



# Varför är elektricitet så dyr?

**Ett fundamentalt feltänk?**

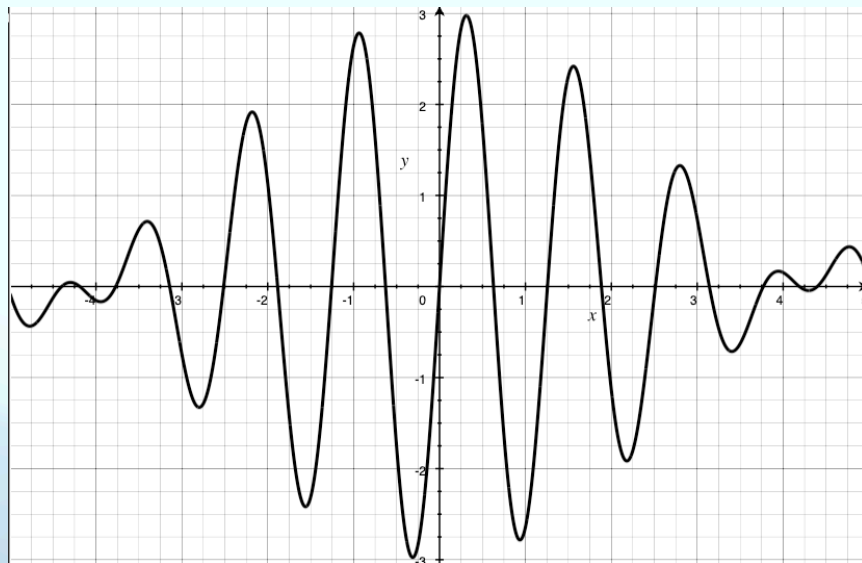
Per Flensburg Vetenskapsfestival 2024

## Frekvens och förbrukning

- All ström måste förbrukas i samma ögonblick som den produceras
- I annat fall blir det förändring i frekvensen.
- Om det produceras mer el än vad som används blir frekvensen högre än 50 Hz. Om det används mer el än vad som produceras blir frekvensen lägre än 50 Hz.
- Är frekvensen inte exakt densamma för alla strömproducenter tappar nätet effekt med jämna mellanrum p g a interferens
- I kärnkraftverken och de stora vattenkraftverken genereras strömmen av stora generatorer med tunga svänghjul. De håller frekvensen stabil även om energitillförseln varierar.
- Vindkraftverk och framförallt solceller har inte denna möjlighet. Då får man lagra ström eller hämta ström från lagret, t ex ett batteri

## Vikten av samma frekvens

$Y = \sin(5x)$   
 $Y = \sin(5,5x)$   
 $Y = \sin(4,5x)$   
Sammanlagt



## Överföringskapacitet

- Om man leder för mycket elektricitet genom en tråd så brinner den upp.
- Varje ledning har därför en begränsad kapacitet.
- Den mesta elen produceras i norr men förbrukningen är högst i söder
- Ledningarna från norr klarar inte av att överföra all el som behövs i söder
- Därför importeras ibland el från kontinenten
- Men vi exporterar ännu mer el utomlands, främst till de nordiska länderna.

# Historia

## Olidan

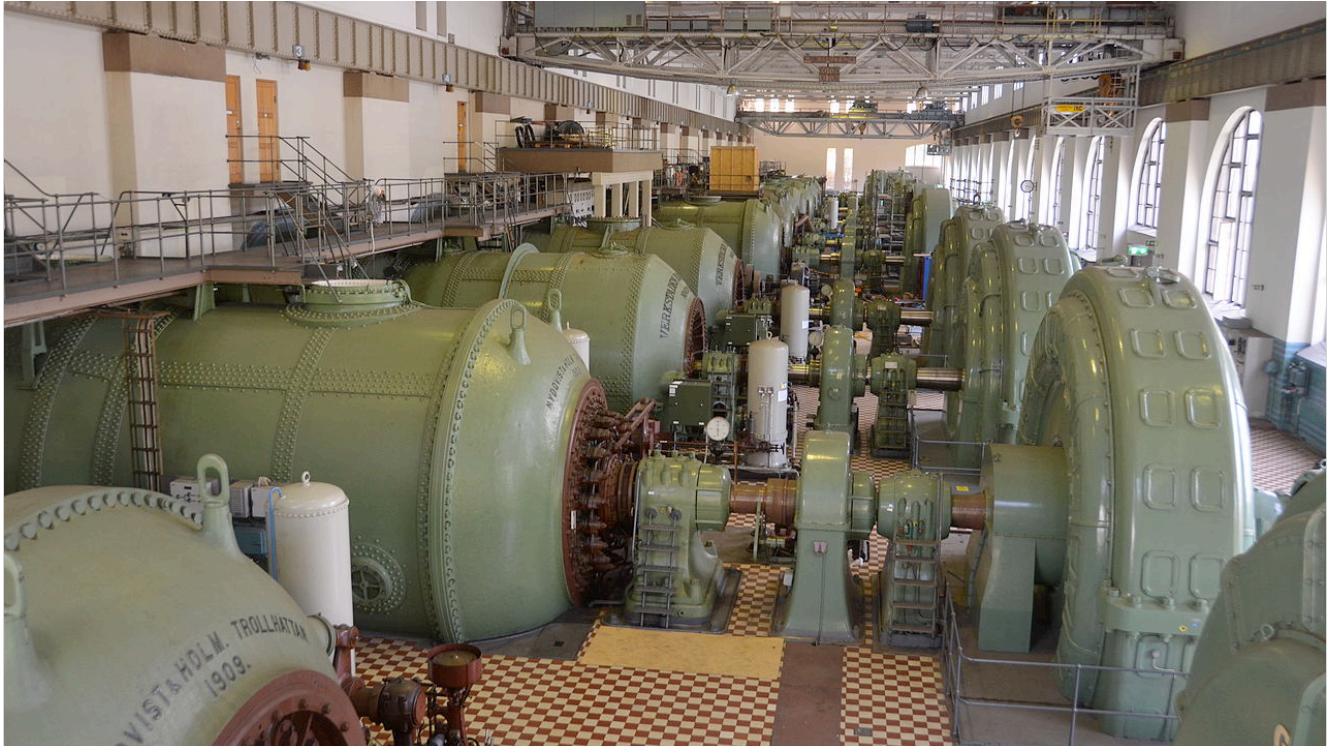
- 1905 köpte staten företaget Nya Trollhätte Kanalbolag som omvandlades till ett statligt verk. Företaget ombildades igen 1909 och fick namnet Kungliga Vattenfallsstyrelsen som började bygga Olidans kraftstation 1909
- Kraftverket Olidan var svenska statens första vattenkraftprojekt. Det fanns dock en oro för att det inte skulle finnas avsättning för all el som producerades.

# Olidan

- För staten blev Olidestationen en teknisk och affärsmässig framgång. Staten bestämde sig därför att i framtiden själv äga vattenkraftverken och producera el. Inte arrendera ut fallrättigheterna till andra aktörer, som tidigare hade diskuterats.
- Olidan är fortfarande i drift och har idag 13 turbiner







# Historia 1910-1996

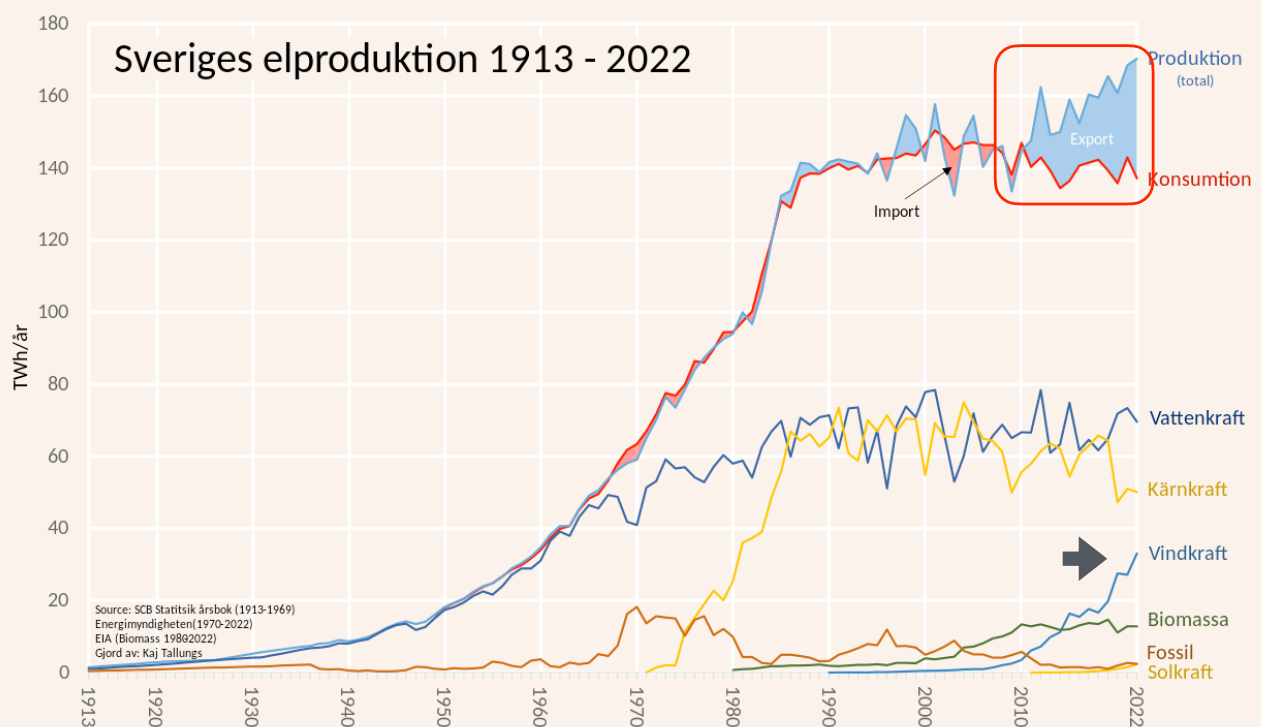
- Sveriges elförbrukning fördubblades vart 12:e år mellan 20- och 90-talet.
- Ett antal kraftbolag, i huvudsak offentligt ägda, ingick ett samarbetsavtal, som skulle säkra Sveriges elförsörjning för all framtid.
- Vattenfall satte priserna och de andra följde efter. Målet var billig och säker el till samhället.
- Eftersom de flesta av kraftverken var offentligt ägda, fanns det inget vinstbehov. **Elen sågs inte som en handelsvara utan var en gemensam samhällsnytta.**
- Detta synsätt gällde ända fram till 1996. Förutom norrlandsälvarna byggdes 12 kärnkraftverk i södra Sverige. Vattenfall badade i el och direktverkande el var standard i nyproducerade hus. Billig och säker el var en självklarhet och det fanns dessutom ett 10-tal reservkraftverk startklara i södra och mellersta Sverige. Kostnaden för dessa delades mellan elbolagen.
- I början av 90-talet gick Sverige in i en ekonomisk kris och New Public Management (NPM) lanserades. Man försökte komma ur finanskrisen genom att reducera kostnader genom privatisering och konkurrens på en fri marknad.

# Elbolagen

- Vattenfall ville bli ett statligt bolag för att kunna expandera på den europeiska marknaden och dra in massor av miljarder till staten. 1992 bolagiserades Vattenfall 1992 och etablerade de sig på den europeiska marknaden
- Elpriset sjönk också de första åren efter avregleringen. Därefter höjdes det igen, delvis på grund av ofyllda vattenmagasin. Sveriges Radio avslöjade år 2000 att Vattenfall, Eon och Fortum medvetet drog ner produktionen i kärnkraftverken för att skapa elbrist och höjda priser
- NPM och EU krävde fri konkurrens och avreglering och 1996 avreglerades den svenska elmarknaden. Man tänkte att på så sätt skulle billig el kunna handlas fritt i Norden.
- **Men elen gick därmed från att vara samhällsnytta till handelsvara** och elbolagen slutade att se helheten. Detta fick konsekvenser. De 10 reservkraftverken lades snabbt ner eftersom de inte genererade någon vinst. 1999 var 8 nerlagda, motsvarande 10% av Sveriges samlade elproduktion.

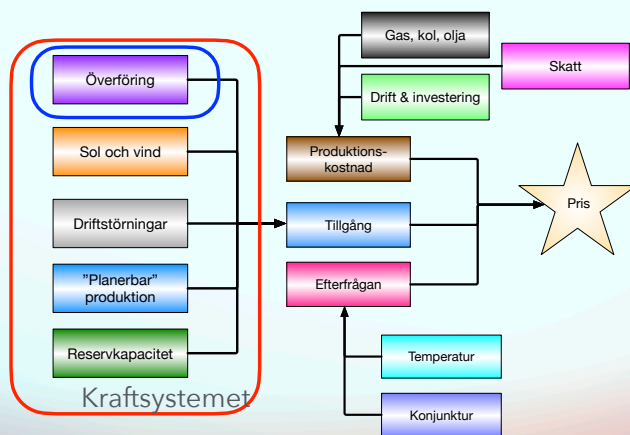
# Kärnkraft

- I samband med kärnkraftshaverierna i Harrisburg och Tjernobyl ställdes större och större krav på kärnkraftens säkerhet. Detta krävde stora investeringar. Dessutom höjdes skatterna på kärnkraftsproducerad el. Och Danmark klagade på att Barsebäck låg för nära Danmark. Allt detta ledde till att sex kärnkraftsreaktorer blev nerlagda mellan åren 1999 och 2020.





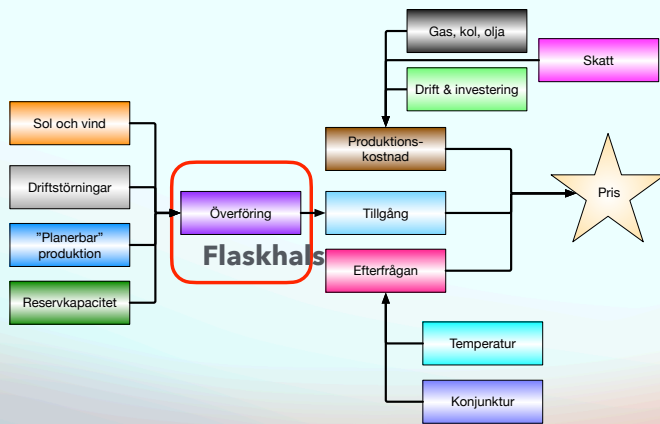
# Pris och prissättning



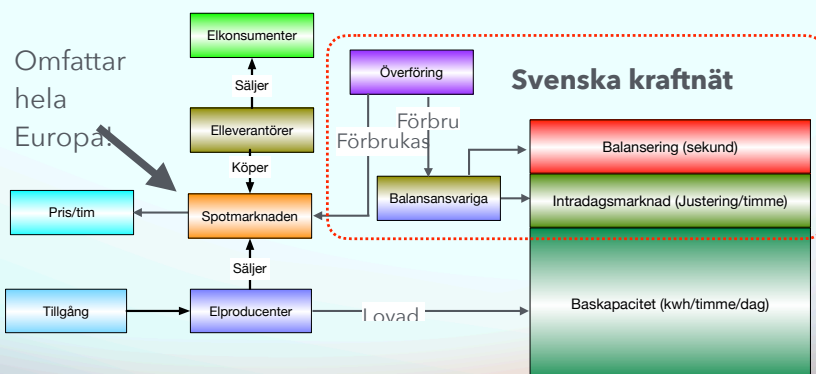
Så här tänker  
~~politikerna~~  
~~ekonomerna~~  
att marknaden  
det fungerar



## Så här fungerar det i själva verket!



## Elhandel



# Balansering

- När en obalans sker i nätet aktiveras balansjämnarna. Störningar kan till exempel uppstå vid plötsliga förändringar i vädret som påverkar elproduktionen eller kärnkraftproblem
- Balansjämnarna består främst av vattenkraft, vindkraft och batterier. Det är alltså allt från stora energiproducenter till privatpersoner med hembatterier som hjälper till att hålla vårt nät i balans.

# Förändring i balanseringen

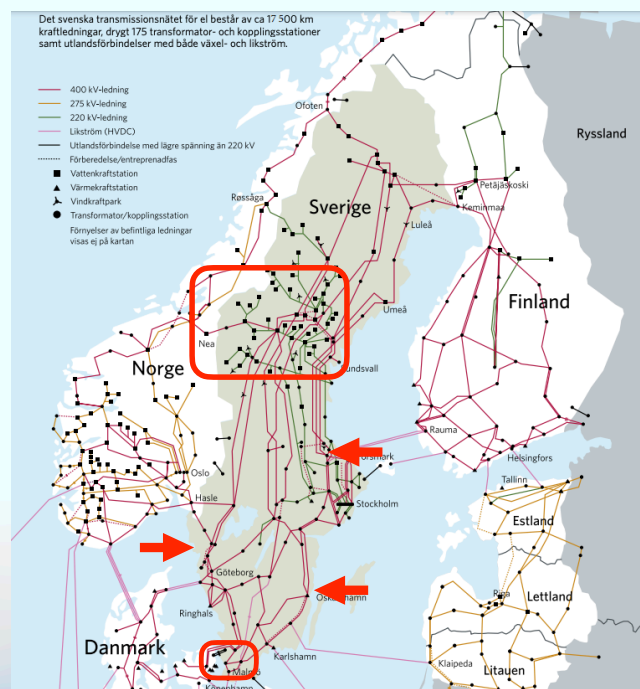
- Omfattande förändringar i konsumtionsmönster, lägre andel planerbar elproduktion och mer gränsöverskridande elöverföring orsakar snabba och stora förändringar av kraftflöden. Detta har stor inverkan på det nordiska kraftsystemets fysik, vilket gör balansering mer utmanande.
- Samtidigt införs ny EU-lagstiftning med syfte att skapa en inre marknad för el. Lagstiftningen reglerar hur kraftsystemet ska balanseras och styr utvecklingen av en ny balanseringsprocess.

# Effekt - energi, Import - export

- Energi mäts i Kwh men effekt mäts i Kw.
- Energi är produktion över tid medan effekt är momentan produktion
- Sverige producerar mycket mer el än vad vi förbrukar. I själva verket är vi en av Europas största exportörer av elektricitet. Men ibland, speciellt mulna, kalla, vindstilla dagar då något eller några kärnkraftverk står still, förbrukar vi mer el än vi producerar, speciellt i Skåne
- Enligt energimyndigheten importerade 2021 Sverige 8,3 TWh och exporterade 33,9 TWh
- I september 22 importerade vi 160 GWh men exporterade 2 714 GWh

## Överföring

- Sveriges elnät består av transmissionsnät, distributionsnät samt utlandsförbindelser.
- Från 2016 till 2020 har den genomsnittliga överföringskapaciteten till elområde Malmö (SE4) minskat från 91 procent till 78 procent.
- Under perioder sommaren 2020 och 2021 har södra Sverige inte kunnat försörjas av norra Sverige, trots att el funnits i överflöd. Dessutom har möjligheten till export och import periodvis begränsats kraftigt eller helt.



# Ukraina

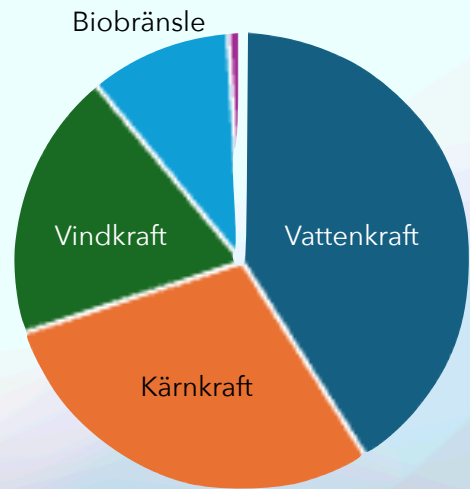
## Gas från Ryssland

- Mycken el på kontinenten produceras av gasdrivna turbiner
- Gasen köptes billigt från Ryssland
- I samband med kriget i Ukraina infördes bojkott mot rysk naturgas
- Det medförde att priset på gas steg och därmed också kostnaden för att producera el
- Det var torka i Italien sommaren 2022 vilket medförde lågt vattenstånd och Italien måste importera massor av el
- I december 2022 var en massa kärnkraftverk ur drift i Frankrike, som från att vara en av de största elexportörerna nu blev elimportör
- Elpriset steg därför i hela Europa eftersom elnäten är sammankopplade
- Detta får en mängd konsekvenser



## Märkligt förhållande

- Elpriserna rusar i höjden och vi hotas av minst dubbla elkostnader. Men det är något märkligt med detta. Sveriges el produceras av vind, sol, vatten och kärnkraft. Det kostar lika mycket oavsett priset på kontinenten. Hur kan avstängning av ryska gasleveranser, torka i Italien och kärnkraftverk i Frankrike påverka våra kraftpriser?



## Elområden

- Sverige är sedan 2011 indelat i 4 olika elområden, med begränsad överföringskapacitet mellan dem. Norra Sverige har vattenkraft och södra Sverige kärnkraft. Men kärnkraften har börjat avvecklas. Efterfrågan på el är stor i södra Sverige för det bor många människor där. Därför måste man i syd importera el när lokal produktion och överföring inte räcker till. Södra Sverige är sammankopplat med många länder som har högre priser och det driver upp priset på el.
- Detta får konsekvenser. Elpriset i Sverige var 2021 i elområde 3 i genomsnitt 0,31 kr/Kwh, men 2022 låg det på 1,41 kr/Kwh. Kostnaden för att framställa el är ungefär densamma eftersom vi använder väldigt lite kol, olja och gas. Om vi gör ett förenklat antagande och antar att dessa siffror gäller för hela landet så betalar de svenska elkonsumenterna ett överpris på ca 183 miljarder. Dessa pengarna går direkt in i elproducenternas kassa! Och det är vi elkonsumenter som får betala.
- Statens budget 2024: 1332 miljarder

# Övervinsterna?

- Det finns förslag om att dessa övervinster inte ska tillåtas utan på något vis komma konsumenterna tillgodo. Vi fick ju också återbäring 2023
- De som producerar el baserat på gas har dock ökade kostnader, för det är ju de som driver priserna i takt med att det blir brist på gas.
- På spotmarknaden bortser man från hur elen producerats

Hur lösa problemen?

# Lösningar

- I princip två sätt
  - Central lagring av el
  - Lokal produktion med lagring
- Sätt som inte fungerar
  - Producera mer el med kärnkraft
    - Tar lång tid att bygga
    - Modulära verk oprövade
    - Kommunalt veto
    - Kräver statliga subventioner
  - Bygga ut överföringskapacitet
    - Långdragna tillståndsprocesser

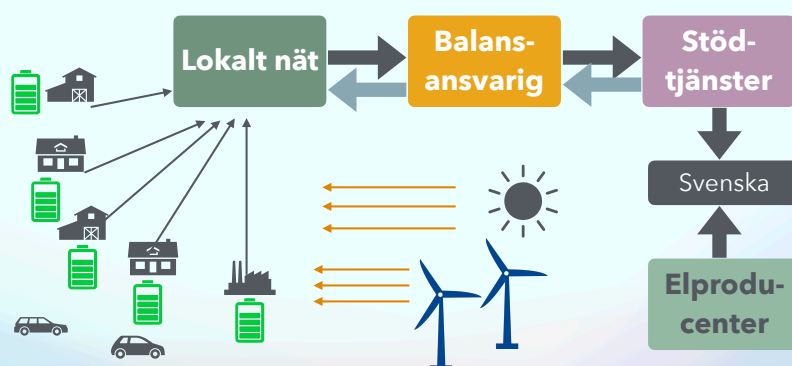
# Lagring av el

Lagringssätt	Fördel	Nackdel
Pumpa upp vatten	Enkelt och billigt, görs redan	Överföringskapacitet otillräcklig
Batteri	Effektivt, enkelt	Dyrt, begränsad livslängd
Gravitationsbatteri	Enkelt, billigt, driftsäkert	Oprövat
Vätelagring	Komplicerat	Låg verkningsgrad

# Decentraliserad produktion

- Ett annat sätt att närma sig problemet är små lokala producenter, typ solceller eller vindsnurror på alla tak med batteribackup. På så sätt får vi lokalt producerad el som kan användas vid effekttoppar. Ett distribuerat system är mindre sårbart än stora centrala system vilket är en fördel i oroliga tider. Dessutom behövs inte hög överföringskapacitet
- Dessutom är en ny typ av solceller på väg in i produktion: Perovskite celler som arbetar med ett annat spektrum, är billigare att framställa och kan i kombination med vanliga kiselceller bli väldigt effektiva.
- Det finns också många små vattenkraftverk som tillsammans kan producera ganska mycket el, ungefär lika mycket som ett kärnkraftverk. Men de ska miljöprövas för att främja biologisk mångfald dvs att bygga passager för fiskar förbi kraftverket. För många av ägarna blir detta för dyrt och de kommer då att riva kraftverket.

# Decentralisering exempel





**Tack för att ni tittade!**

