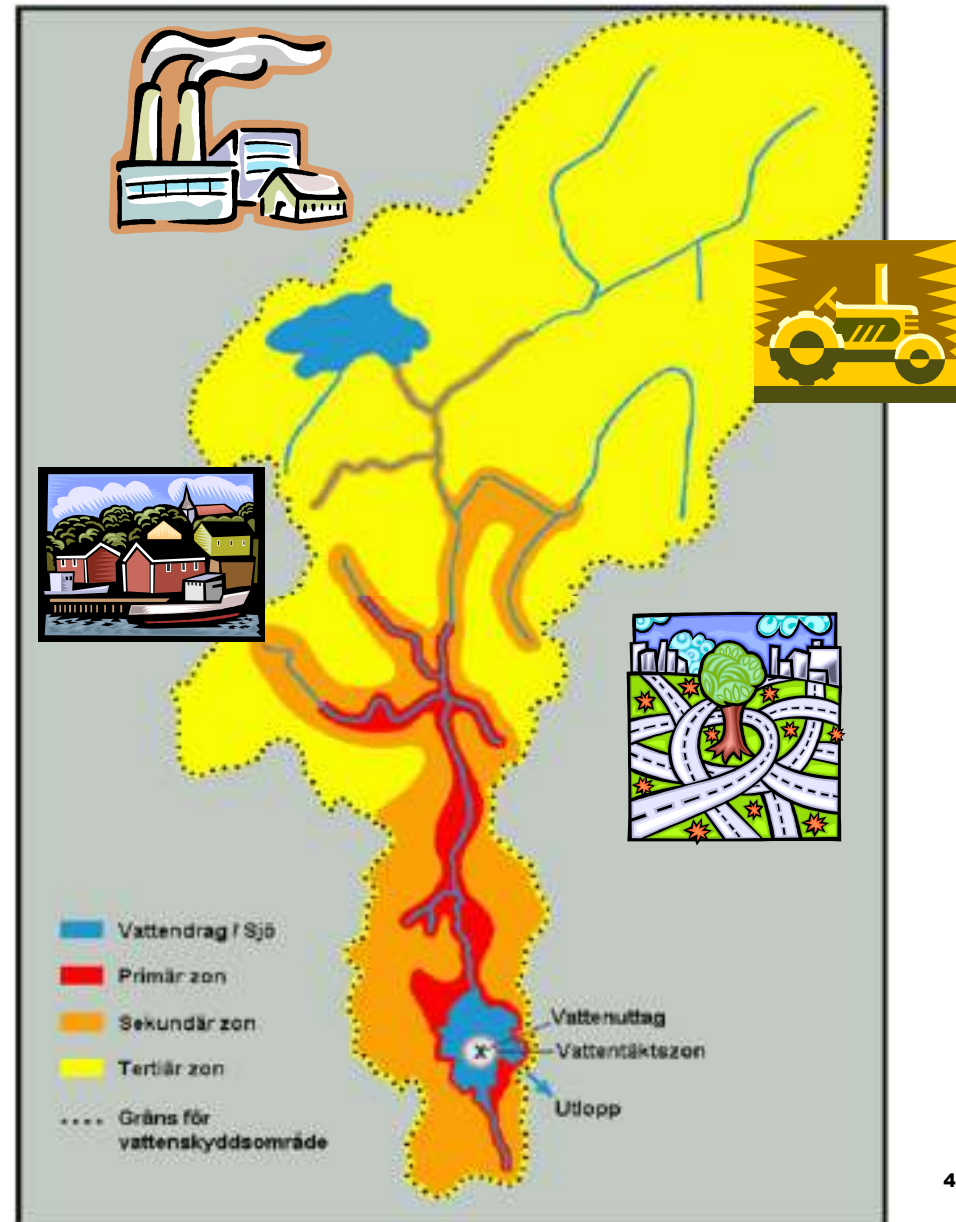
SVAR - svenskt vattenarkiv

- **4. Nyttjanderätt**
 - 4.1 Data och/eller produkter som erhållits i enlighet med detta avtal får endast användas inom icke-kommersiell verksamhet eller icke-kommersiellt privat ändamål.
 - 4.2 Licenstagaren äger icke rätt att använda data eller produkter som tillhandahållits i enlighet med detta avtal för kommersiella ändamål och inte heller för utveckling eller framtagning av meteorologiska, hydrologiska eller oceanografiska värdeförädlade tjänster. Licenstagaren äger inte heller rätt att vidare distribuera, sälja, överlåta eller annorledes överföra data, produkter eller dokumentation i obearbetad form till tredje part med mindre än att man erhållit skriftligt medgivande från SMHI.

<http://svarwebb.smhi.se/>

Arbetsgång

- Riskinventering av nuvarande och framtida riskobjekt
- Identifiera väsentliga risker för vattenförekomsten/täkten
- Beskriv sårbarheten inom tillrinningsområde/tilltänkt VSO utifrån geologi, hydrogeologi, hydrologi
- Uppskatta omfattningen av naturliga barriärer, t ex rinntid



Riskobjekt

- Vattenverksamhet
- Verksamheter och markanvändning i tillrinningsområdet
- Sabotage, kris, krig
- Extrema väderleksförhållanden och klimatförändringar



Andra faktorer

- Andra faktorer: Flödesstatistik
- Regionala variationer: (Exemplet gäller medelvattenföring)

OBS! Ej dimensionerande

Vattendragets lutning (m/km)	Rinnhastighet (m/s)	
	Medelvattenföring = 6 l/s · km ² (representerar Sydöstra Sverige)	Medelvattenföring = 16 l/s · km ² (representerar Sydvästra Sverige)
1	0.02 – 0.1	0.05 – 0.15
5	0.2 – 0.5	0.4 – 0.8
10	0.3 – 0.8	0.6 – 1.2

Beräkningsgång

Mannings formel

Ansätt Mannings tal (M), vattendragets bredd och djup ($\Rightarrow A$) och vattendragets lutning.

Beräkningen med Mannings formel ger en första ansats av V_m .

Kontinuitetsekvationen

Aktuellt flöde bedöms/beräknas

Samma area som antagits ovan sätts in i kontinuitetsekvationen ($V_m = Q / A$).

Beräknat V_m jämförs med resultatet från Mannings formel. Om resultaten skiljer sig åt görs en ny ansats av vattendragets djup / area.

Val av metod (forts.)

- **Beräkning med hydraulisk modell**

- För stora vattendrag med god tillgång på indata och krav på högre noggrannhet

- Underlag:

- * Uppgifter om områdets topografi/vattendragets lutning, djup och bredd

- * Beskrivning av eventuella broar och dammkonstruktioner

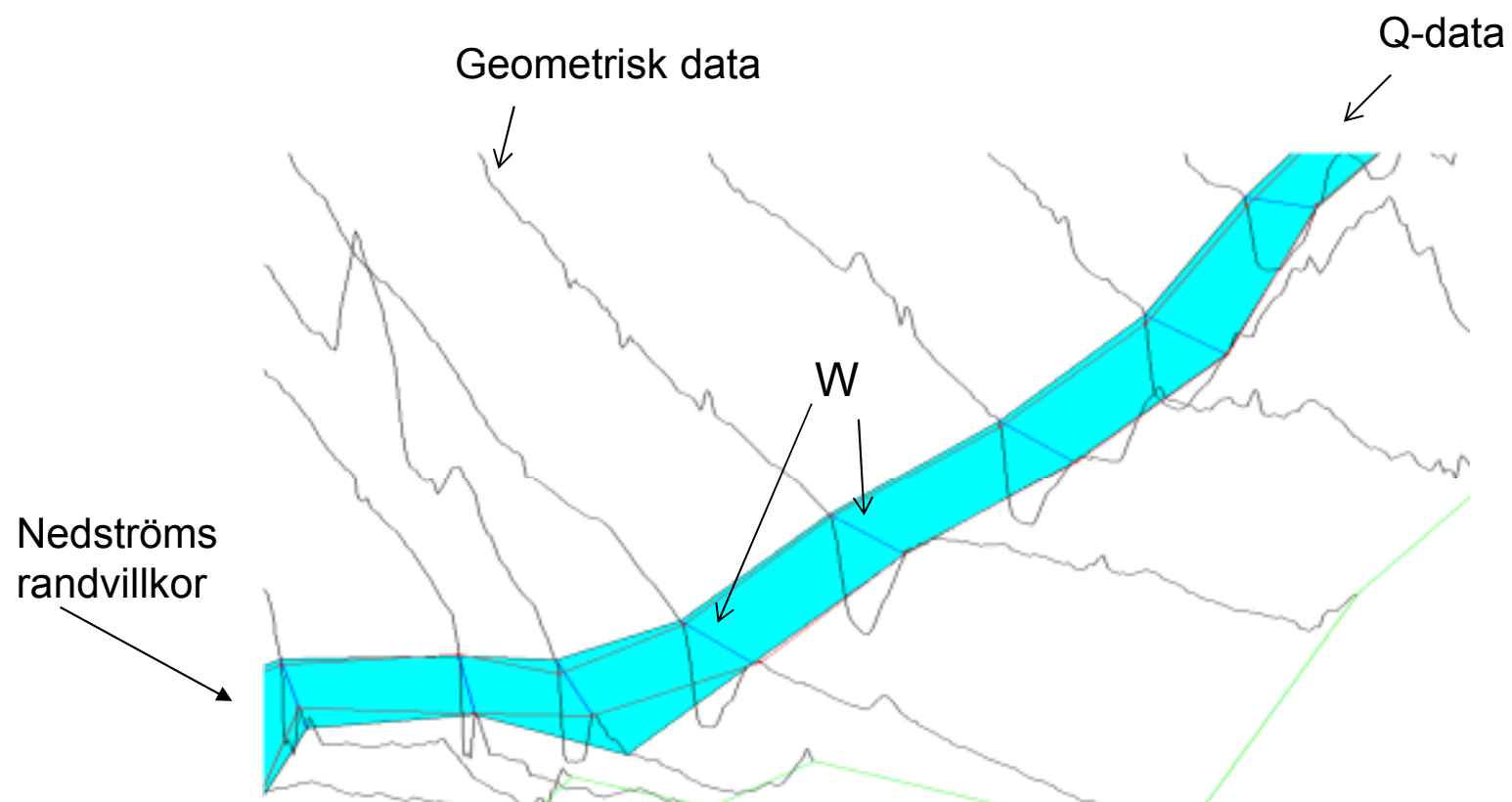
- * Beräknade flöden (dimensionerande flöden) för viktiga punkter längs vattendraget

- * Nedströms randvillkor (exempelvis vattenstånd för den situation som motsvarar beräkningsflödena)

- * Uppgift om bottenens råhet (Mannings tal)

- Medelhastigheten beräknas, bedömning görs av transporttiden

Hydraulisk modell



Val av metod (forts.)

- **Beräkning med modell för transporthastigheter**
 - För bästa beräkningsresultat
 - Kräver samma typ av indata som en hydraulisk modell
 - Ovanligt att tillgång till sådan modell finns

- **Om möjligt görs beräkningar med flera olika metoder för samma delsträckor**
 - Schablonmetoder ger en rimlighetsbedömning
 - Resultaten från olika beräkningsmetoder vägs samman genom en hydrologisk bedömning
 - Indelning i delsträckor görs främst baserat på förändringar i vattendragets lutning, samt vid större förändringar av tillflöden (biflöden)
 - Beräkningarna ger transporthastigheten för den översta metern i vattendraget