

STOCKHOLMS UNIVERSITET  
Naturgeografiska Institutionen  
Geografi II  
Handledare: Malin Johansson  
Kursansvariga: Anders Fridfeldt, Peter Kinlund  
2010-06-02

Tre Raviners Damm – hållbar utveckling eller en global katastrof?  
En kartläggning och analys av översvämningsriskerna i områdena kring Tre Raviners Damm i  
Kina, före och efter bygget av dammen.



Caroline Jonsson

## Sammanfattning

Yangtze-floden i Kina har alltid drabbats av årliga översvämningar nedströms där terrängen är låglänt. Stora jordbruksmarker täcks då av vatten och översvämningarna har skördat hundratusentals dödsoffer bara under 1900-talet. Tankarna på att bygga en damm i de mellersta delarna av Yangtze dök därför upp hos forskare och myndigheter redan för 60 år sedan, men det var inte förrän i början på 90-talet som beslutet slogs fast och projektet påbörjades.

I det här arbetet har jag undersökt huruvida översvänningsriskerna i området kring Tre Raviners Damm i Kina ökat eller minskat i och med dammbygget. Syftet är därför att ta reda på hur många översvämningar som skedde innan dammen byggdes, varför de gjorde det och varför just där. I nästa steg utreds hur situationen ser ut idag, eller snarare, eftersom projektet är så nyligen avslutat, hur forskare tror att situationen kommer att se ut i framtiden. Samma typ av frågor ställs till båda delarna för att få så enhetliga och tydliga svar som möjligt.

De faktorer som utreds är framförallt effekterna av sedimentsystemets påverkan på flodnivån i de mellersta delarna av Yangtze-floden, före och efter bygget. De senaste årtiondena, innan dammen konstruerades, har flodens vattennivå blivit högre och högre på grund av den stora mängden sediment som transporteras och avsätts. Dammen färdigställdes 2009 och i och med det har en nivå-sänkning av huvudkanalen kunnat observeras. Det ska bevisas att det sker en ansamling av sediment i reservoaren direkt ovan dammluckan, och andelen sediment som avsätts nedanför dammen minskar och att flodbankerna istället eroderar.

När erosionen ökar nedströms kan det ge upphov till jordskred på flodbankerna. Jordskred på ena sidan floden skulle kunna ge översvämningar på andra sidan, då landmassorna som når vattnet skapar tryckvågor som slår in över land på motsatt sida.

Enligt forskarna är den geologiska strukturen hos berggrunden där dammen är förlagd stabil, och har ingen geologisk bakgrund för att ge upphov till någon allvarlig framtida jordbävning, och därmed inte någon översvämning.

Min slutsats är inte enhetlig med tanke på att dammen färdigställdes så nyligen. Därför har det inte gått att komma fram till något konkret svar på min frågeställning. Däremot kan en del mindre slutsatser dras som byggs på de bakgrundsfrågor jag använt mig av i arbetet. De är att vattennivån minskat direkt nedströms dammen, men att en bit nedströms förblir nivån densamma. Det finns också en *risk* för att områdena direkt ovan dammen kommer att svämma över i framtiden, då sedimentlagren som ansamlas där blir större och större och därmed höjer vattennivån. Områdena direkt ovan dammen har redan svämmat över i och med själva bygget och har tvingat 1,3 miljoner människor att flytta till mer höglänt terräng.

## Innehållsförteckning

1. Inledning.....	4
2. Syftet med uppsatsen och dess utförande .....	4
2.1 Syfte och frågeställning.....	4
2.2 Avgränsning.....	5
2.3 Metod och källmaterial .....	5
2.3.1 Källkritik .....	6
2.4 Förkortningar.....	6
3. Bakgrund.....	6
3.1 Modifiering av vattendrag generellt.....	6
3.2 Dammar, varför de byggs och vilka konsekvenser de kan få.....	6
3.3 Studieområdet: Yangtze-floden och Tre Raviner.....	7
3.3.1 Geografiska läget, klimat och fysioografi.....	7
3.3.1.1 Yangtze-flodens avrinningsområde.....	7
3.3.1.2 Sedimentering .....	8
3.3.2 Tidigare översvämningar.....	10
3.3.3 Varför svämmas floden årligen över?.....	10
3.4 Projektets genomförande, syftet med byggnationen .....	11
3.4.1 Syftet.....	11
3.4.2 Beslutet.....	11
3.4.3 Dammens placering.....	12
4. Resultat.....	12
4.1 Situationen idag.....	12
4.1.1 Dammens möjlighet att kontrollera översvämningar.....	12
4.1.2 Områden och befolkning direkt påverkade av dammen.....	13
4.2 Konsekvenser för fysiografiska faktorer.....	15
4.2.1 Erosion och sedimenttransport.....	15
4.2.1.1 Teoridiskussion – Lagen om sedimenttransportförhållanden nedströms dammar.....	16
4.2.2 Massrörelser.....	17
4.2.3 Jordbävningar.....	17
5. Egen empiri/ Fallstudie.....	18
5.1 Primär data: Intervju med Håkan Stille, KTH.....	18
5.2 Kartering av situationen i de mellersta delarna av Yangtze-floden; empiri byggd på tidigare forskning.....	18
6. Analys/Diskussion.....	20
7. Slutsats.....	22
8. Källförteckning.....	23
9. Bilagor.....	25

## 1. Inledning

Inom radien av den enorma Yangtze flodens avrinningsområde i Kina bor över 400 miljoner människor, en fjortondel av världens befolkning (Yang et. al, 2002). Floden transporterar miljontals ton vatten varje år och tanken på möjligheten att tämja floden genom ett dammbygge har därför funnits länge hos Kinas regering (Mason, 1999). Framförallt för att kunna ta tillvara på den enorma mängd energi som det forsande vattnet genererar, men också för att rädda liv. Varje år under monsunsäsongen svämmar nämligen floden över, och hundratusentals människor har genom årens lopp fått sätta livet till under dessa perioder. Efter årtionden av utredningar togs beslutet att bygga världens största damm, Tre Raviner, 1992 och efter det tog färdigställandet 17 år. Dammen har hyllats som ett enormt steg framåt mot hållbar utveckling för Kina och alla inblandade aktörer var övertygade om att dammen skulle leva upp till förutsättningarna: att tillgodose 10 % av Kinas befolkning med elektricitet samt att eliminera översvämningarna nedströms dammen.

Men bara ett år efter färdigställandet 2009 börjar kritiken komma. I och med Kinas exploderande energibehov, som ökar varje år, verkar dammen inte kunna generera de 10 % elektricitet av behovet som det var utlovat. Dessutom har problemen i dammens direkt anslutande miljö börjat hopa sig. När dammluckan är stängd leder det till att enorma mängder sediment avsätts på reservoarens botten och det finns en risk att vattennivån i reservoaren därför på sikt kommer att stiga. Forskarna är fortfarande övertygade att den kommer minska översvämningarna nedströms, men i och med själva bygget svämmade 632km<sup>2</sup> över uppströms och tvingade 1,3 miljoner människor att flytta (China Three Gorges Corporation, 2002).

Är det kanske så att dammen i sig bäddar för en potentiell översvämningkatastrof? Jordbävningar, materialsvagheter och attentat är alla faktorer som skulle kunna orsaka att dammen brister, vilket förstås skulle få förödande konsekvenser. Även om utgången inte blir fullt så dramatisk så finns det orsak att studera och diskutera huruvida dammen verkligen har möjlighet att stoppa Yangtzes årliga översvämningar. En damm producerar som mest energi när den är full, vilket gör att dess förmåga att förhindra översvämningar genom att stoppa vatten minskar.

Så jag ställer mig genast frågan, vad är hållbar utveckling? Och hållbar utveckling för vem? Hur görs bedömningen ifall projektet anses som lyckat eller inte? Om alla faktorer tas med i resonemanget uppstår en oerhört svår, men högst intressant, fråga att lösa. Totalt beräknas mellan 40 och 80 miljoner människor världen över ha tvingats flytta på grund av att deras mark svämmats över i och med byggandet av reservoarer (Nilsson & Reidy, 2006). I de flesta fall handlar det om att hållbara jordbruk förstörs för att ge elektricitet till, enligt mig, en ohållbar utveckling av städer, vilket gör frågeställningen i det här arbetet högst relevant.

## 2. Syftet med uppsatsen och dess utförande

### 2.1 Syfte och frågeställning

Syftet med uppsatsen är att göra en kartläggning av de områden i anslutning till Tre Raviners Dam som riskerades att svämma över innan dammen byggdes, och vilka som gör det efter att dammen nu har byggts, för att kunna avgöra om bygget kan ses som lyckat eller inte. Jag har valt att avgränsa mig till just översvämningar för att lättare kunna gå på djupet och göra en

klar och tydlig kartläggning. Frågeställningen blir därför: Har översvämningsriskerna i området kring Tre Raviners Damm i Kina ökat eller minskat i och med dammbygget? För att svara på huvudfrågeställningen utreds en rad underfaktorer, som förändringar i sedimenttransport, massrörelser och jordbävningar.

## 2.2 Avgränsning

Geografiskt avgränsas denna uppsats i två delar. Jag presenterar först ett generellt resonemang kring dammars påverkan på fysioografi och den naturliga miljön, och då återfinns hela Yangtzefflodens avrinnings- och utflödesområde inom ramen för avgränsningen. När sen huvudfrågeställningen ska besvaras krymper den geografiska avgränsningen ner till regionen Tre Raviner, det vill säga de områden i direkt anslutning till dammbygget, uppströms och nedströms (se Figur 1). Den avgränsningen har jag valt för att förmedla hur det lokala och regionala hänger ihop och för att kunna koppla tillbaka huvudfrågeställningen till ett större sammanhang.

Tidsmässigt har jag valt att avgränsa mig till den perioden från det att geologiska undersökningar och kartläggning av översvämningsrisker började göras i området på 60-talet, fram till idag då projektet färdigställts. Perioden innefattar alltså ungefär 50 år. På så sätt får jag en helhetsbild över hur regionen sett ut under en längre tid innan byggnationen påbörjades och hur den ser ut idag, direkt efter projektets slutförande. Inom ramen för den egna empirin och i slutdiskussionen behandlas också synen på projektet i framtiden.

I uppsatsen finns det en hel del centrala begrepp som återkommer på flera ställen, både i de empiriska delarna och i mitt eget resonemang i både inledning och analys/diskussion och som hör till min avgränsning. Till den naturgeografiska diskussionen av frågeställningen hör begrepp som sedimenttransport, erosion, grundvattennivå, översvämning, klimatförändring, geomorfologi, vattenflöde, vattentryck och vattenhastighet. Värt att ha i åtanke under läsandets gång är generella geografiska uttryck och termer som skala (lokalt kopplat till regionalt/globalt), rumsliga mönster och strukturer, platsens betydelse, platsnytta, platskänsla, interaktion människa/miljö, regionalisering och regionalanalys, samt platsers och regioners sårbarhet.

## 2.3 Metod och källmaterial

Bakgrundsfakta till byggprojektet Tre Raviners Damm, data över översvämningsrisker innan projektet påbörjades samt beräkningar för hur det skulle kunna bli i framtiden är hämtade ur vetenskapliga artiklar och från projektets officiella hemsida. Då bygget stod färdigt så nyligen, 2009, har jag inte kunnat hitta några vetenskapliga data över hur resultatet faktiskt blev, utan informationen är istället hämtad från olika nättidningar, till exempel Ny Teknik, som regelbundet rapporterar om situationen kring dammen. Även modeller som gjorts för att beräkna till exempel sedimentavsättning har använts i detta fall. Olika typer av litteratur har använts för att beskriva och förklara människans modifiering av vattendrag och dess påverkan på den naturliga miljön, rollen av globalisering i sammanhanget samt det aktuella områdets klimatologiska egenskaper. Källorna är alltså i första hand sekundära, men även primärdata har samlats in genom en intervju av inom projektet en inblandad person. Figurer och tabeller är även de hämtade ur vetenskapliga artiklar samt från projektets hemsida. Den egenritade kartan är framställd i GIS och är en del av min egen empiri i och med att den är byggd på slutsatser jag dragit i uppsatsen.

### 2.3.1 Källkritik

Trots att projektet återfinns i Kina är de nättidningar som rapporterar om händelser i området västerländska och det är därför svårt att få en uppfattning om hur kineserna upplever situationen idag. Även litteraturen som används till bakgrundsfakta är från västvärlden<sup>1</sup>. En del av de vetenskapliga skrifterna är dock författade i Kina och av kinesiska forskare, vilket ger substans till arbetet. Vad gäller projektets officiella hemsida finns det risk att den är väldigt vinklad, eftersom de vill att byggnationen ska framstå i god dager. Vissa av forskarna lyfter fram fler negativa sidor av projektet än vad hemsidan gör, till exempel Yitian et. al (2009).

## 2.4 Förkortningar

CTGC= China Three Gorges Corporation

MTNR= Ministry of Territory and Natural Resources

TRD= Tre Raviners Damm

YRWRC= Yangtze River Water Resources Commission

## 3. Bakgrund

För att förstå hur dammbygget har påverkat kringliggande områden måste en del väsentliga bakgrundsfrågor ställas om hur situationen såg ut innan dammen byggdes.

Varför byggdes dammen? I vilket syfte? Vilka efterforskningar gjordes innan bygget sattes igång? Vilka var översvämningensriskerna innan dammen byggdes? Hur ofta svämmade området över, hur omfattande var översvämningarna, var skedde de och varför just där? Hur såg sedimenttransporten i floden ut innan dammen byggdes?

### 3.1 Modifiering av vattendrag generellt

Meandrande flodlopp och gradvist varierande sluttningar i anslutning till flodkanaler gör det svårt att kontrollera floden och att navigera på den. Därför påbörjas ofta projekt där floden förkortas genom att den rätas ut. Genom ett sådant ingrepp förbättras flödets förutsättningar. Modifieringen leder dock till erosion bakåt i flodloppet under en längre period och verkar därför negativt på flodbädden. Så har fallet varit även för Yangtze, och en förkortning av floden skedde långt innan TRD påbörjades (Yitian et al., 2009).

Enligt Goudie (2006) kan byggandet av stora dammar bland annat leda till triggande av jordbävningar, fortplantning och expansion av organismer, hämmande av fiskmigration, försaltning av jordar samt förändringar i grundvattennivåer som ger upphov till instabila sluttningar. Men den största förändringen kan enligt Goudie (2006) ses i reduceringen av sediment som transporteras med vattnet nedströms dammen. En minskning av sediment kan leda till reducering av näringsämnen som når kringliggande fält, mindre näring för fisken nedströms samt accelererad flodbädderosion eftersom mindre sediment finns tillgängligt för att bygga upp flodbädden. Den processen kallas för ”clear-water erosion”.

### 3.2 Dammar, varför de byggs och vilka konsekvenser det kan få

---

<sup>1</sup> I det här fallet Europa och USA

Största anledningen till att dammar byggs är för att generera elektricitet genom vattenkraft. Vattenkraften räknas som en ren och förnyelsebar energikälla med relativt låga utsläpp (Stille et. al, 2006). Dock påverkar de direkt miljön i vilken de exploateras. Denna påverkan sker på både fysiografin (jordtäcket, vattnet och luften) och på flora och fauna. Den näst största anledningen till att dammar byggs är för att kontrollera flodens flöde (Stille et. al, 2006).

Det som förändras i vattnets förhållanden är näringstillförsel, temperatur och högsta flöde. Transporten av lösta näringsämnen och mineraler reduceras vilket gör att tillförseln till havet vid flodens utlopp ändras. Detta i sin tur påverkar flodens och tillhörande flodbankers hela ekosystem. Eftersom flodens utflöde reduceras förändras transport- och sedimentationsförhållanden, vilket i sin tur leder till fysiska och biologiska förändringar i flodbädden. I en naturligt flytande flod förändras dessa förhållanden efter en regelbunden cykel, vilket gör att flora och fauna kan anpassa sig. Den balansen rubbas i och med att dammar byggs. Bland annat kan en damm leda till ökad erosion av flodbankerna nedströms utflödet, vilket påverkar de miljöerna negativt. Att minska flödets motståndskraft kan alltså minska översvämningar lokalt, men kan vara förödande nedströms. Utbyggnaden av vattenkraft kan också påverka det lokala klimatet genom ökad förekomst av dimma under vintern då vattnet inte fryser nedströms de reglerande reservoarerna (Stille et. al, 2006).

Brismar (2003) delar upp de förändringar som påverkar vattennivån i två geografiska områden; de som sker på plats vid dammen och de som sker nedströms, enligt följande:

1. *På plats vid dammen:* deposition av sediment på reservoarens botten, erosion av reservoarens strandkant och deposition av de sedimenten på reservoarens botten samt höjd grundvattennivå runt reservoaren.
2. *Nedströms dammen:* i genomsnitt reducerat årsflöde<sup>2</sup>, reducerad omfattning av- och förändrad tid hos- flödets högstanivå, i genomsnitt reducerat månadsflöde under högvattenssäsongen, höjt minimiflöde under lågvattenssäsongen, snabba fluktuationer i det dagliga flödet beroende på behovet av elektricitet, förändrad kapacitet att transportera sediment samt förändrade förhållanden i erosions- och sedimentavsättningsprocessen.

### **3.3 Studieområdet: Yangtze-floden och Tre Raviner**

#### *3.3.1 Geografiska läget, klimat och fysiografi*

Det som spelar roll i sammanhanget är platsens geografiska läge, både det absoluta och det relativa. Första frågan det behövs svar på är därför vilket läge detta är? De naturgeografiska förutsättningarna är i undersökningsarbetet av stor vikt och en del bakgrundsfrågor måste därför ställas. Hur ser området ut med hänsyn till geomorfologi och relief? Hur är klimatet? Hur stort område är i direkt anslutning till dammen eller reservoaren? Vilka bosättningar finns där, det vill säga hur sårbart är samhället? Sist men inte minst, med tanke på ovanstående, vilka förutsättningar har området för den här typen av verksamhet?

##### *3.3.1.1 Yangtze-flodens avrinningsområde, dess klimat och fysiografi*

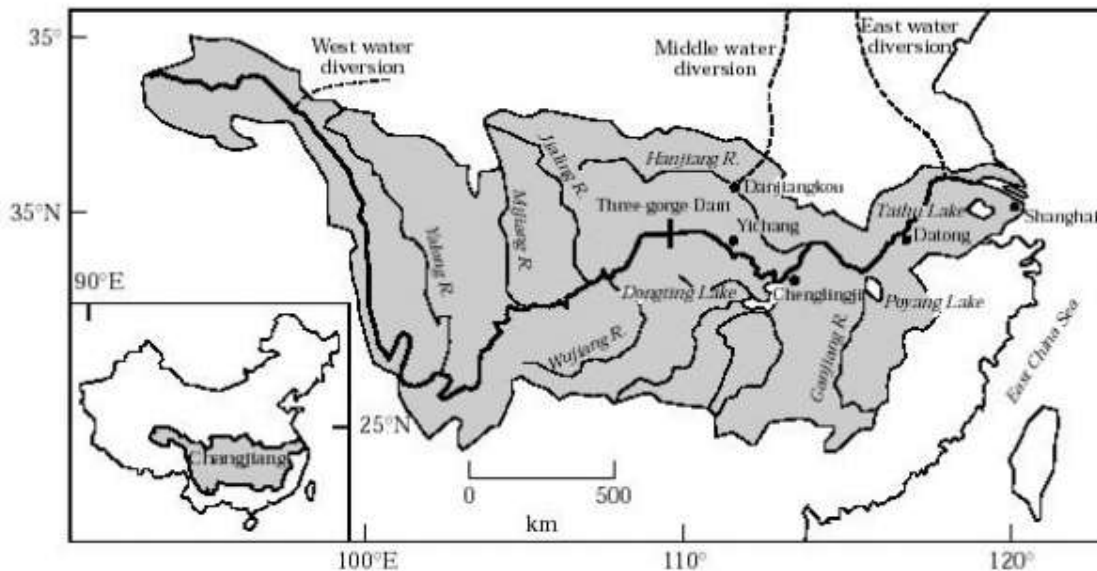
Yangtze-floden härstammar från Qinghai-Tibet platån och sträcker sig runt 6300 kilometer österut de norra delarna av det Östkinesiska havet. Huvudströmmens källa återfinns 5100 meter över havet och floden flyter genom elva provinser i landet<sup>3</sup>. Flodens

---

<sup>2</sup> Den mängd vatten som passerar genom floden ut till havet per år

<sup>3</sup> Qinghai, Xizang (Tibet), Sichuan, Yunnan, Chongqing, Hubei, Hunan, Jingxi, Anhui, Jiangsu och Shanghai i den ordningen.

upptagningsområde är cirka 1.8 miljoner km<sup>2</sup> stort och över 400 miljoner människor bor i det området. Det absoluta geografiska läget för avrinningsområdet är mellan 24,5 och 35,5° N (Yang et. al, 2002) (se Figur.1). Klimatet är därför subtropiskt, Cfa, med karaktäristiskt fuktig hetta utan någon torrsäsong (Christopherson, 2009). Nederbörd och avrinning varierar dock något över året, med mest nederbörd under maj till oktober. Huvuddammluckan och den stora bromsklossen för Yangtze är geografiskt placerad nära Sandouping Town i Yichang, Hubeiprovinnsen (Yang et. al, 2006) (se Figur 1).



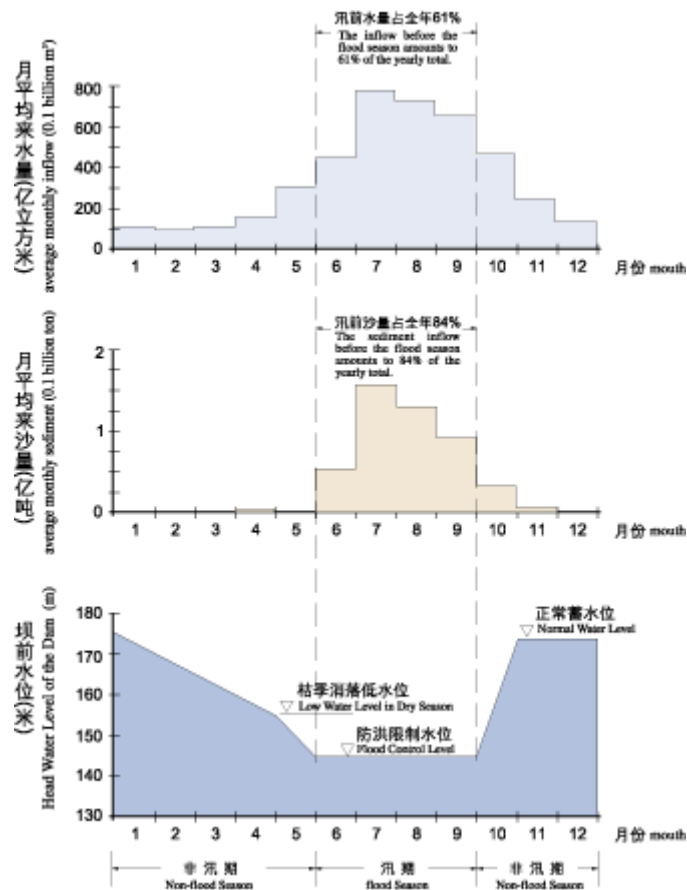
Figur 1. Yangtze flodens avrinningsområde. Källa: Yang et. al

Huvudkanalen som sträcker sig mellan Yichang och Hankou är ungefär 590km lång och ansluter till två stora vattenreservoarer/drag, sjön Dongting och floden Hanjiang. Dongting och Yangtze möts i Chenglingji (se Figur 1) och i detta område formar huvudkanalen, sjön och bifloder ett komplext flodnätverk. Där denna del av Yangtze är belägen har sedimentavsättning pågått under lång tid och ett djupt alluviallager formats. På 60- och 70-talet förkortades floden 78km genom uträtning för att främja flödet och gynna sjöfarten, vilket ökade erosionen uppströms kraftigt under en lång period (Yitian et. al, 2009).

### 3.3.1.2 Sedimentering

Ungefär hälften av flodens vatten och i princip all dess sediment kommer från högländerna uppströms Yichang (Yang et. al, 2002). Regeln som överlag gäller för sedimentsystem är material eroderar uppströms, där det är djupt på grund av höglänt terräng och strömhastigheten är stor, och att materialet avsätts nedströms, där är grundare på grund av låglänt terräng och strömhastigheten är låg (Christopherson, 2009). För att mäta sedimenttransporten på olika ställen i floden har mätstationer upprättats på flera håll, av vilka en är placerad i Yichang. En annan mätstation återfinns i Datong, som är beläget närmare flodbäckens mynning. Tillflödena mellan Yichang och Datong tillför 86,6 miljoner ton sediment per år, men mycket av det avsätts längs vägen. Det faktum att det mesta av sedimentet som mäts i Datong kommer från regioner uppströms Yichang gör att just denna mätstation är av stor vikt i diskussionen om Tre Raviners Damm, då denna är belägen just där (Yang et. al, 2002).

Strömshastigheten av utflödet och mängden sediment varierar under året, vilket framförallt beror på att avrinningen orsakas av monsunnederbörden. Under den blötare delen av året transporteras 93 % av den totala sedimentmängden som transporteras årligen, och det är också under den delen av året som översvämningarna sker (se Figur 2) . Det är därför bevisat att höga vattennivåer spelar en avgörande roll i sedimenttransporten i den mellersta regionen av Yangtze-floden (Yang et. al, 2002).



Figur 2. Sedimentsituationen och vattennivån i reservoaren över året. A, Genomsnittlig sedimenttillförsel/månad. B, Genomsnittlig sedimentation/månad. C, Vattennivån i reservoaren/månad. Källa: CTGC, 2002

Det har uppmäts sedan mätningarna startade att flodbädden i de mellersta delarna av Yangtze har utvecklats av den kontinuerliga depositionen och flodnivån har därför stigit kontinuerligt de senaste årtiondena (Yitian et. al, 2009). Förändringarna i sedimenttransporten de senaste årtiondena har därför påverkat vattennivån i floden. Ett exempel på detta är att 1998, det värsta översvämningåret på 1900-talet, mättes strömmen till 64 900m<sup>3</sup>/s i Luoshan<sup>4</sup>, vilket var mycket lägre än 1954 års översvämning där strömmen mättes till 78 800m<sup>3</sup>/s. Däremot var vattennivån 1998 över en meter högre än 1954. Fenomenet har kallats för "lågt utflöde med hög vattennivå" och visar att den högsta vattennivån hos översvämningarna ökar till följd av hög sedimentation (Yitian et. al, 2009).

<sup>4</sup> Nedströms Yichang, nära beläget Dongting Lake

### 3.3.2 Tidigare översvämningar

Yangtze-floden svämmade innan bygget av TRD årligen över och översvämningarna har varierat i omfattning. Tabellen nedan visar de fem värsta översvämningarna under 1900-talet.

Tabell 1. De fem mest omfattande översvämningarna av Yangtze-floden under 1900-talet, innan dammen byggdes. Källa: CTGC, 2002

1931....	The flood in 1931 struck an area of 130,000 km <sup>2</sup> with 3.39 million ha farmland and 1.8 million houses inundated, 28.55 million people affected, and 145,000 people killed, causing approximately an economic loss of 1.345 billion YinYuan.
1935....	The flood in 1935 hit an area of 89,000 km <sup>2</sup> in the middle and lower reaches of the Yangtze River, with six provinces, Hubei, Hunan, Jiangxi, Anhui, Jiangsu, Zhejiang and 10 million people affected, 1.51 million ha of farmland inundated, 142,000 people killed, causing approximately an economic loss of 0.355 billion YinYuan.
1949....	The flood in 1949 inundated 1.81 million ha farmland, affected 8.1 million people and cost the lives of 5699 people in the middle and lower reaches of the Yangtze River.
1954....	The damages caused by the flood in 1954 in the middle and lower reaches: totally 3.18 million ha farmland and 4.27 million houses inundated, 18.884 million people and 123 counties and cities affected, 33169 people killed and the interruption of the Beijing-Guangzhou Railway for 100 days.
1998....	The flood in 1998 struck a large area of the Yangtze Valley. The country went all out to fight against the flood for nearly 3 months with large quantities of people and materials employed. More than RMB 13 billion worth of flood-fighting materials were dispatched from all around the country, and about 6.7 million people and hundred thousands of soldiers took part in the fighting. However, the flood still caused great losses with 239,000 ha farmland inundated, 2.316 million people affected and 1526 people killed in the four provinces of Hunan, Hubei, Jiangxi and Anhui.

### 3.3.3 Varför svämmas floden årligen över?

Översvämningar orsakade av höga vattenflöden är en del av den naturliga cykeln hos en flod, precis som torra perioder, och flodslätter har bildats längs med floderna där den naturligt ska kunna svämma över. Dessa slätter blir under de översvämmade perioderna berikade med näringsämnen som kommer med vattnet och är därför bördiga. Anledningen till att dessa områden är sårbara idag är för att jordbruk, infrastruktur och bosättningar förläggs där de bördiga jordarna finns. Skadorna som uppkommer på grund av översvämningar är därför en kombination av naturgivna faktorer i flodens cykel och människan som aktör (Svensson, 2006).

Regn och snösmältning i flodbäckenet är källan till flodens flöde. Ju mer det regnar eller desto mer snö som smälter, desto större blir risken för översvämningar. Hur detta flöde sedan ter sig beror på landformerna, infiltrationskapaciteten, jordtäcket egenskaper och vegetationstäcket. I områden med hög relief och låg infiltrations- och förvaringskapacitet främjas ett snabbt utflöde, medan ett lägre landskap med högre förvaringskapacitet i jorden främjar ett långsamt utflöde. Generellt sett, och som också är typiskt för Yangtze-floden, är att flodbäckenet har sin

början i branta högländer och sedan flyter genom regioner av mellanhög terräng ner mot lågländer. Längs med huvudkanalen bidrar bifloder med vatten och ökar därmed mängden vatten och flödets hastighet ju längre nedströms floden det kommer. Hastigheten minskar först då det blir grundare och flackare. På grund av detta är det oftast nedströms floden som översvämningar uppstår. De faktorer som spelar in är alltså vattenmängd, vattenhastighet och fysiografin hos det kringliggande landskapet (Svensson, 2006).

Översvämningar av floder sker inte abrupt, utan byggs upp gradvis, om även under korta perioder. Det vanligaste är att de varar mellan ett par dagar och ett par veckor. Förstörelsen av det drabbade området kan bli påtaglig om floddalen är flack och vid och ifall floden för med sig stora mängder vatten. En anledning till att översvämningar längs floder blir förödande, förutom att människan bygger i dessa floddalar, är att hon dessutom modifierar floder. Genom att räta ut och leda om vattendrag rubbas dess naturliga balans, och risken för oanade konsekvenser ökar (Massarsch, 2006).

### **3.4 Projektets genomförande och syfte med byggnationen**

#### *3.4.1 Syftet*

Syftet med dammbygget var att förse en del av Kinas växande befolkning med elektricitet samt att främja den nationella samhörigheten genom regionalt gränsöverskridande överföring av denna (China Three Gorges Corporation, 2002). Mason (1999) skriver att den kinesiske ledaren Sun Yatsens syfte med att bygga dammen också var att eliminera skadorna och dödssiffrorna som återkommande blivit en direkt följd av översvämningar nedströms i floden.

Under 1900-talet har som nämnt ovan området nedströms Yichang drabbats av stora översvämningar under den tiden av året då den mesta nederbörden faller. I och med dammbygget kan dessa översvämningar kontrolleras med hjälp av att reglera vattennivån i reservoaren. Regleringen, som bygger på att ha gott om plats för att lagra överflödigt vatten och därmed förebygga översvämningar, fungerar på följande sätt: Under vinterns lågflöde, januari till maj, sänks reservoarens nivå för att släppa på mer vatten nedströms. När våren kommer och nederbörden ökar sänks vattennivån i reservoaren till den så kallade lägstanivån, som ligger på 145 meter, för att kunna samla det inkommande vattnet. När höglödessäsongen börjar i juni höjs nivån i och med det höga tillflödet till 175 meter för att lagra det vatten som den ökade mängden nederbörd för med sig. Nivån regleras steg för steg tillbaka till 145 meter i och med att flodens nivå sjunker när regnet avtar. Riskerna för översvämningar nedströms minimeras på det här sättet, samtidigt som kraftverket får ett jämnt tillflöde av vatten året om (Johansson, 2006).

Målet med bygget var att när det stod färdigt skulle standarden på kontrollen av floden i de mittersta och nedersta delarna av Yangtze, och särskilt i Jingjiang området vara så pass uppgraderat att det skulle kunna förhindra 100-årsöversvämningar. På så sätt skulle 15 miljoner människor och 1,5 miljoner hektar jordbruksmark i Jianghans slättland slippa hoten av översvämningar. Och de förödande plågor av massdöd som orsakats av översvämningar skulle kunna undvikas (China Three Gorges Corporation, 2002).

#### *3.4.2 Beslutet*

Den tredje april 1992 togs beslutet att dammprojektet Tre Raviners Damm skulle genomföras. Ungefär ett år senare bildades det som heter State Council TGP Construction Committee, som kom att bestå av en administrativ avdelning, en rörlig byrå för utveckling samt det som i

framtiden kom att bli China Yangtze Three Gorges Development Corporation (CTGPC). I december 1994 startades byggandet officiellt. Tre år senare genomfördes den första avstängningen av floden, vilket innebar att fas ett i projektet var genomfört. Ytterligare fem år senare kunde kanalen regleras och stängas av och 2003 började reservoaren fyllas upp (se Bilaga 2). Samma år började båttrafiken åter att gå på floden efter att ha varit avstängd under hela byggnadsprocessen och ungefär samtidigt började den första generatoren kunna generera elektricitet från vattenkraften. 2005 var alla 12 generatorerna i bruk och dammen producerade 68,1 miljarder kWh (China Three Gorges Corporation, 2002).

### *3.4.3 Dammens placering*

Placeringen av TRD bygger på ett stort antal geologiska undersökningar av området. Studierna gjordes över de två huvudregionerna längs floden som var aktuella för reservoaren samt 15 specifika placeringar för dammluckan i dessa två regioner (China Three Gorges Corporation, 2002).

Undersökningarna av de två regionerna och 15 specifika placeringarna genomfördes enligt följande.

1. I Nanjinguan Kalkstensregion hade fem potentiella platser för dammen valts ut. Denna region sträcker sig 13 km uppströms från Nanjinguan, mynningen av Tre Raviner i Yangtze-floden, till Stenbordet, där de fem platserna valts ut.
2. I Meirentuos Granitregion hade tio potentiella platser valt ut. Denna region sträcker sig 25 km uppströms från Liantuo till Meirentuo.

Geologiska studier som utfördes efter ingenjörsmässiga krav och test av berggrundsmekanismerna, visade att det fanns allvarliga problem med geologin hos kalkstensregionen. Problemen var att floddalen var för smal samt att karstlandskap var utvecklat och att berggrunden därmed var skör (China Three Gorges Corporation, 2002).

Geologin hos granitregionen var mer lämpad. Dalen var relativt bred och berggrunden i flodbädden var relativt komplett och hård. Med bakgrund av de två regionernas geografiska lägen och geologiska struktur gjordes bedömningen att granitregionen var bättre lämpad för dammbygget än kalkstensregionen. Sandouping Dam Site sågs som idealisk eftersom den ligger mitt på det stora granitbältet. Trots att floden sträcker sig över 192 km är det bara 31 km mellan Mache och Liantuo som är geologiskt tillräckligt stabil för att hålla för dammen. Berggrunden på den resterande sträckan består av metamorfa bergarter såsom sandsten och kalksten, vilka inte är tillräckligt stabila för att hålla för ett projekt av den här dimensionen. Berggrunden i vid Sandouping har en extremt svag hydraulisk ledningsförmåga. Det betyder att den inte är vattengenomsläpplig och därför inte kommer vittra sönder även under högt vattentryck, vilket är ovanligt för högt belägna dammar i Kina (China Three Gorges Corporation, 2002).

## 4. Resultat

### **4.1 Situationen idag**

För att få svar på huvudfrågeställningen måste också en del frågor om hur situationen ser ut idag besvaras. Inledningsfrågan här är vad blev resultatet av dammbygget? I vilken

utsträckning har översvämningar ägt rum efter att dammen byggdes? Hur ofta har de skett, när var och varför just där? Har det skett någon förändring i vattenflödet? Sedimenttransporten? Vattentrycket och vattenhastigheten? Eller har det skett något annat?

#### 4.1.1 Dammens möjligheter att kontrollera översvämningar

Dammen är döpt efter de tre ravinerna som floden flyter igenom, uppströms från dammen sett. Den är 2 309 meter bred och har en höjd av 185 meter (se bild 1). Den sträcker sig nästan 600 kilometer, ända upp till Chongqing (se Figur 6). Det var meningen att de 26 turbinerna som installerades i dammen skulle producera en niondel av Kinas elbehov, med en total effekt på 18 200 megawatt och att dammen skulle eliminera översvämningensriskerna nedströms.



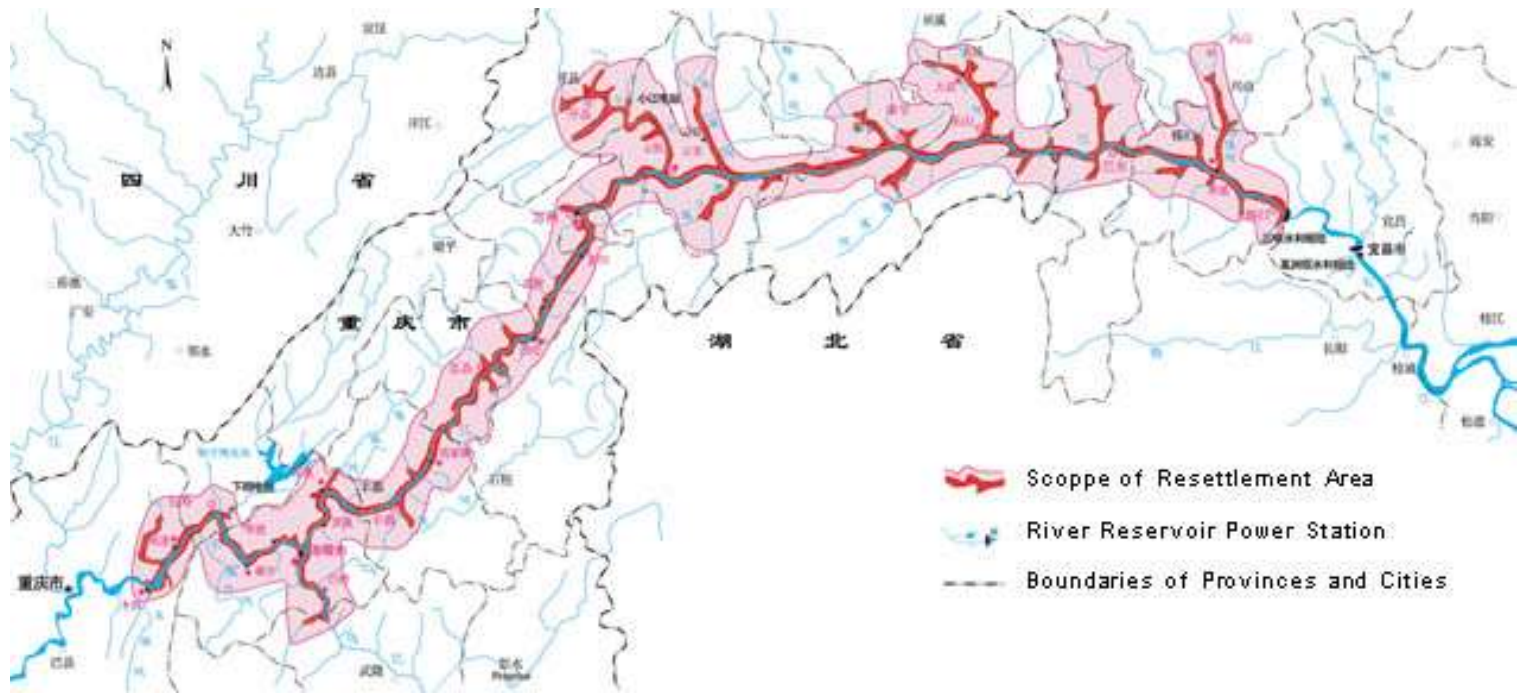
Bild 1. Foto av dammluckan, sett nedströms ifrån. Källa: CTGC, 2002

Klockan åtta på morgonen den 8 september 2004 drabbades Tre Raviner av en höstflod på  $60\,500\text{m}^3/\text{s}$ , vilket var den tredje största i Yangtzes historia. Det var första gången projektet demonstrerade sin funktion att kunna kontrollera floden genom att använda ett modernt vattenförvaltningssystem som med olika hjälpmedel kan förutsäga och övervaka översvämningar. Det lyckades genom att 0,5 miljarder  $\text{m}^3$  vatten kunde hållas i reservoaren och samtidigt uppfylla projektets säkerhet, normala konstruktion och kraftgeneration i turbinerna (China Three Gorges Corporation, 2002). Dammen lagrar vatten så fort det inkommande flödet är större än flödet som tillåts släppas igenom och i och med att dammen har en höjd på 175m kommer den med största säkerhet att lindra allvarliga översvämningar nedströms (Yitian et. al, 2009)

#### 4.1.2 Områden och befolkning direkt påverkade av dammen

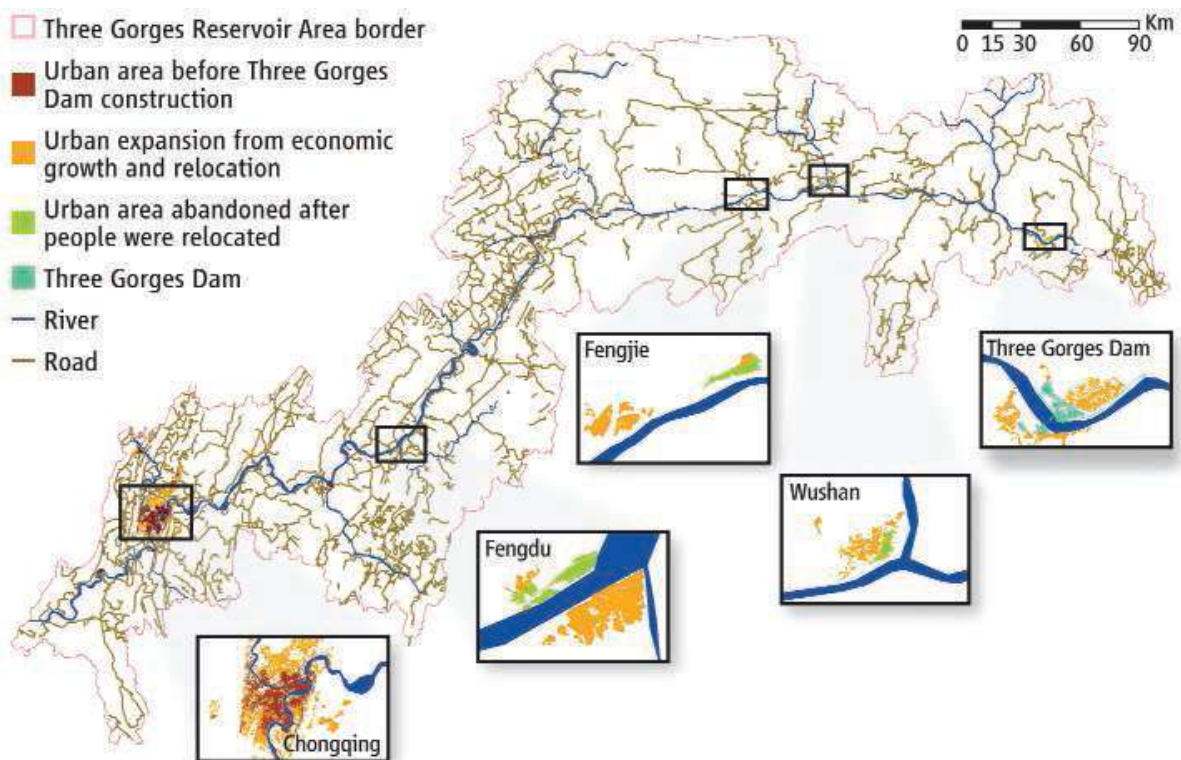
Enligt Bosshard (okänt årtal) dränktes 13 städer, 140 småstäder och 1350 byar uppströms, vilket ledde till en omflyttning av 1,3 miljoner människor, i och med dammbygget.

En studie som genomfördes 1992 strax innan projektet påbörjades, visade att  $632\text{km}^2$  land skulle svämmas över, inkluderat 24 500 ha jordbruksmark, och påverka 844 100 människor. Det planerades då att omflytta 1,13 miljoner människor på grund av det stigande vattnet, vilket är den största enhetliga omflyttningen som gjorts i samband med ett dammbygge till både skala och svårighet att genomföra (China Three Gorges Corporation, 2002) (se Figur.3).



Figur 3. Område som dränktes med vatten och behövde evakueras i samband med byggnationen.  
Källa: CTGC, 2002

Som Figur 4 nedan visar, har stora förändringar skett i och med färdigställandet av reservoaren. Stora områden har växt fram där marken ännu inte är vattentäckt, men som är direkt påverkade av projektet. Det största hotet mot dessa områden i framtiden kommer utgöras av massrörelser (Stone, 2008).



Figur 4. Urban förändring i områdena kring reservoaren. Källa: Stone, 2008

## 4.2 Konsekvenser för fysiografiska faktorer

### 4.2.1 Erosion och sedimenttransport

Förändringarna i de sediment som floden transporterar beror på balansen mellan sedimenttillförseln (genom jorderosion) och kvarhållande av sedimenten i flodsystemet, inkluderat sjöar och reservoarer. Depositionen av sediment i områden som de kring Datong uppstår vanligen de år då sedimenttillförseln är hög. De år då tillförseln är låg blir avsättningen inte heller betydande. Det behöver tas i åtanke i diskussionen om Tre Raviners Damms påverkan på sedimentflödet ut till havet. Mätningar som gjordes innan dammen var färdigbyggd visade på att efter dammens färdigställande skulle sedimentutsöndringen nedströms Yichang reduceras med 2/3 under de första 50 åren. Med den låga tillförseln av sediment från Yichang skulle depositionen nedströms komma att ersättas med erosion, och sedimenttillförseln i Datong skulle bli större än den i Yichang (Yang et. al, 2002).

Sedimenten ses som ett svårt prov för konstruktioner av reservoarer världen över. Till TRD: s reservoar kommer 530 miljoner ton sediment transporteras varje år, vilket kommer, om det inte hanteras på rätt sätt, påverka funktionen och förkorta livslängden av den.

Sedimentforskning i Yangtze började på 60-talet och bygger på både observationer, matematisk modellering, fysiska tester av modellerna samt referenser till liknande byggnationer. Införandet av en metod för att kunna föra bort sediment ur reservoaren, så kallat ”förvara rent vatten och släppa ut sedimentfyllt vatten” kan skydda reservoaren under långa perioder, beroende på topografiska och landformsmässiga egenskaper hos TRD. Det är uträknat att reservoaren kan nå en balans mellan inflöde och utflöde av sediment om 100 år men att reservoarens kapacitet att kontrollera översvämningar kommer att stanna vid 86 % (China Three Gorges Corporation, 2002).

Data om den årliga sedimentationen har samlats in under flera årtionden och dessa data har konsekvent använts som grundsten för att analysera det potentiella sedimentationsproblemet i samband med Tre Raviners Damm. Enligt Higgitt och Lu (2001) finns det två hypoteser till hur sedimentationen kommer att se ut efter dammbyggets färdigställande. Den första är att sedimenttillförseln kommer öka genom ökad jorderosion uppströms, men att transportereringen nedströms reduceras genom att sedimentationen sker i reservoaren. Den andra är att de rumsliga och tidsbestämda dynamiska förändringarna i markanvändningen leder till en ytmässig ökning av förfallet land, utan att överlag leda till en ökning av sedimentavlämning.

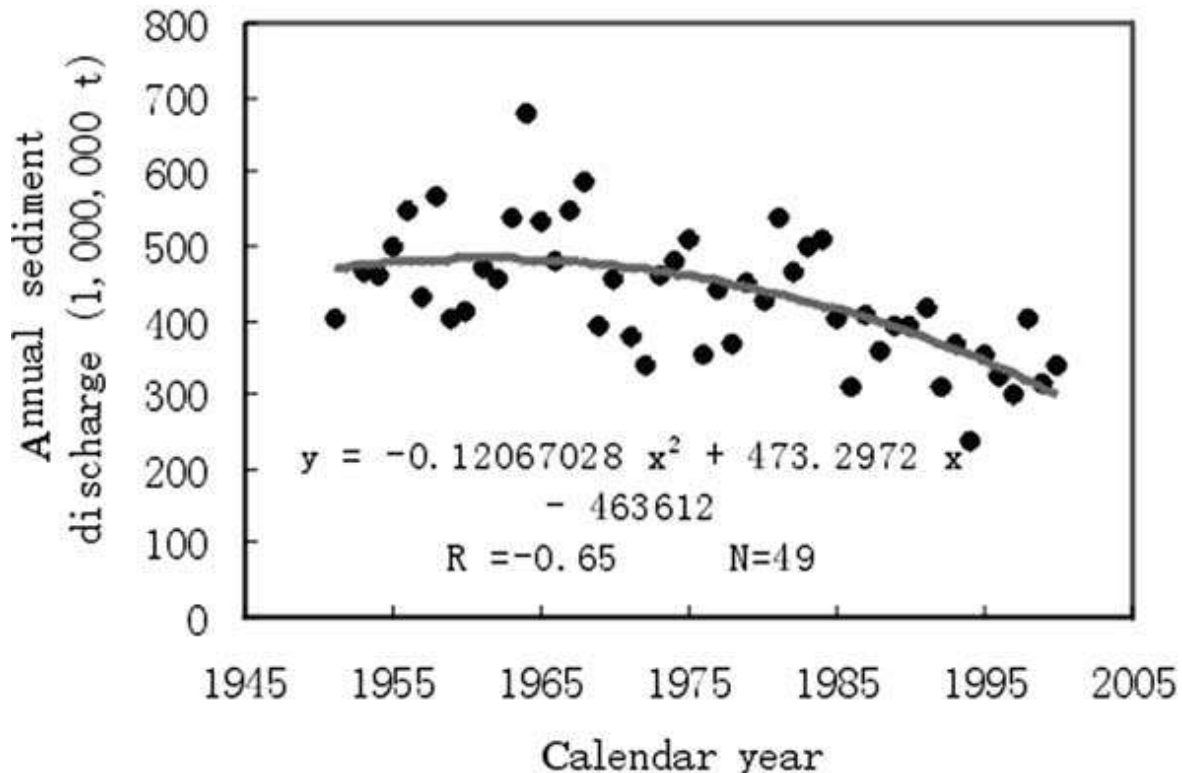
Vad kommer att hända när ett lager av silt byggs upp bakom dammen och sedimentationen reduceras nedströms? Enligt Stone (2008) deponerade Yangtze runt 40 miljoner ton sediment till sitt delta under andra delen av 1900-talet. Denna ö vid namn Chongming Island är idag 1000km<sup>3</sup> stor och har en befolkning på runt 650 000<sup>5</sup>. När sedimenteringen minskar riskerar ön att sakta svämmas över och eroderas bort.

Idag lever runt 75 miljoner människor direkt nedströms Tre Raviner och rädslan för att dammen ska brista är därför stor. Det skulle, även om risken enligt forskare är liten, kunna hända till följd av till exempel en jordbävning eller att glaciärerna som föder Yangtze smälter och en enorm mängd vatten tillfördes under kort tid. Det skulle i så fall bli en global katastrof, som enligt Stone varken Kina eller resten av världen skulle kunna hantera. Troligare är att, om några årtionden från nu, kommer Yangtze och Tre Raviners reservoar uppnå ett ekologiskt jämviktstillstånd (Stone, 2008). Den jättelika dammen kommer då att bli ett monument för

---

<sup>5</sup> Vilket är världens största alluvialö

den genomgripande förändringen av landskapet runt omkring den. Mätningar i sediment på flodbotten visar att sedimenteringen minskat i deltat sedan 1960 (Yang et. al, 2002) (se Figur 6). Detta tros bero på två mänskliga aktiviteter i området, avskogning och dammbygget. I och med färdigställandet av dammen finns det anledning att räkna med en 50-procentig minskning av sediment i deltat de närmaste 100 åren. Yang menar att liknande scenarion har setts i andra delar av världen, där dammbyggen lett till kraftig reduktionen av sedimentation i flodens utmynnande delta. Det har fått svåra konsekvenser för den omgivande miljön, till exempel habitatfragmentering och utrotandet av arter.



Figur 5. Sedimenttillförseln i genomsnitt/år. Källa: Yang et. al, 2002

#### 4.2.1.1 Teoridiskussion: Lagen om sedimenttransportförhållanden nedströms dammar

När stora dammar byggs blir resultatet att sedimenttillförseln från områdena uppströms dammen till de områdena nedströms dammen blir kraftigt reducerad. Det är precis vad som händer vid TRD nu. Enligt tidigare forskning kommer sedimenttransporteringen nedströms dammen inte att överskrida värdet uppströms dammen. Teorin gäller för den totala mängden sediment, men säger ingenting om hur förhållandena kommer att ändras för de enskilda kornstorlekarna. I verkligheten spelar det sediment som förs med det fria vattnet och det som förs längs med botten olika roll i utvecklingen av en kanal, och deras olika förhållanden förändras med styrkan hos strömmen. Därför spelar de enskilda kornstorlekarnas förhållanden ofta större roll än vad den totala mängdens förhållande gör (Yitian et. al, 2009).

Enligt Yitian et. al (2009) är den generella uppfattningen att dammen kommer fånga upp 70 % av inkommande sediment under de första årtiondena efter att det satts i bruk. Allt eftersom tiden går kommer den siffran stadigt att minska och efter ungefär 80 år i bruk skulle andelen sediment som släpps igenom dammen uppgå till 85 % av värdet innan dammen stod klar. Det beror på att vissa kornstorlekar kommer att släppas förbi och att sedimenteringen medströms efter hand därför kommer att återhämta sig i viss mån (Mason, 1999).

#### 4.2.2 Massrörelser

När erosionen ökar nedströms kan det ge upphov till jordskred på flodbankerna (Bosshard). Jordskred på ena sidan floden skulle kunna ge översvämningar på andra sidan, då landmassorna som når vattnet skapar tryckvågor som slår in över land på motsatt sida (Mason, 1999). Detta har redan hänt på flera ställen (Ny Teknik, 2007). I Epoch Times skriver Fei (2007) att man räknade med att 150 jordskred skulle kunna uppstå uppströms i och med dammens färdigställande, men att det sedan rapporterats om 1200 stycken under tiden som bygget fortskridit. Orsaken tros vara den höjda vattennivån.

Över 50 bifloder flyter på båda sidor om Yangtze in mot huvudfloden. Inom regionen för reservoaren är den totala längden av flodbanken, räknat med både huvudfloden och dess bifloder, cirka 5300 km. Det lösa jordtäcknet och berggrunden i detta område har studerats i detalj ända sedan 50-talet med syfte att lokalisera jordskred med hänsyn till höjdläge, egenskaper och kvantitet (China Three Gorges Corporation, 2002).

YRWRC har individuellt studerat jord- och berggrunden i de kollapser/skred som skett innan konstruktionen påbörjades men efter att människorna i området där dammen skulle byggas hade flyttat ut. För att undersöka de jord- och bergskroppar som skulle kunna rasa- och/eller orsaka skred i framtiden, i och med bygget, sattes MTNR ihop 1999. Under åren 2000-2001 avslutades MTNR:s geologiska undersökning av 20 områden och samhällen inkluderat de områden människor förflyttades från på grund av bygget. Det fanns enligt undersökningen 2490 små, mellanstora och stora jord/bergkroppar som skulle kunna kollapsa inom reservoarens region. 1627 av dem skulle direkt påverkas av reservoarens hållande vattenmängd och 863 var utspridda i kringliggande områden dit människor förflyttats på grund av TRD. 578 av dessa skulle inte göra någon skada då de skulle dränkas direkt av vattnet i reservoaren. De resterande 1912 behövde vidare utredas huruvida de utgjorde ett hot av större eller mindre karaktär. 1738 av dem behövde sättas under bevakning av ett varningssystem för geologiska skador inom regionen (China Three Gorges Corporation, 2002).

#### 4.2.3 Jordbävningar

De möjliga riskerna för jordbävningar i samband med dammbygget har uppmärksamats av regeringen sedan projektet först kom på tal. Men enligt forskarna är den geologiska strukturen hos berggrunden där dammen är förlagd stabil, och har ingen geologisk bakgrund för att ge upphov till någon allvarlig framtida jordbävning. Jordbävningarna som skulle kunna uppstå har kartlagts och delats upp enligt Richterskalan (China Three Gorges Corporation, 2002) (se bilaga 1).

Mätarna av seismologisk aktivitet i området visar på att risken för jordbävningar kan öka i och med färdigställandet av projektet. Efter att vattennivån stigit i reservoaren är beräkningarna sådana att risken för jordbävningar som skulle kunna uppstå i området inte skulle överstiga klass sex (se bilaga 1). En sådan jordbävning skulle därmed inte göra skada på projektets byggnationer, som är byggda för att klara klass sju. Om en 5-gradig jordbävning orsakad av reservoaren uppstod, skulle en 10-20 km oval zon kring epicentret uppstå, inom vilken befolkningen och miljön skulle kunna ta skada. Inom riszoner för 7-gradiga jordbävningar rekommenderas det att det inte byggs några nya verksamheter för produktion i sluttningar eller på platser där jordskred skulle kunna uppstå. I dessa områden är risken för att det lösa jordtäcknet ska ge vika relativt stor. Dessa områden ligger dock inte i direkt anslutning till dammen (China Three Gorges Corporation, 2002).

## 5. Egen empiri – fallstudie

### *5.1 Primär data: Intervju med Håkan Stille, KTH (frågeformulär, se bilaga 3)*

Håkan Stille, professor i Jord- och bergsmekanik på KTH, var med och arbetade med de stora slussarna 1986-88, på den platsen TRD skulle byggas. Han anser att i och med dammen finns det möjlighet att reglera flödet i floden och på så sätt minska risken för översvämningar både upp- och nedströms (muntlig information, 2010).

Han tror inte att risken för jordbävningar ökar på grund av dämningen. Däremot ändras grundvattensituationen i de befintliga slänterna vilket kan öka risken för jordskred. Angående åtgärder för att undvika detta vet han inte i detalj vad som har gjorts. Men det normala är att befintliga slänter analyseras och där risk föreligger måste det åtgärdas eller slänterna övervakas.

Han kan inte se att en lokal (eller regional) dämning skulle kunna ge globala konsekvenser, utan det är påverkan på närmiljön som blir störst, där känsliga isotoper förekommer. Dessutom kan det lokala vädret påverkas i och med att dammen aldrig töms, eftersom det kan ha för stor negativ påverkan på omgivande miljö. Normalt är dammen helt fylld efter regnperioderna och efter snösmältning.

Att dammen varit ett steg i hållbar utveckling för Kina är han ganska övertygad om. Om man med hållbar utveckling menar att en ny energikälla ersätter fossilt bränsle och ger billig energi till medborgarna. Givetvis är elektricitet framställd med vattenkraft mycket mer miljövänligt än om den har producerats av fossila bränslen sett ur CO<sub>2</sub> utsläpp, anser han, och tillägger att det är helt avgörande för att skapa ett hållbarare samhälle. För Sverige har tillgången på vattenkraft varit en av grundstenarna i vår välfärd.

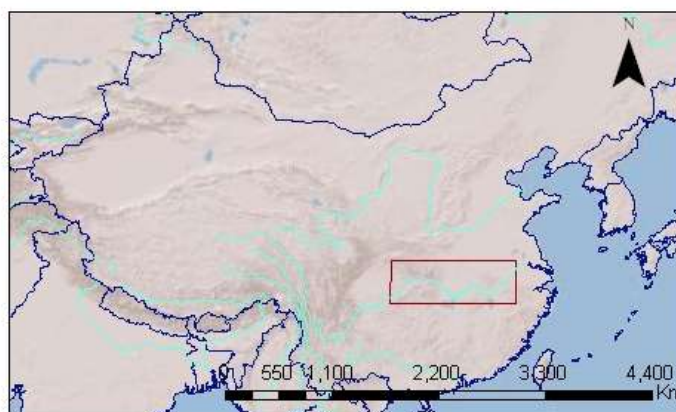
Vad som kommer att hända med dammen i framtiden är det ännu ingen som vet, men Stille poängterar att varje byggnadsverk måste underhållas och skötas om. Alla mekaniska delar som dammluckor, slussarna, turbinerna med mera måste bytas ut med jämna mellanrum. Personligen tror han att den alltid kommer att vara kvar för att kunna reglera flödet i floden och poängterar farorna med stora vattenmassor i höga hastigheter, som var vardag under högvattensäsong innan dammen byggdes. ”När vi var där 1986 såg vi hur en djonk drogs ned av flodens virvlar på någon sekund. Alla på båten drunknade” (Stille, muntlig källa 2010).

### *5.2 Kartering av situationen i de mellersta delarna av Yangtze-floden; empiri byggd på tidigare forskning*

Källa: Esri ArcGIS Online  
samt empiriska data

Koordinatsystem: Web Mercator  
Auxiliary Sphere (WKID 102100)

Av: Caroline Jonsson  
Datum: 2010-06-02



### Teckenförklaring

- Studieområde
- Tre Raviners Damm; dammluckan
- ~ Minskad vattennivå
- ~ Ökad vattennivå
- ~ Oförändrad vattennivå
- ▨ Översvämmat efter byggnationen
- ▨ Översvämmades återkommande innan byggnationen

Figur 6. Karta över situationen i de mellersta delarna av Yangtze-floden idag. Den är gjord efter min egen empiri som jag fått fram genom att sammanställa tidigare forskning och applicera teorierna på TRD. Inga exakta siffror på översvämmade områden finns, utan karteringen är en generalisering byggd på insamlad data över höjd, sedimentation och vattenfloden, som framgår av de olika delarna i kapitel 3 och 4. Områden som riskerar att svämmas över i framtiden finns inte med. Översiktskartan i övre högra hörnet visar området i sitt större sammanhang.

## 6. Analys/Diskussion

Den här uppsatsen har behandlat både de rumsliga och tidsberoende variationerna av förhållandena i de mellersta delarna av Yangtze-floden. Många aspekter fanns att ta med inom utredningen för min frågeställning och verkligheten är mycket mer komplex än vad som framställs här. Validitet och reliabilitet hos de efterforskningar som gjorts är varierande, då forskarna i vissa fall verkar oense. Regeringen verkar också ta lättare på situationen och ibland bortse från de varningstecken forskare gett i sina rapporter och artiklar. Projektets officiella hemsida och fristående forskningsartiklar ger i viss mån motsägelsefulla uppgifter om situationen. Ett tydligt exempel på detta är att projektets officiella hemsida, CTGC, beskriver att 1,3 miljoner människor tvingats flytta, men lyfter bara fram det som ”det största omflyttningsarrangemanget i till följd av ett dammbygge världen”, medan till exempel Bosshard på International Rivers lyfter fram de oerhört negativa sociala aspekterna av detta. Det som är bevisat och som alla inblandade verkar vara överrens om är att de allvarliga översvämningarna i de mellersta delarna av Yangtze-floden har ett samband med distributionen av sedimentavsättningen.

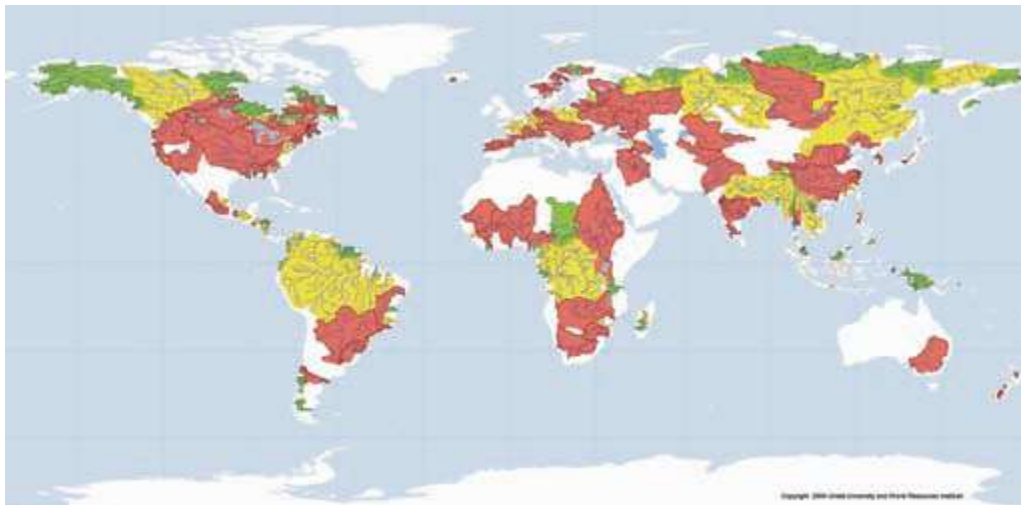
Blev då bygget som man tänkt sig? Har översvämningsriskerna i området ökat eller minskat? Kan bygget ses som lyckat? Det finns både för- och nackdelar med människans påverkan på den naturliga miljön och dessa kan givetvis diskuteras. Å ena sidan bringar dammbygget mer elektricitet till Kinas befolkning och minskar översvämningsriskerna nedströms, å andra sidan har den svämmat över stora arealer i området där den byggts. Det här är ett lokalt ingrepp som fått både regionala och nationella konsekvenser.

I och med projektet har som sagt över en miljon människor tvingats flytta från flodens närområde uppströms till mer höglänt terräng. Vad den ökande markanvändningen i dessa områden, med ett redan tunt jordtäckte, får för konsekvenser för regionen är ännu ovisst. Men att det kan leda till ökad erosion är troligt. För att förstå helheten och kunna förutsäga dammens betydelse för översvämningar i framtiden skulle därför fokus behöva flyttas och vidare undersökningar behöva göras av flodens avrinningsområde och sedimenttransporten i de övre delarna av Yangtze. Att få en förståelse för hur naturliga faktorer hänger ihop och samverkar med mänsklig aktivitet i olika regioner är av stor vikt i utredningar som denna. Extra tydligt blir samförhållandet i områden som det här, kring TRD, där antropogena faktorer som populationstäthet och markanvändning är starkt knutna till nederbörd och höjd över havet.

Anledningen till att uppsatsen har den titeln som det har är för att dammar på många håll har blivit synonymt med hållbar utveckling. Men jag frågar mig efter vad jag har kommit fram till i den här uppsatsen om den utvecklingen alltid är hållbar? Anledningen till att den ses som hållbar är, precis som professor Håkan Stille påpekar, att den klassas som förnyelsebar energikälla. Men de negativa aspekterna kommer sällan fram. I det här arbetet har jag försökt att ge en så objektiv syn som möjligt på dammbygget i Kina och presentera klara fakta om projektet. Men för mig blir det ganska tydligt att projektplanen kanske inte var så genomtänkt som myndigheterna ville få det att framstå. Visst verkar det som att översvämningsriskerna nedströms dammen har minskat, men vilken hänsyn togs till alla de 1,3 miljoner människorna uppströms som behövde flytta? För de människorna betydde inte dammen hållbar utveckling, för dem betydde den en katastrof. För att ett projekt ska få klassas som hållbart måste de positiva konsekvenserna vägas mot de negativa och det måste göras klart att dammen är hållbar utveckling även för de som i det här fallet fick sina hem översvämmade. Som nämndes i kapitel 3.3.3 är anledningen till att markerna i Yangtzes floddal är så bördiga att de årligen svämmas över. För att vidare koppla tillbaka till titeln på uppsatsen om dammen

är hållbar utveckling eller en global katastrof så tänker jag mig därför följande. Kina är en av världens största exportörer av många av våra basråvaror som till exempel ris. Dessa grödor odlas i de bördiga markerna nedströms stora floder som Yangtze. Om vi hindrar dessa jordar från att svämma över räddar vi visst tusentals liv, men sätter vi oss inte i en återvändsgränd, där vi blir av med de naturligt bördiga jordarna och där näringen måste ersättas med konstbevattning och miljöfarliga gödningsmedel?

Situationen kring TRD kan sättas i sitt större sammanhang om den jämförs med andra liknande projekt i andra delar av världen. Figuren nedan visar områden påverkade av dammbyggen i stora floder. De gröna områdena är inte påverkade alls, de gula är måttligt påverkade och de röda är starkt påverkade.



Figur 7. Klassificering av dammar i världens 292 stora flodsystemers påverkan på sin omgivande miljö, med hänsyn till fragmentering och ändring av flödet i genomsnitt. Källa: Nilsson & Reidy, 2006

Figuren visar att frågan om dammars påverkan på sin närliggande miljö är högst global och kan därför kopplas till globalisering. Enligt Nilsson & Reidy (2006) konstruerades som mest dammar under 70-talet och det var också då som globalisering som term började användas och ses som något framskridande (Murray, 2006). Globalisering betydde då, och betyder idag, en krympande värld med snabb utveckling av städer och ett hela tiden ökande behov av energi. Bygandet av stora dammar går därför naturligt hand i hand med globaliseringen och på samma sätt som att det inte finns några landområden som är helt opåverkade av människa så finns det knappt heller några vattendrag som är det.

Återigen väcks därför frågan vad som är positivt och vad som är negativt i ett sådant här sammanhang, och vad som är hållbar utveckling och inte. Tillbaka till studieområdet, är det inte så att översvämningarna redan ökat i och med att så stor landareal lagts under vatten i och med själva bygget? För det första, en jordbävning som orsakas av vattentrycket i reservoaren skulle både direkt och indirekt kunna leda till översvämningar i området. Det kan därför ses som lite vanskligt att påstå att översvämningensriskerna i området har minskat, då riskerna för jordbävningar har ökat (även om den risken enligt forskarna är liten). De enorma vattenmassor som hålls i reservoaren skulle förstås svämma över om jorden under den rörde på sig. För det andra är stora områden av Kinas bördigaste jordbruksmark nu täckt av vatten och miljontals människor har tvingats flytta uppströms dammen för att förhindra översvämningar nedströms. För mig är det en paradox som inte går ihop. Indirekt har människors liv tagits ifrån dem i och med bygget, för att bygget ska rädda livet på andra människor direkt. Eller?

## 7. Slutsats

Min frågeställning i den här uppsatsen var: Har översvämningsriskerna i området kring Tre Raviners Damm i Kina ökat eller minskat i och med dammbygget?

Min slutsats är inte enhetlig med tanke på att dammen färdigställdes så nyligen. Därför har det inte gått att komma fram till något konkret svar på min frågeställning. Däremot kan en del mindre slutsatser dras som byggs på de bakgrundsfrågor jag använt mig av i arbetet. De är att:

1. Vattennivån minskat direkt nedströms dammen, men att en bit nedströms förblir nivån densamma. Allvarliga översvämningsrisker nedströms kommer med stor sannolikhet att lindras i viss mån.
2. Det finns en risk för att områdena direkt ovan dammen kommer att svämma över i framtiden, då sedimentlagren som ansamlas där blir större och större och därmed höjer vattennivån. Ju högre sedimentation, desto högre vattenflöde och desto värre översvämningsrisker.
3. Områdena direkt ovan dammen har redan svämmat över i och med själva bygget och har tvingat 1,3 miljoner människor att flytta till mer höglänt terräng.
4. Att dammen skulle trigga en jordbävning så kraftig att dammen svämmade över är inte sannolikt men kan inte heller uteslutas.
5. Dammen riskerar med största sannolikhet att ge upphov till massrörelser i närbelägna områden och dessa skulle kunna ge upphov till lokala översvämningsrisker på motsatt strandsida av floden.

## Källförteckning

### Tryckta källor

Brismar, Anna, 2003: *Environmental Considerations in the Planning of Large Dam Projects*. Linköping Studies in Arts and Science, No. 272

Christopherson, W Robert, 2009: *Geosystems, An Introduction to Physical Geography*, 7<sup>th</sup> edition. Pearson Education International

Goudie, Andrew, 2006: *The Human Impact on the Natural Environment*, 6<sup>th</sup> edition. Blackwell Publishing

Higgit, D, L & Lu, X, X, 2001: Sediment delivery to the three gorges: 1. Catchment controls. *Science Direct – Geomorphology*, Vol 41, Issues 2-3, Pages 143-156

Johansson, Stefan, 2006: Tre Raviner: Världens största vattenkraftverk. *Allt om Vetenskap*, 2006-10-17

Mason, Roger, 1999: The Three Gorges Dam of the Yangtze River, China: engineering geology in China. *Geology Today*, Blackwell Science Ltd, January-February Issue

Massarsch, K Rainer, 2006: Dams for flood and storm surge protection. Ur: Johansson, Birgitta och Sellberg Björn, 2006: *Dams under debate*. Elanders Gotab

Murray, Warwick E, 2006: *Geographies of Globalization*. Routledge Taylor & Francis Group

Nilsson, Christer & Reidy, A Cathy, 2006: *Dams in the world*. Ur: Johansson, Birgitta och Sellberg Björn, 2006: *Dams under debate*. Elanders Gotab

Stille, Håkan et al., 2006: *Dams for power generation*. Ur: Johansson, Birgitta och Sellberg Björn, 2006: *Dams under debate*. Elanders Gotab

Stone, Richard, 2008: Three Gorges Damm, into the unknown. *Science*, Vol 321, Pages 628-632

Svensson, Torbjörn, 2006: *Flood mitigation – flood protection*. Ur: Johansson, Birgitta och Sellberg Björn, 2006: *Dams under debate*. Elanders Gotab

Yang, Shi-lun et.al, 2002: Temporal variation in the sediment load of the Yangtze river and the influences of human activities. *Journal of Hydrology*, Vol. 263, Pages 56-71

Yitian, Li et al., 2009: Channel Degradation Downstream from the Three Gorges Project and Its Impacts on Flood Level. *Journal of Hydraulic Engineering*, Vol 135, Issue 9, Pages 718-728

## **Elektroniska källor**

Bosshard, Peter: Three Gorges Dam. (16.5.2010)

<http://www.internationalrivers.org/en/china/three-gorges-dam>

China Three Gorges Corporation (CTGC), 2002: Official website of the Three Gorges Project (8.5.2010.)

<http://www.ctgpc.com/index.php>

Fei, Xin, 2007: Kinesiska myndigheter erkänner problem med de Tre Raviners Damm

<http://www.epochtimes.se/articles/2007/10/06/13257.html>

Ny Teknik, Karlberg, Lars Anders, 2007: Nya problem i raviner tvingar bort miljontals kineser (10.5.2010)

[http://www.nyteknik.se/nyheter/energi\\_miljo/vattenkraft/article51459.ece](http://www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/vattenkraft/article51459.ece)

## **Övriga källor**

Stille, Håkan, 2010: (muntlig information, 25.5.2010.) Telefonsamtal och mailintervju

Bilder på försättsbladet:

China Three Gorges Corporation (CTGC), 2002: Official website of the Three Gorges Project (1.6.2010)

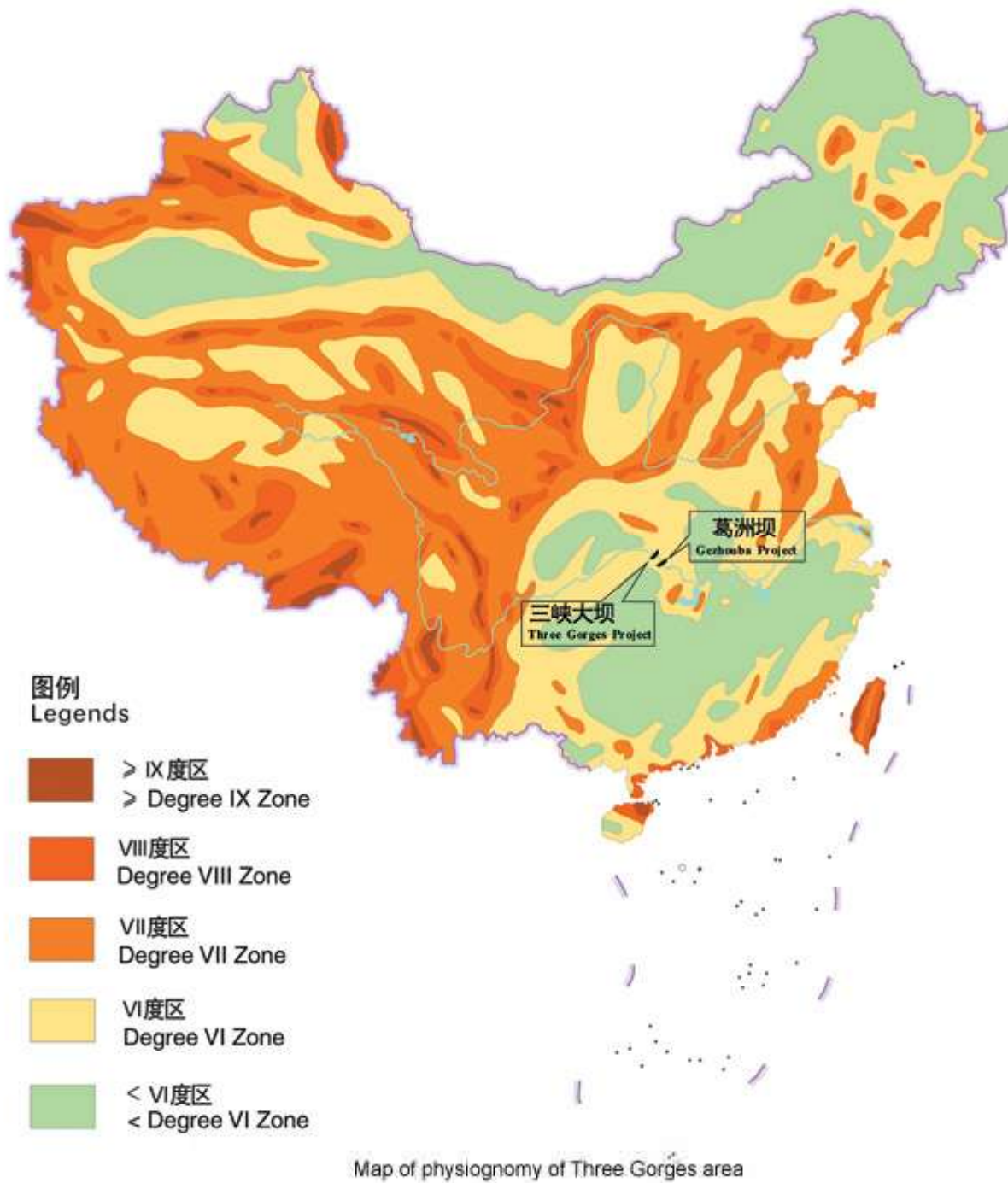
[http://www.ctgpc.com/introduction/introduction\\_a.php](http://www.ctgpc.com/introduction/introduction_a.php)

Cnet News, 2010: Photos: China's Three Gorges Dam (1.6.2010)

[http://news.cnet.com/2300-13840\\_3-6219797.html](http://news.cnet.com/2300-13840_3-6219797.html)

## 9. Bilagor

### Bilaga 1.



Geologisk kartläggning av jordbävningens riskerna efter dammens färdigställande, legenden i Richterskalan. Källa: CTGC, 2002

Bilaga 2.



Dammens utveckling under byggnationen. A: 1997, B: 1998, C: 2000, D: 2002, E: 2003.

Källa: CTGC, 2002

Bilaga 3.

Frågeformulär, Tre Raviners Damm

Uppsatsarbete i Geografi

Stockholms Universitet

2010-05-23

Intervjuas: Håkan Stille, professor i Jord- och bergsmekanik vid KTH

Intervjuare: Caroline Jonsson

- 1. Hur har risken för översvämningar i området förändrats i och med bygget? Om de har ökat eller minskar, var och varför just där? Uppströms eller nedströms?**
- 2. Vilka faktorer tas med när översvämningsrisker mäts? Tas hänsyn till t. ex en ökad risk för jordbävningar och jordskred? I en sådan kartläggning, vilken hänsyn tas till området uppströms, som redan svämmat över i och med bygget?**
- 3. Skulle ett sådant här ingrepp på lokal/regional nivå kunna få globala konsekvenser? I så fall hur och varför?**
- 4. Finns det några nackdelar med en sådan här påverkan på den naturliga miljön? I så fall hur, vad och varför?**
- 5. Hur fungerar dammen konkret över året? När är den fylld? Är den någon gång tom? Vilken är dess lägstanivå?**
- 6. Kan dammen klassas som ett steg i hållbar utveckling för Kina? Hur definieras hållbar utveckling i det sammanhanget?**
- 7. Vad händer med dammen i framtiden? Kommer den stå kvar som den är eller byggas om?**