

---

MATEMATISK STATISTIK AK FÖR EKOSYSTEMTEKNIK, FMSF75  
PROJEKTUPPGIFT HT-18

---

## Instruktioner

I kursens projektuppgift arbetar du tillsammans med en kurskamrat. Vid två tillfällen är handledning schemalagd, vid behov kan ni också fråga handledare i anslutning till lektioner eller föreläsningar. Samtliga datafiler har du redan laddat ner från materialet *Räkna med variation*.

Målsättningen med denna uppgift är bl a att du:

- Ska träna på att hämta ett problem ur verkligheten och med hjälp av ett insamlat material konstruera en rimlig statistisk modell samt göra en kritisk granskning av modellen och dess förmåga att beskriva verkligheten;
- ska tillämpa dina kunskaper och med hjälp av Matlab analysera ett miljöstatistiskt datamaterial;
- ska träna på att skriftligt redovisa antaganden, modeller och slutsatser från en statistisk analys;

Redovisningen görs i form av en skriftlig rapport:

- Lämna in rapporten senast **tisdagen 16 oktober**.
- Vilka krav det finns på utformningen kan du läsa om i avsnittet ”utformning av projektredovisning”.
- Skicka rapporten som en pdf-fil till [fmsf75@matstat.lu.se](mailto:fmsf75@matstat.lu.se).
- **Ämnesrad ska skrivas som** : < any text> < activity name> [by|av] < student user name> ([and|och] < non digit letter> < student user name>  
Exempel: ”Projekt av Stiladress1 och Stiladress2”
- Diskussion och eventuell korrigerings/komplettering görs **fredagen 19 oktober**. Detta tillfälle är **obligatoriskt** om inget annat meddelas via mail.

## Utformning av projektredovisning

Målgruppen för rapporten är en person med bakgrundskunskaper som en student i samma årskurs, som läst den aktuella kursen men inte är insatt i detaljerna i den aktuella uppgiften.

Språket i skriften skall vara anpassat för målgruppen och texten skall vara tillräckligt fyllig för att en person i målgruppen utan större ansträngning skall kunna följa med i resonemang och motiveringar. Skriften skall vara korrekturläst så att språk- och skrivfel är rättade.

**Rapporten ska fungera fristående från laborationshandledningen.** Den löpande texten bör vara väl strukturerad med tydliga avsnittsrubriker.

Om det motiveras av innehållet och underlättar förståelsen av texten skall skriften vara försedd med figurer, diagram och tabeller. Figurer och liknande skall vara försedda med figurtexter och tydlig numrering samt vara infogade i anslutning till den löpande texten. Rapporten ska ha en inledning där uppgiftens problemställningar beskrivs samt en sammanfattning.

Den diskuterande texten skall vara skriven med hjälp av ordbehandlingsprogram. Bilagor och beräkningsavsnitt får dock vara handskrivna. Skriften skall lämnas häftad eller infogad i en enklare mapp.

Kommentarer från rättande lärare kommer att vara relativt utförliga. De kommer att framföras skriftligt eller muntligt och med tillfälle till en kort diskussion.

### **Slutligen ...**

,

Ha följande visdomsord i åtanke när du arbetar med uppgifterna.

- Som alltid när man är utkastad i verkligheten: ”Det finns inte något facit till problemet eller uppgiften, bara bra eller mindre bra lösningar.”
- Som alltid i en kurs: ”Det är inläringen **under tiden**, själva processen, som avgör hur framgångsrikt projektet är.”

*Lycka Till!*

## PROJEKTUPPGIFT: Höga flöden

I denna uppgift ska ni titta på miniprojekten 9.4 och 9.17 i *Räkna med variation*, vilka båda behandlar höga flöden i några svenska älvar. Några frågeställningar som ni ska arbeta med är:

- Hur kan man modellera höga flöden? Vad är hundraårsflödet? Hur troligt är det att minst ett hundraårsflöde inträffar under femtio år? Hur ska man tänka vid dimensionering?
- Kan höga flöden vid en station predikteras av mätningar längre uppströms i älven?
- Hur påverkas vattenföringen i en älv av omfattande regleringar? Ni ska jämföra mätningar av årsmax före och efter regleringar.

Ni ska studera flödet i Luleälven och Vindelälven, mätningarna är utförda av SMHI och data är hämtade från databasen "BALTEX Data Centre" som kan nås från [www.smhi.se](http://www.smhi.se). Den följande texten är delvis hämtad från följande hemsidor och rapporter:

- [www.vindelalven.se](http://www.vindelalven.se)
- Bergström: "Höga vattenflöden i reglerade älvar", SMHI, Fakta nr 1, 1999
- "Översiktlig översvämningsskartering längs Vindelälven, sträckan Sorsele till Spöland", SMHI 1999, <http://www.msb.se/Upload/Kunskapsbank/Kartor/oversvamningskartering/Vindelalven.pdf>

### Luleälven

Luleälven rinner upp i närheten av Sulitelma vid gränsen mot Norge. Den är drygt 400 km lång och rinner ut i Bottenviken vid Luleå. Medelvattenföringen vid mynningen är  $498 \text{ m}^3/\text{s}$ , vilket gör Luleälv till den näst vattenrikaste i Sverige (efter Göta älv). År 1922 började man reglera älven genom att bygga dammar men utbyggnaden satte ordentlig fart först kring 1940 och idag är älven utbyggd på flera ställen. De mätningar ni ska titta på är årmaximum av flödet ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) från station Boden

### Vindelälven

Följande text är hämtad från [www.vindelalven.se](http://www.vindelalven.se)

Vindelälven är en av våra outbyggda älvar i Sverige och har en tydlig karaktär av jordbruksälv. Den blev tidigt centralnerv för inlandsjordbruket tack vare bra marker för strandslätter längst nästan hela sitt lopp. Idag håller de flesta av dessa s.k. ranningar på att växa igen. Vindelälven har många stenkistor och ledarmar från flottningsepoken. Små kraftverk finns i ett par biflöden. Nedströms sammanflödet med Umeälven ligger Stornorrfors kraftstation. 1993 utsågs Vindelälven till nationalälv av Sveriges riksdag.



Figur 1. Bilden är hämtad från <http://www.vindelalven.se>

## Älvens karaktär

Vindelälven har en liten areal sjöar, vilket betyder korta och snabba toppar i vattenföringen. Älven har ett extremt oregelbundet lopp med skarpa krökar och småforsar. Det beror på att moränformerna i området tvingat älven att anpassa sitt lopp efter var moränen avlagrats. Här finns låglänta stranslättermarker och långsträckta avor, t ex Råstrandsavan. Två av de större forsarna i området är Storforsen (vid Vindelgransele) och Vormforsen. Den största sjön är Storvindeln ovanför Sorsele. Och det är en liten sjö jämfört med exempelvis Storavan - Hornavan eller Akkajaure, vattenmagasin och reglerade sjöar. Vindelälven består till största delen av fall, forssträckor och sel från källorna till sammanflödet med Umeälven vid Vännäsby. Vindelälven börjar nära den norska gränsen, hela älvsträckan är närmare 500 kilometer med en nivåskillnad från källorna på närmare 900 meter.

## Då vårfloden kommer

En annan sida av älvens karaktär är de återkommande översvämningarna på våren och försommaren när fjällfloden sätter in, några gånger med katastrofala följder. Vindelälven kan man säga, har två vårfloder. Den första kallas i folkmun för "vårflöa" och den andra som "fjällflöa". Det är ett rätt intressant fenomen att observera. Först stiger vattnet för att sedan under en kort period (en till två veckor) sjunka undan. Sen kommer stora vattenmängder igen från alla biflöden i fjällområdet. Om dessa två "floder" inträffar samtidigt kan det uppstå problem, särskilt vid varmt väder och regn. Våren 1995 var den största översvämningen i Vindelälvens kända historia.

## Vårfloden 1995

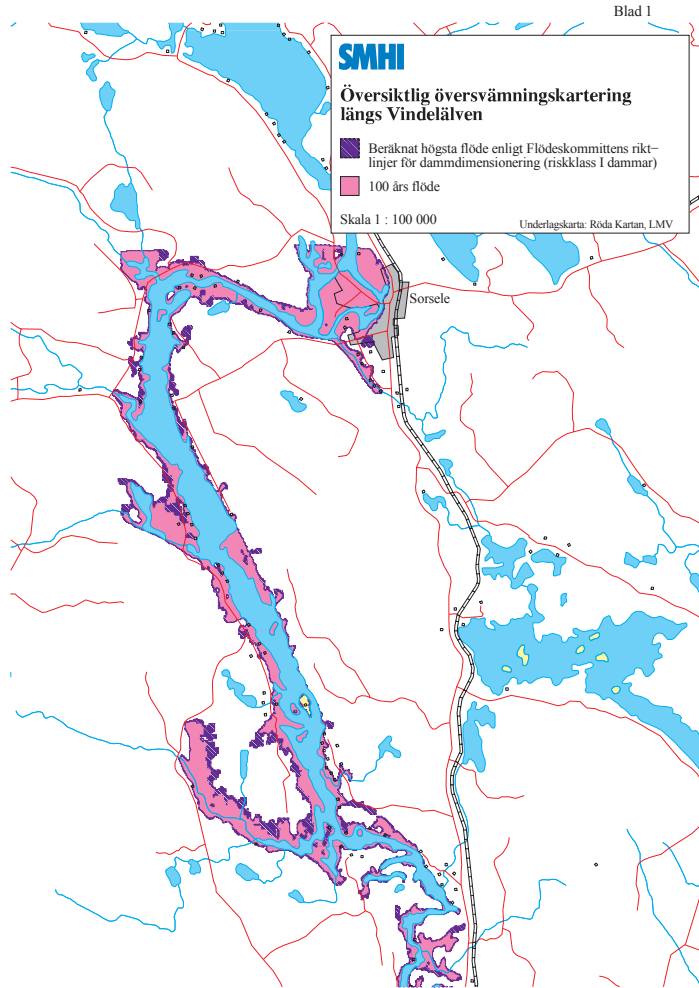
Den kraftiga vårfloden var resultatet av flera samverkande orsaker:

- En ganska snörik vinter. Snömängden i fjällen var ca 1.5 ggr den normala.
- Kyligt väder i maj som medförde att snösmältningen försenades ungefär tre veckor.
- När omslaget till varmare väder kom den 17 - 18 maj tillsammans med kraftiga regn startade snösmältningen explosionsartat.
- Eftersom skogslandets snö inte hade smält och runnit bort sammanföll vårfloden och den s.k. fjällfloden.

På hemsidan [www.vindelalven.se](http://www.vindelalven.se) (under Nationalälven/Vårfloden) finns en fantastisk dokumentation av vårfloden och översvämningarna 1995, bl.a. kan man läsa räddningschefens dagbok under de kritiska dagarna. Inga människor skadades vid översvämningarna men de materiella skadorna blev omfattande.

## Översvämningsskartering

SMHI har, på uppdrag av Statens Räddningsverk, utfört en översiktlig översvämningsskartering längs Vindelälven på sträckan från Sorsele till Spöland. Slutprodukten är kartor med översvämningssoner för översvämning vid 100-årsflöde och för beräknat högsta flöde enligt Flödeskommitténs riktlinjer för dammdimensionering. Beräkning av 100-års flöde görs normalt genom statistisk analys av observerade vattenföringsserier - detta kommer ni att arbeta med i projektet. När det gäller beräknat högsta flöde blir emellertid ofta en sådan uppskattning för osäker och kompletteras därför oftast med information om nederbörd, snösmältning och markvattenförhållanden.



Figur 2. Översvämningskartering för området nedströms Sorsele. Kartan är hämtad från SMHI:s rapport ”Översiktlig översvämningskartering längs Vindelälven”, <http://www.msb.se/Upload/Kunskapsbank/Kartor/oversvamningskartering/Vindelälven.pdf>.

## Datamaterialet

Från SMHI:s databas har vi valt vattenföringsmätningar ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) i Vindelälven vid stationerna Sorsele och Granåker. Sorsele ligger uppströms om Granåker. Dessutom ska ni också titta på mätningar gjorda i Luleälven vid station Boden.

### Datafiler

I filen Floden finns

- **bodenarsmax** - årsmax av dygnsmedelvattenföringen under perioden 1900-1990

I filen Vindelälven finns

- **sorsele** - årsmax av dygnsmedelvattenföringen under åren 1980-2008
- **granaker** - årsmax av dygnsmedelvattenföringen under åren 1980-2008

## Analys:

### 1. Modellering av naturligt flöde i Luleälv

- (a) Titta på data från Luleälv och på årsmax av det naturliga flödet, d.v.s. innan regleringarna gjordes kring 1940. Försök anpassa en lämplig modell till data.

Tips:

- Matlabkommandot `nyvariabel = variabel(1 : 20)` plockar ut de 20 första elementen i variabel och lägger dem i nyvariabel.
  - Pröva t.ex. med standardfördelningarna normalfördelning, lognormalfördelning och Gumbelfördelning (extremvärdefördelning av typ I) som är en vanlig modell för årsmax.
  - Läs om Gumbelfördelning i stencilen "Lognormalfördelningen och Gumbelfördelningen" som ni hittar på kurshemsidan.
- (b) Inom hydrologi talar man ofta om t.ex. 10-årsflöde eller 100-årsflöde. Med ett 100-årsflöde menar man det flöde, eller högre, som återkommer "i genomsnitt vart 100:de år". Det innebär att sannolikheten att få ett 100-årsflöde ett år är  $\frac{1}{100} = 0.01$ . Uppskatta det s.k. 10-årsflödet respektive 100-årsflödet i det naturliga flödet i Luleälv. Använd den standardfördelning ni valt.
- (c) Hur troligt är det att drabbas av minst ett 100-årsflöde under 50 år? Beräkningarna är generella och ej kopplade till just data från Luleälv.

### 2. Hur påverkar regleringarna flödet i Luleälv?

- (a) Undersök årsmax efter perioden med regleringar, t.ex. efter 1960. Hur påverkas årsmax när flödet alltmer kommit att styras av människan? Vad händer med 10-årsflödet respektive 100-årsflödet?

Tips:

- Kommandot `cdfplot` ritar upp empiriska fördelningsfunktioner. Rita gärna de empiriska fördelningsfunktionerna före och efter reglering i samma figur (använd `hold on`).
- (b) Ett annat sätt att studera förändringarna är att undersöka hur **genomsnittligt** maxflöde påverkats av regleringarna. Jämför förslagsvis perioden 1900-1940 med perioden 1960-1990. Observera att ni kan göra mer än bara uppgen en skattning. Ange vilken modell ni använder.

### 3. Mätningarna från Vindelälven

- (a) Vad var den maximala vårfloden i Granåker 1995?
- (b) Man vill uppskatta hur troligt är det att man upplever en lika hög (eller högre) vårflod i Granåker ett annat år och samtidigt beräkna motsvarande återkomsttid. Undersök hur beräkningarna påverkas av vilken fördelning vi anpassar.

Tips:

- Försök anpassa en standardfördelning till årsmax i Granåker och välj ut två som verkar vara rimliga.
- Beräkna sannolikhet och återkomsttid för de två fördelningarna. Jämför!

### 4. Skillnad i genomsnittligt årsmax mellan Sorsele och Granåker?

Även om extrema flöden ofta är av störst intresse kan man även studera genomsnittligt (förväntat) årsmax. Sorsele ligger uppströms Granåker. Finns det en skillnad i genomsnittligt årsmax mellan de två stationerna? Hur stor är den i så fall? Är det rimligt att skillnaden är ca 50 m<sup>3</sup>/s? Ange vilken modell ni använder.

## 5. Kan data från Sorsele ge information om årsmax i Granåker?

- (a) Titta närmare på data från Sorsele och Granåker. Antag att man t.o.m. tänker sig ett linjärt samband mellan årsmaxmätningarna så att årsmax vid Granåker kan beskrivas linjärt av årsmax vid Sorsele bortsett från slumpmässiga variationer. Är detta en rimlig modell utifrån datamaterialet?
- (b) Utgående från denna modell, om årsmax i Sorsele är  $500 \text{ m}^3/\text{s}$ , vad kan vi säga om motsvarande årsmax i Granåker?
- (c) Tänk er att det är den 8 juni 1995. Räddningspersonal från Sorsele ringer och rapporterar: "Vi har uppmätt  $1762.2 \text{ m}^3/\text{s}$  här i Sorsele! Vad bedömer ni att maxflödet i Granåker kommer att bli?" Försök göra ett rimligt uttalande! Kan vi använda det linjära sambandet mellan stationernas årsmax för vårt uttalande, och i så fall varför/varför inte? Antag att det inte blir värre (högre flöde) i Sorsele, d.v.s. det uppmätta flödet på  $1762.2 \text{ m}^3/\text{s}$  är årsmaxflödet i Sorsele. **OBS! Den 8 juni 1995 har man förstås bara uppmätt årsmax fram till 1994.**

## 6. Sammanfattning

Sammanfatta de viktigaste resultaten från er undersökning.