

# En ulv i fårakläder?

Vattenkraft och växthusgaser



Göran Eklöf



**En ulv i fårkläder?** – Vattenkraft och växthusgaser

**Författare:** Göran Eklöf

**Tryck:** EO AB, Stockholm 2006

**Utgivare:**

Svenska Naturskyddsföreningen, Box 4625, 116 91 Stockholm

Tel. 08-702 65 00. Fax. 08-702 08 55. E-post: [info@snf.se](mailto:info@snf.se). Web: [www.snf.se](http://www.snf.se)

ISBN: 91 558 79 314

Producerad med ekonomiskt stöd från Sida. Sida har ej medverkat i utformningen av publikationen och tar ej ställning till de åsikter som framförs.

# FÖRORD

Inför kommande energiomställning för att hantera klimatförändringarna reses krav på en omfattande utbyggnad av ny vattenkraft både i Sverige och globalt för att tillgodose kommande energibehov utan att späda på den globala uppvärmningen. Vattenkraftens negativa sociala och miljömässiga konsekvenser i form av t.ex. folkomflyttningar och förstörda sötvattensekosystem anses då mer eller mindre vägas upp av att denna energikälla inte genererar några växthusgaser.

Dock har på senare år flera vetenskapliga studier visat att de utsläpp av växthusgaser som vattenkraften orsakar är större än vad tidigare förmodats och allt annat än försumbara när för- och nackdelar ska vägas mot andra energislag.

Svenska Naturskyddsföreningen anser att i dessa dagar, då klimatfrågorna står alltmer i fokus och det förs en livlig diskussion om olika alternativ till fossila bränslen, är det viktigt att alla konsekvenser av användning av olika energislag ärligt redovisas. Särskilt när det gäller utsläppshandeln är det av allra största vikt att vattenkraftens klimatpåverkan beaktas fullt ut. Att inte göra det skulle nämligen innebära att man låter en köpare av utsläppsrätter öka sina utsläpp, utan att det motsvaras av en lika stor minskning i andra änden.

En bra modell för att bedöma climateffekterna av ett vattenkraftprojekt har angivits i World Commission on Dams slutrapport "Dams and Development", guideline nummer 8 "Greenhouse Gas Emissions". Denna analysmodell borde ingå i alla beslutsprocesser inför svenska engagemang vid vattenkraftprojekt i tredje världen liksom i beräkningar av nettoutsläpp växthusgaser vid eventuell utbyggnad av Sveriges nationalälvar.

Svenska Naturskyddsföreningen har bett konsulten Göran Eklöf göra en analys av aktuella studier av vattenkraftens växthusgasutsläpp och hur dessa erfarenheter tagits till vara av olika aktörer. Vi hoppas att rapporten kan bidra till en fördjupad debatt om vattenkraftens plats i framtida hållbara energisystem.

*Svante Axelsson*  
Generalsekreterare  
Svenska Naturskyddsföreningen

# INLEDNING

Vattenkraften beskrivs vanligen som en energikälla som inte orsakar några utsläpp av växthusgaser, och därmed inte heller har någon negativ påverkan på jordens klimat. Den uppfattningen var länge också helt dominerande bland forskare och experter. Först 1993 publicerades en artikel som på allvar varnade för att utsläppen av växthusgaser från vattenkraftverk kunde vara betydande.

Sedan dess har flera vetenskapliga studier på ett övertygande sätt visat att de utsläpp av växthusgaser som vattenkraften genererar ibland till och med är större än vad som skulle ha blivit resultatet om samma mängd energi hade producerats i kraftverk som eldas med kol eller olja. I ett extremt fall beräknas utsläppen vara mer än 50 gånger större än så.

Denna rapport ger först en övergripande beskrivning av hur det kommer sig att vattenkraften över huvud taget genererar växthusgaser. Därefter presenteras det aktuella forskningsläget i olika världsdelar, med ett särskilt avsnitt om Sverige. Slutligen ges några exempel på hur den växande insikten om vattenkraftens klimatpåverkan hanteras – eller ibland ignoreras – av några olika institutioner och klimatpolitiska verktyg.

## Hur kan vattenkraftverk producera växthusgaser?

Trots att det senare har visat sig att det i första hand är dammar i tropiska områden som kan utgöra betydande källor för växthusgaser, så var det en analys av förhållandena i Kanada som låg bakom den första larmsignalen. Det som av många författare anges som den första vetenskapliga artikel som uppmärksammade problemet, "*Are hydroelectric reservoirs significant sources of greenhouse gases?*", publicerades 1993 i den svenska Vetenskapsakademins tidskrift *Ambio*.

En grupp kanadensiska forskare hade jämfört metanproduktionen i en damm som hade översvämmat en skog med förhållandena i en naturlig sjö. Mätningarna visade en kraftigt förhöjd produktion av metan i de vattenlager där nedbrytningen av skogen ägde rum. Forskarna hade också visat att gammal lagrad torv i mossar som ställts under vatten bröts ner, istället för att ny torv ackumulerades. Inlandsskogar och torvmossar är två av de marktyperna i de områden där Kanadas 20 000 km<sup>2</sup> vattenkraftsreservoarer är belägna, och där nya byggs.

Med utgångspunkt i sina data uppskattade forskarna att nya reservoarer avger i genomsnitt 430-690 g CO<sub>2</sub> per m<sup>2</sup> vattenyta under de första 50 åren, varefter merparten av nedbrytningen antogs vara avslutad. Samtidigt betonade de att de till "sjöar" omvandlade landområdena även fortsättningsvis skulle komma att avge mer växthusgaser än de skogs- och mossmarker som de hade ersatt. Preliminära mätningar vid en kanadensisk reservoar och två sjöar bekräftade att reservoaren avgav mer CO<sub>2</sub> och metan än sjöarna.

Forskarna beräknade också nettoutsläppen av växthusgaser per kilowattimme producerad el vid två vattenkraftverk – ett med en hög och ett med en låg elproduktion i förhållande till reservoarens yta. Utsläppen från den senare dammen uppskattades motsvara 300 till 500 g CO<sub>2</sub> per kWh el. Det är i samma storleksordning som för el som produceras i fossileldade kraftverk. Utsläppen från den andra dammen beräknades vara ungefär en tiondel så stora.

Även om en del detaljer modifierats till följd av de gånga årens forskning och debatt, så illustrerar detta första kanadensiska exempel huvuddragen i problematiken.

De läsare som inte är bekanta med hur växthuseffekten och kolflödena i naturen fungerar, rekommenderas att först läsa följande bakgrundsruta.

## Bakgrund: Växthusgaserna i naturliga kretslopp

Växthusgaser kallas gaser som kan absorbera den värme som reflekteras tillbaka från jordytan efter att den värmts upp av solen. Värmebalansen på jorden är beroende på vilka halter av dessa gaser som atmosfären innehåller. Om halterna ökar, så får vi det som kallas global uppvärmning, eller ofta i dagligt tal växthuseffekten (men växthuseffekten är egentligen mekanismen, inte resultatet).

Det är främst tre naturliga gaser som diskuteras i klimatdebatten: koldioxid ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ) och lustgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Vattenånga är också en betydande växthusgas, men av mindre intresse i debatten eftersom människans förmåga att direkt påverka halterna av vattenånga i atmosfären är små (indirekt kan de däremot komma att påverkas till följd av klimatförändringarna själva). Därutöver finns det några kraftiga växthusgaser som människan tillverkar.<sup>1</sup>

Koldioxid och metan innehåller båda kol. Kolatomer är den viktigaste byggstenen i allt levande och organiskt material. Atmosfären innehåller ca 750 gigaton (Gt, miljarder ton) kol, nästan lika mycket är bundet i markens växter, och dubbelt så mycket i jordlagren. De största reservoarerna, nästan 40 000 Gt, finns i världshaven. Omkring 5 000 Gt kol finns bundet i geologiska lager.

Atmosfärens kol binds i organiskt material huvudsakligen genom växternas fotosyntes, och avges igen när döda växter och djur bryts ned. Om nedbrytningen sker i miljöer där det finns syre så återförs kolet som koldioxid, men under syrefria förhållanden (exempelvis nere i torvmossar och på vissa sjöbottnar) så bildas istället metan.

Vissa ekosystem är också betydande naturliga källor till lustgas, som är en ca 300 gånger kraftigare växthusgas än koldioxid. Dit hör bland annat tropiska skogar (men också utdikad skog i exempelvis Sverige), våtmarker i floddalar och flodmyningar.

För att kunna jämföra den växthuseffekt som de olika gaserna orsakar så brukar man räkna om den till koldioxidekvivalenter. Eftersom ett kilo metan anses orsaka 21 gånger mer växthuseffekt än ett kilo koldioxid i ett hundra års perspektiv så räknas ett kilo metan om till 21 kilo  $\text{CO}_2$ -ekvivalenter. Ett kilo lustgas motsvarar ca 300 kilo  $\text{CO}_2$ .

Eftersom olika natur- och vegetationstyper tar upp, producerar, lagrar och avger dessa gaser i olika takt, så innebär förändringar i vegetation och markanvändning att balansen i utbytet mellan atmosfären och biosfären förändras. Ändrad markanvändning ligger bakom en tredjedel av de utsläpp av kol till atmosfären som människan hittills har orsakat (omkring 135 av 405 Gt).

Ekosystem som fångar upp mer växthusgaser än de avger kallas sänkor. Om de avger ett överskott av växthusgaser kallas de källor. Ekosystem vars upptag och utsläpp är mer eller mindre i balans kan betraktas som kollager.

Mycket grovt förenklat fungerar skogar som permanenta lager för kol så länge de inte avverkas eller brinner. Utsläpp och upptag av växthusgaser är ungefär i balans. Torvmossar kan fungera som sänkor, lager eller källor beroende på balansen mellan det kol som binds i den ackumulerade torven och den kraftigare växthuseffekten från det metan (sumpgas) som bildas i mossen. Sjöar fungerar ofta som källor, till följd av att organiskt material som tillförs från avrinningsområde bryts ner i det stillastående vattnet.

<sup>1</sup> De övriga växthusgaser som nämns i klimatkonventionen är fluorkolväten (HFC), perfluorkolväten (PFC) och svavelhexafluorid ( $\text{SF}_6$ ).

### Dammar som källor till växthusgaser

När ett vattenkraftverk byggs bildas vanligen en reservoar uppströms från dammen (undantaget är så kallade strömkraftverk, på engelska *run-of-the-river*). Reservoaren har den dubbla funktionen att lagra vatten till de tidpunkter då elektriciteten behövs, och att öka vattnets fallhöjd för att därmed få ut högre elektrisk effekt.

När dammen fylls omvandlas tidigare vattendrag och våtmarker till sjöar, och torr mark ställs under vatten. Topografin i kombination med dammens höjd avgör hur stora arealer som berörs.

Överdämningen av skog och annan vegetation är den viktigaste orsaken till att dammar producerar växthusgaser. Växtligheten kommer förr eller senare att brytas ner under vattnet, och det kol som tidigare funnits lagrat i växterna frigörs. Men för att avgöra vilken påverkan en damm har på klimatet så räcker det inte med att mäta och beräkna avdunstningen av växthusgaser som bildas genom dessa processer. Det finns flera ytterligare faktorer att beakta:

- För det första så tar av alla typer av ekosystem upp – och avger – växthusgaser i olika takt. Det enda relevanta måttet på climateffekten av ett dammbygge är därför hur nettoutsläppet eller nettoupptaget förändras av projektet. Därför måste man också beräkna och dra bort tillskottet eller upptaget av växthusgaser från de ekosystem som försvinner. I de fall då permanenta kolsänkor – t ex växande skog – ersätts med dammar som är permanenta källor till växthusgaser, så betyder det att nettoeffekten är större än bruttoutsläppen av växthusgaser från dammarna.
- För det andra så är en damm ständigt i kontakt med ekosystem både uppströms och nedströms. Nytt organiskt material tillförs via floder, bäckar och ytavrinning. Det vatten som släpps vidare från dammen innehåller förutom organiskt material även lösta gaser som har bildats genom den nedbrytning som ägt rum i sjön. Därför måste man beräkna den samlade klimatpåverkan av en vattenkraftsdamm på hela avrinningsområdet (från de områden där vattnet först faller som nederbörd och, i princip, ända ut till havet).

### Jämförelser mellan vattenkraft och andra energikällor

För att kunna jämföra klimatpåverkan av ett vattenkraftverk med effekterna av andra energikällor måste utsläppen av växthusgaser per producerad energienhet beräknas. De energikällor som är mest relevanta att jämföra med när man bedömer klimatpåverkan är el producerad med fossila bränslen. Kolkraftverk ligger då i topp med utsläppen på mellan 800 och 1300 g CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per kWh, beroende på vilken typ av kol och anläggning som används. Olja och diesel ligger i spannet 550-880 g per kWh, medan fossilgas (naturgas) som bränns i moderna verk kan ge utsläpp som ligger gott och väl under 400 g CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

Det mest extrema värdet som beräknats för ett vattenkraftverk gäller Balbina-dammen i Brasilien, som tros ge upphov till mer över 7 000 g CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per kWh. Beräkningar gjorda på svenska dammar ligger i andra änden av spektrumet, med CO<sub>2</sub>-utsläpp (metan anses inte ge något tillskott under svenska förhållanden) som är mindre än en tusendel så stora, under 5 g per kWh. Vilka faktorer som ligger bakom de stora skillnaderna, och hur effekterna av ett enskilt kraftverk kan förutses, diskuteras i nästa avsnitt.



















