

EG2100 Power Systems Analysis, L1a



ROYAL INSTITUTE
OF TECHNOLOGY

Lennart Söder
Professor in Electric Power Systems

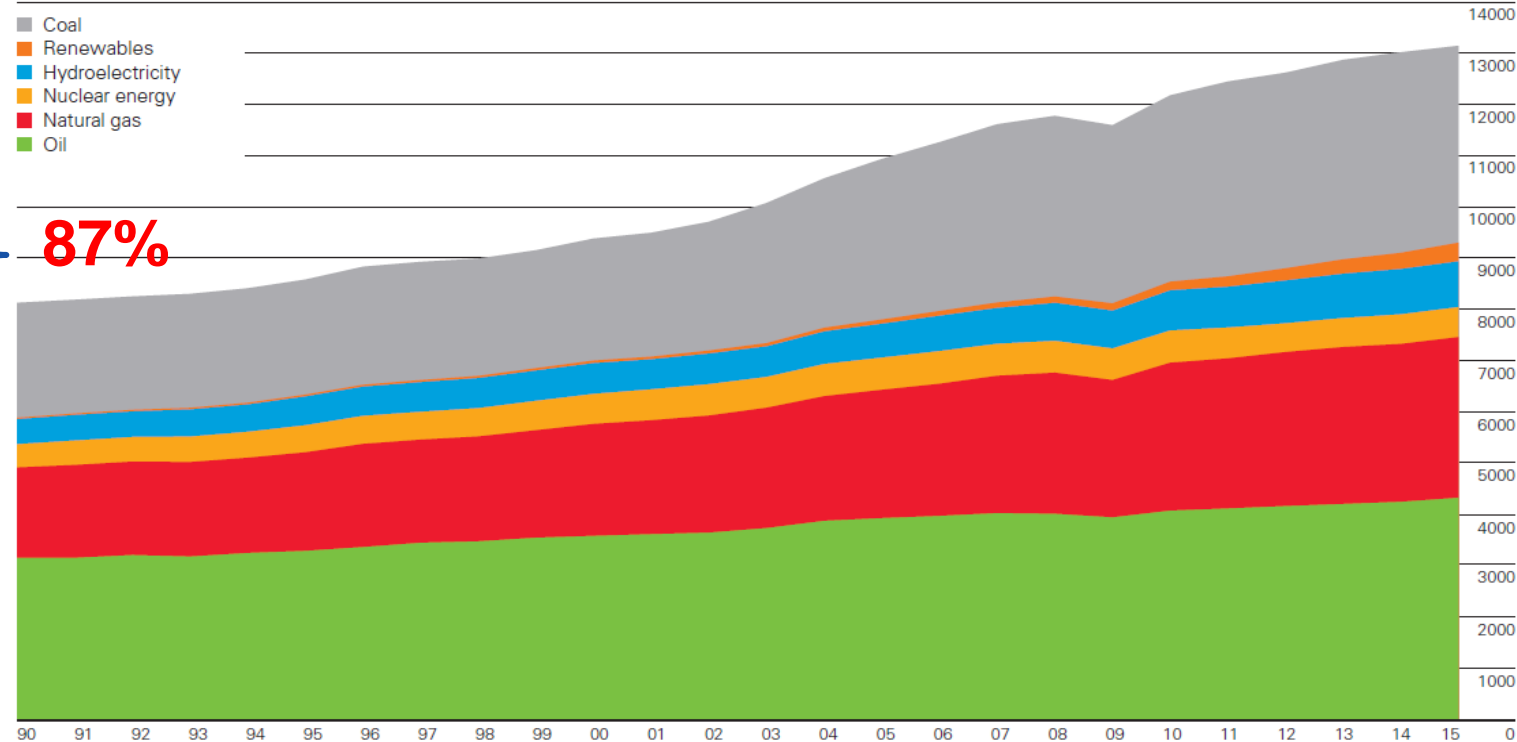
World energy supply : 1990-2015 (+60%)

Summary 2015:

(c.f. 2012)

Oil:	33 %
Coal:	24 (-5)%
Nat. Gas:	29 (+5) %
Hydro:	7 %
Nuclear:	4 %
Renew.:	3 (2) %

World consumption
Million tonnes oil equivalent





World energy supply: 1990-2015 (+60%)

About statistics:

(only sold energy)

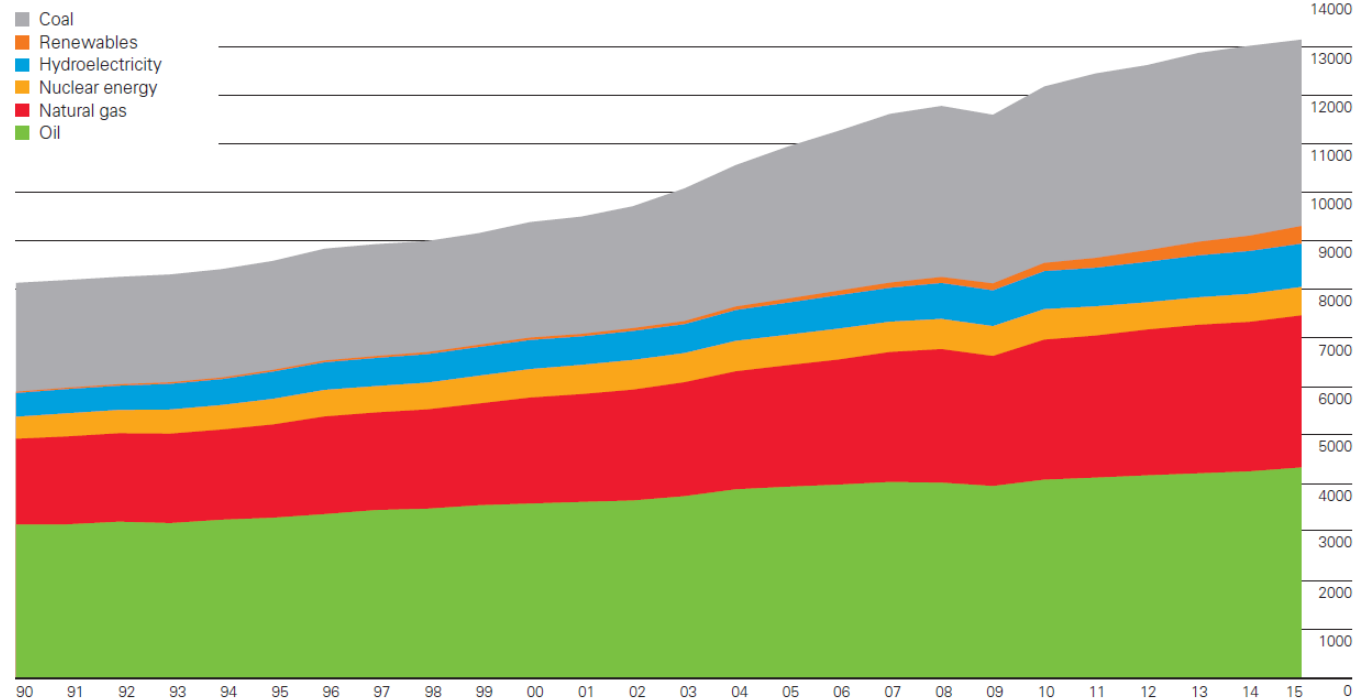
Fuels:

- Counted as fuel heat content

EI: (Nuclear- Hydro- Solar- Wind power):

- Counted as **2,6*el**, i.e. replacement of an oil fired power station with efficiency 38%

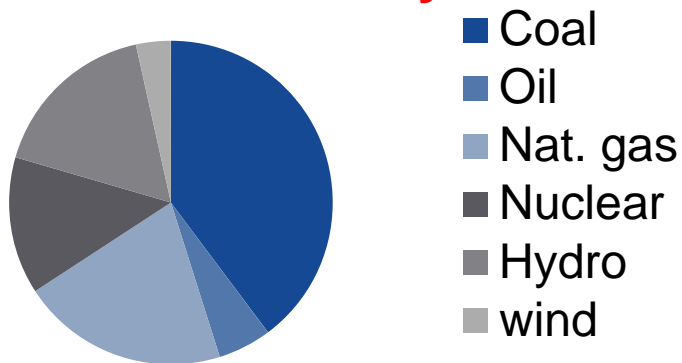
World consumption
Million tonnes oil equivalent





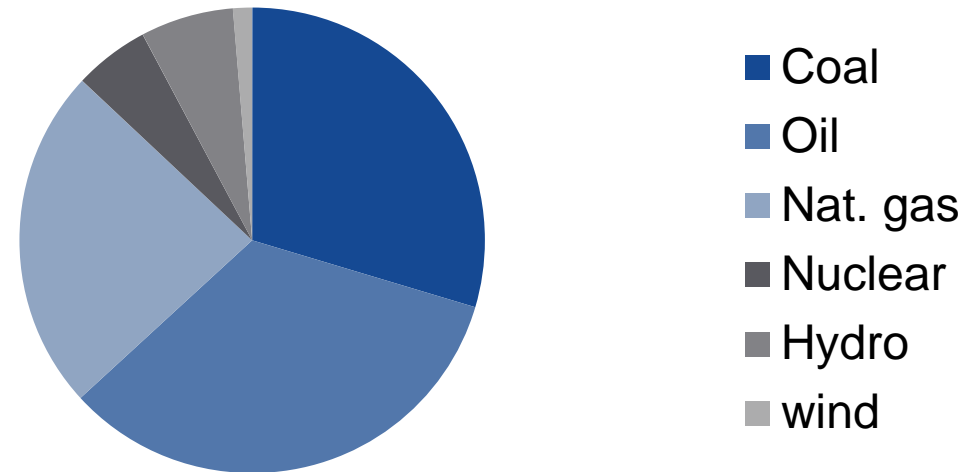
About electricity

Global Energy consumption 2010, 21000 TWh-electricity

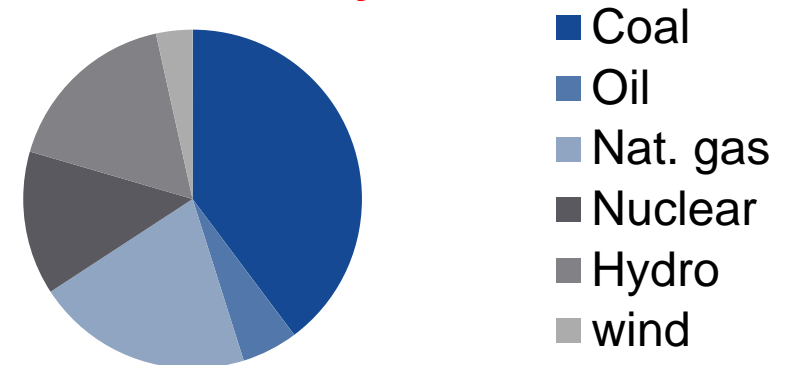


**1995-2012 world wide
Energy +46%
Electricity +70%**

Global Energy consumption 2010, 144000 TWh-heat

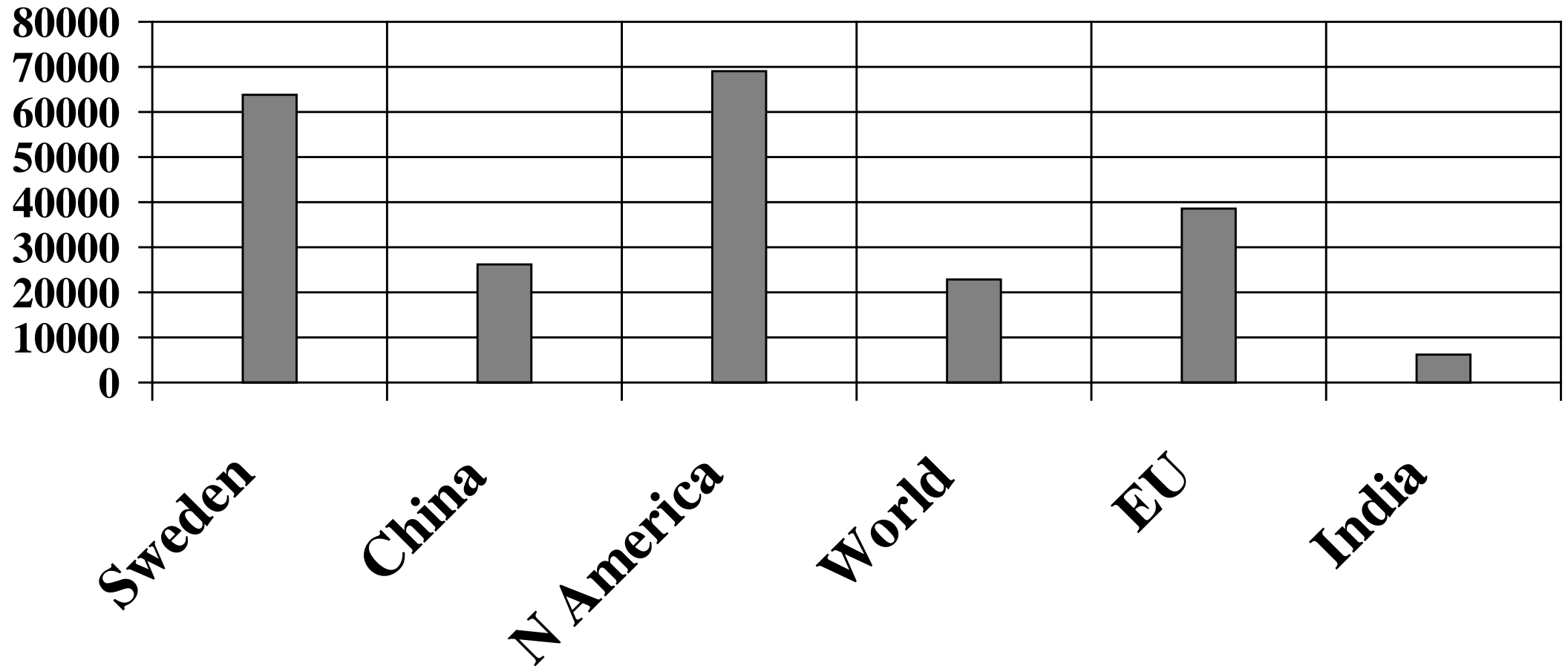


Global Energy consumption 2010, 55000 TWh-heat for electricity



→ 38 % of all energy is used via electricity

kWh/person, year



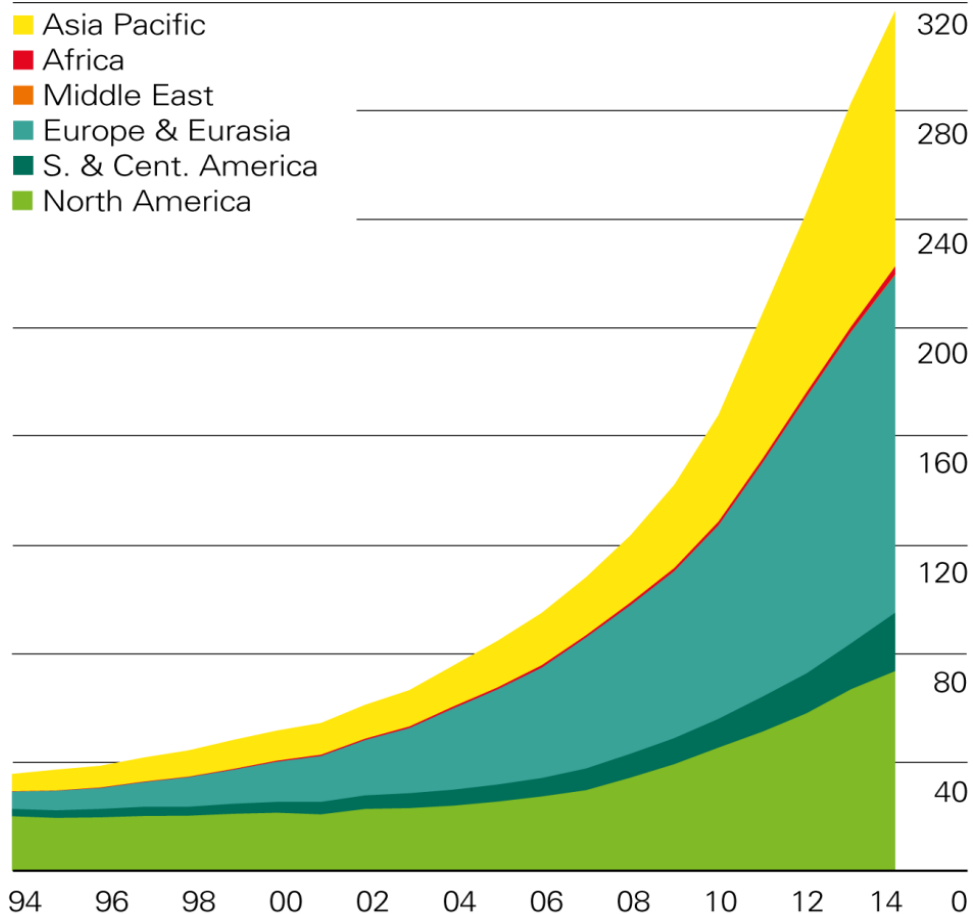
Electricity from wind, geothermal, solar, biomass and waste

bp

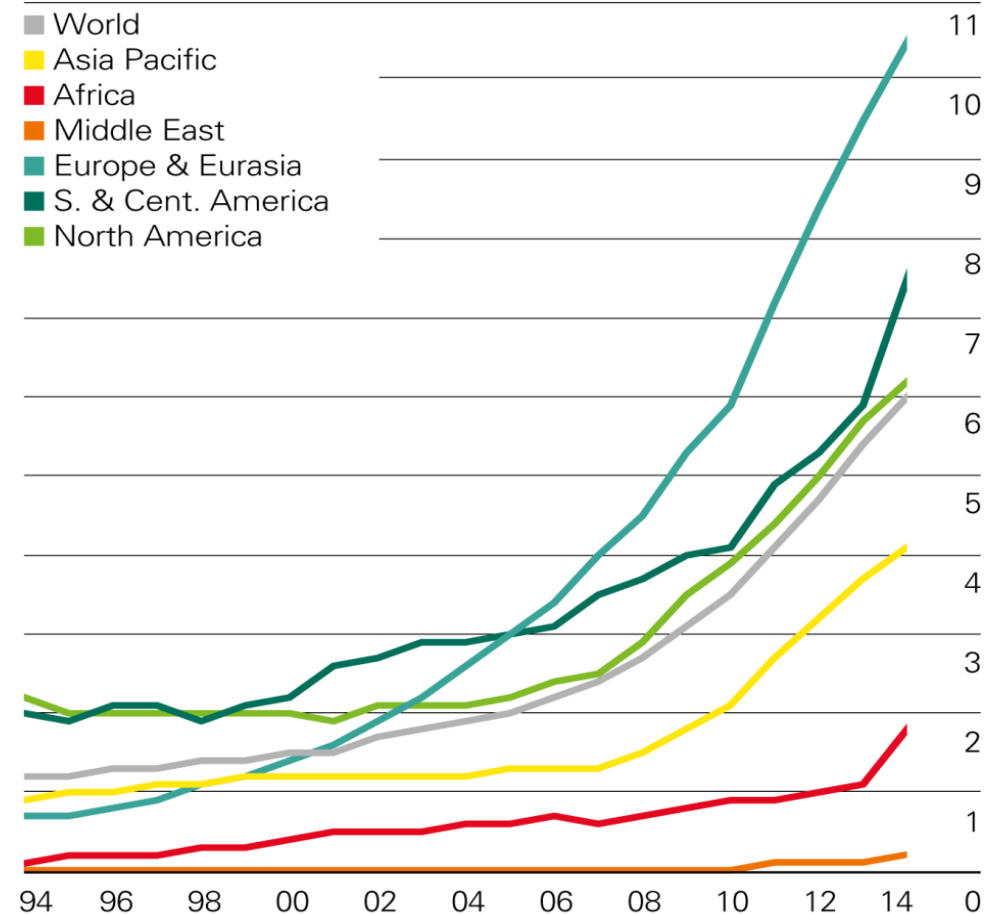


Renewable energy consumption/share of power by region

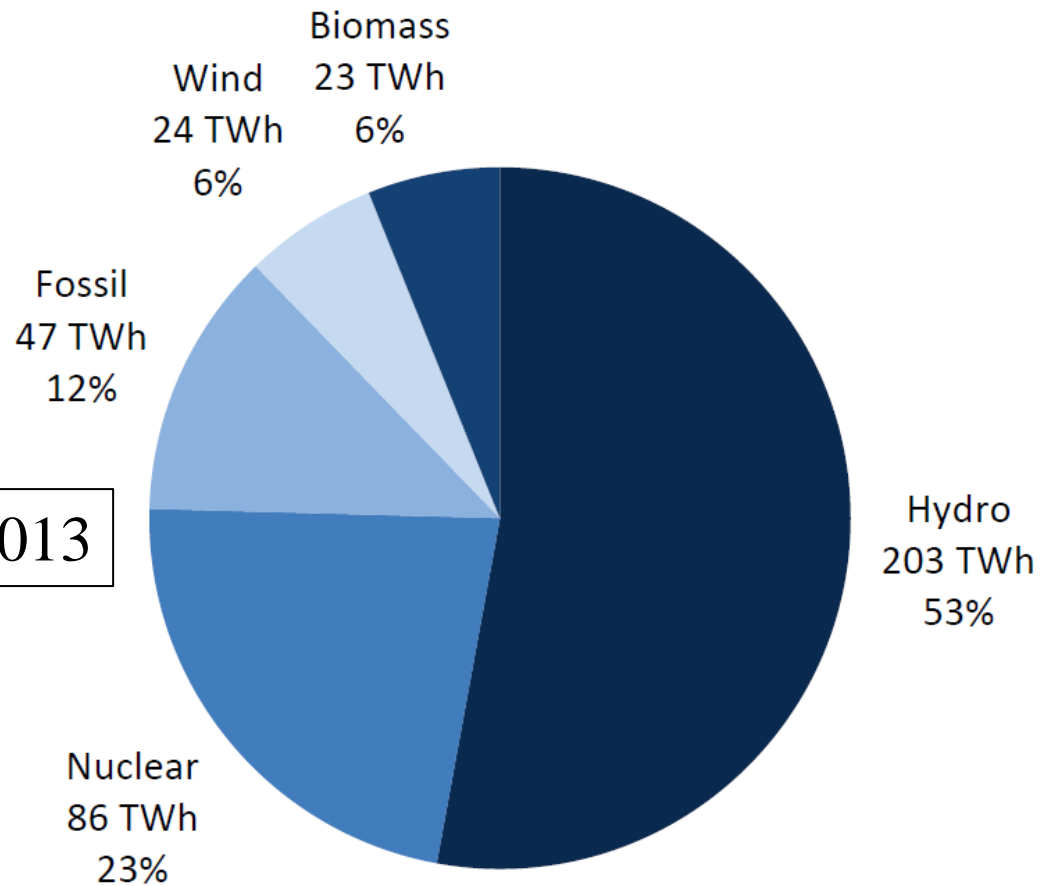
Other renewables consumption by region
Million tonnes oil equivalent



Other renewables share of power generation by region
Percentage



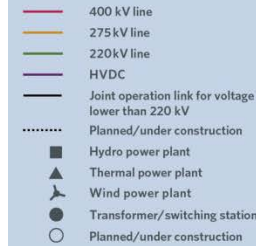
Nordic current power system



THE POWER GRID 2015

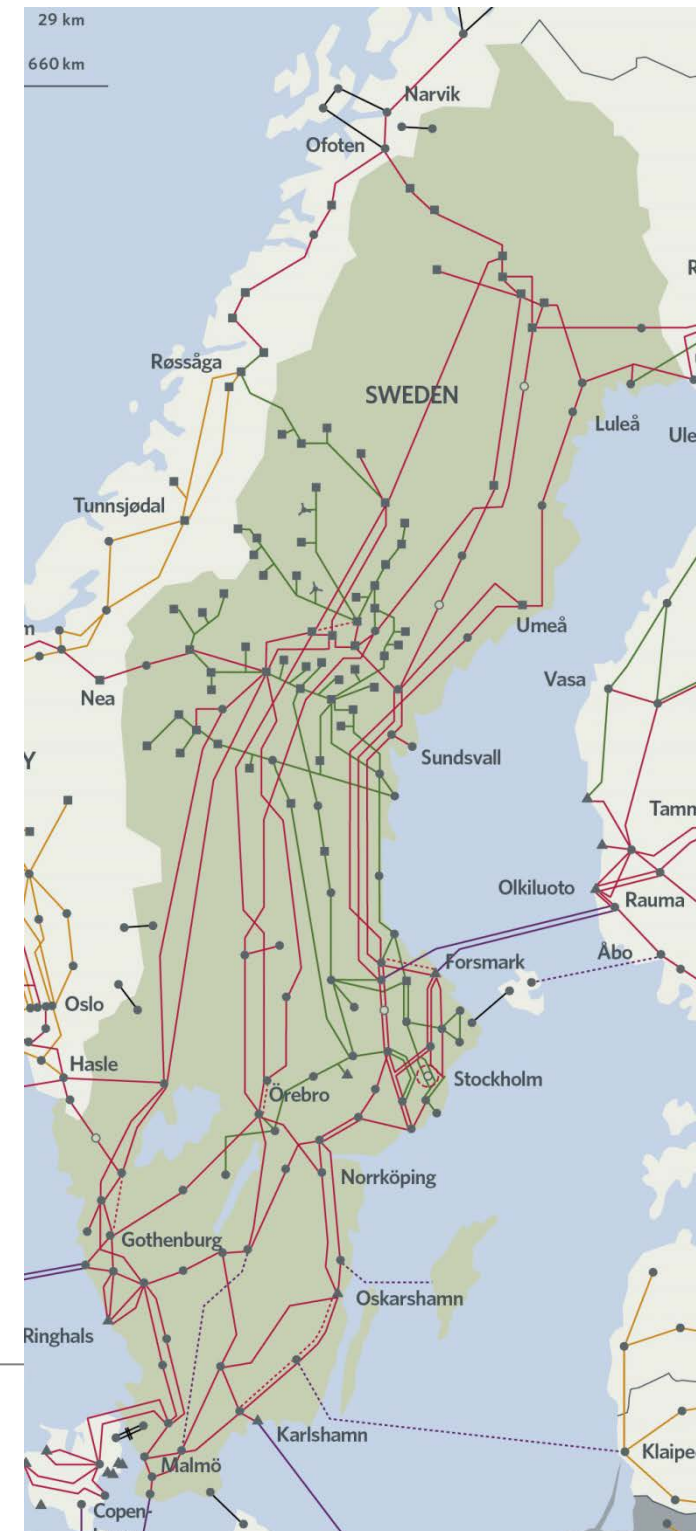
The Swedish national grid for electricity consists of 15,000 km of power lines, 160 substations and switching stations and 16 overseas connections.

EXTENT	OVERHEAD POWER LINE	CABLE
400 kV AC	10,980 km	8 km
220 kV AC	3,550 km	29 km
High Voltage DC (HVDC)	100 km	660 km



Swedish electricity market

- I consume \approx **4500 kWh/year**
- The consumption is **measured per hour**, and I **pay per hour**
- I get one invoice from the **grid owner**
- I get one invoice from **the retailer**. I can select among >100 retailers with different prices and contracts



Aim of a power system:

1. Supply consumers with electricity when they want
= keeping the continuous balance between production and consumption
(deregulated → competition)

2. Keep the voltage for the consumers
(regulated monopolies)

unbundling

$$\text{Power} = \text{current} \cdot \text{voltage}$$



Measurements at Lennart Söder: (ca 4300 kWh/year)

(Nordpools price/hour for SE3 + certificates + 3.5 öre/kWh + 390 SEK/year)

+ El.tax + VAT

- Sends data one time per day
- Sends hourly data
- Uses GSM (GPRS)

- Surplus caused by PV
- Sold for Nordpool price per hour
- Additional 60 öre/kWh in tax reduction

ELLEVIO Faktura 12 december 2016 Sid 1 av 2

Faktura/OCR-nummer 467 876 607 921
Kundnummer 2525642

Hans Lennart Söder
Astrakanvägen 9
178 33 EKERÖ

Astrakanvägen 9 / Anläggnings id 735 999 259 000 032 788
Kostnad för perioden 1 oktober 2016 t o m 30 november 2016

Ellevio AB (publ)
Elnät 470,73 kr
Att betala 471,00 kr

Oss tillhanda senast	Momsgrundande	Moms 25%	Ej momsgrundande	Öresutjämning	Att betala
3 januari 2017	376,58 kr	94,15 kr	0,00 kr	0,27 kr	471,00 kr

För Ellevio AB (publ): s momsreg.nr. SE556037732601 räknar fakturerar Energikundservice Sverige AB, SE115 77 Stockholm momsreg.nr. SE556737080301. Företagen har F-skattedel. Dröjsmålsränta: referensränta + 8 procentenheter. Anmärkningar på fakturan ska göras inom 8 dagar.

Plusgirot INBETALNING/GIRERING C

Oss tillhanda senast 3 januari 2017
Att betala 471,00 kr

Faktura/OCR-nummer 467 876 607 921
(ange utan mellanslag vid internetbetalning)

Plusgiro 487 55 03-7
Bankgiro 5233-9330
IBAN-kod SE 69 95 00 0099 6042 4875 5037
Swift-adress NDEASESS

Till Plusgirokonto nr 487 55 03-7
Betalningsmottagare (endast namn)
Energikundservice Sverige AB
Användare (namn och postadress)
Hans Lennart Söder
Astrakanvägen 9
178 33 EKERÖ

Eget konto: vid girering

Meddelanden till betalningsmottagaren kan inte lämnas på denna blankett

I FÄLTET NEDAN FÅR ANTECKNINGAR INTE GÖRAS
RESERVERAT FÖR PLUSGIROT

Belopp (för inte ändras)
Svenska kronor öre

I FÄLTET NEDAN FÅR ANTECKNINGAR INTE GÖRAS
RESERVERAT FÖR PLUSGIROT

467876607921 # 471 00 3 > 48755037#14#

**Grid invoice
(monopoly)**

Bixia 2016-11-07 Sid 1 (1)

Box 1510, 581 15 Linköping

LENNART SÖDER
ASTRAKANVÄGEN 9
17833 EKERÖ

Avtalsbekräftelse
Här får du din avtalsbekräftelse och vi ber dig kontrollera att uppgifterna stämmer. Vid felaktigheter eller om du undrar över något är du välkommen att kontakta kundservice.

Produktinformation Bixia Timma
Ditt elnätbolag har tre månader på sig att byta/uppgradera elmätaren till timvärdeshantering. Fram till dess kommer du att betala Bixia Rörligt pris. När mätarförändringen är genomförd kommer du att få en ny bekräftelse med startdatum för Bixia Timma. 100 procent förnybar el ingår alltid.

Mina Sidor
Under Mina Sidor på bixia.se kan du följa din elanvändning över tid. Du kan också se avtalsuppgifter och fakturor. Mina Sidor är mobilanpassade. För att logga in behövs kundnumret som står på denna bekräftelse.

Enkelt och bra för miljön med e-faktura
När du väljer e-faktura får du ett smart och tryggt sätt att betala dina räkningar. Samtidigt hjälper du till att spara naturens och våra gemensamma resurser. Du anmäler att du vill ha e-faktura i din internetbank. Passa gärna på nu, när du har kundnumret till hands. Du kan även välja faktura via e-post. Då anmäler du dig via e-post till vår kundservice eller via Mina Sidor under Kundservice. Du kan kombinera både e-faktura och e-postfaktura med autogiro för automatisk betalning.

Bixia Miljöfond – för mer närproducerad förnybar el
Som kund hos oss får du alltid förnybar el och Bixia Miljöfond ingår i alla våra avtal. Här är du med och bidrar till mer närproducerad förnybar el. Tillsammans får vi ihop cirka en miljon kronor/år till projekt som stödjer utbyggnaden av närproducerad el från sol, vind och vatten.

Vänliga hälsningar
Bixia

Avtalsuppgifter

Kundnummer	1090209
Personnummer	561109-1199
Avtal träffades	2016-10-18
Avtalsperiod	2016-12-04 - Tillsvidare
Leveransadress	Astrakanvägen 9, Ekerö
Anl id	735 999 259 000 032 788
Områdes id	EKO
Elområde	3
Produkt och pris	Bixia Timma Påslag 3.50 öre/kWh* Årsavgift 390 kr Energiskatt tillkommer med f.n. 36.5 öre/kWh. Vissa kommuner i norra Sverige betalar 24.1 öre/kWh. *Pris exklusive moms
Villkor	• Bixias särskilda avtalsvillkor EI – Konsument (bifogas) • EI 2012 K

Ängerrätt
Har du tecknat avtal på distans eller utanför affärslokaler har du rätt att inom 14 dagar ångra köpet. Ångerrätten börja gälla från den dag avtal ingåtts.

Genom att välja Bixia är du med och driver utbyggnaden av närproducerad, förnybar el. Tillsammans skapar vi en hållbar framtid.

Energy invoice (competition):
≈140 actors



Bixia
Box 1510, 581 15 Linköping

Kundservice: mån-tors 9-20 fre 9-18
Telefon: 0771-60 30 30
E-post: kundservice@bixia.se
Hemsida: www.bixia.se

FAKTURA 2018-08-02 Sid 1 (3)
Kundnr: 1090209
Fakturanr/OCR-nr: 180802081699457

LENNART SÖDER
ASTRAKANVÄGEN 9
178 33 EKERÖ

Elhandel
bixia.se

Oss tillhanda senast: 31 AUG 2018

Avser perioden 01 Jun 2018 tom 31 Jul 2018

Elhandel	277,85 kr
Öresutjämning	0,15 kr

El från naturens krafter.

Vid sen betalning debiteras dröjsmålsränta enligt räntelagen med referensränta + 8%	Summa exkl. moms	Momsbelopp	Summa faktura
	222,42 kr	55,58 kr	278,00 kr

Summa att betala 278,00 kr

Bixia AB
Besök: Brogratan 1, Linköping

Godkänd för F-skatt
556544-2638
SwiRIBC
SWEDSESS

Site
Linköping
IBAN
SE7380000848069143297167

VAT nr
SE556544263801

Bankgiro
5262-7908

Plusgiro
490 23 04-7

PlusGirot
Vid annat betalningsätt än bifogad avi ska OCR-fakturanummer anges

Kundnr: 1090209
Oss tillhanda: 31 AUG 2018
Fakturanr/OCR-nr: 180802081699457

INBETALNING / GIRERING C

18 Plusgiro nr 490 23 04-7	Avgräns	Kassastämpel
Betalningsmottagare (sändast namn) Bixia AB		
Användare (namn och postadress) LENNART SÖDER ASTRAKANVÄGEN 9 178 33 EKERÖ		

Meddelanden till betalningsmottagaren kan inte lämnas på denna blankett

Utdatseleverantör
EVRY

Eget konto vid girering

I FÄLTET NEDAN FÅR ANTECKNINGAR INTE GÖRAS
RESERVERAT FÖR PLUSGIROT

Belopp för inte ändras
Svenska kronor

180802081699457 # 278 00 2 > 49023047 #14#

Purchase June-July-18
278 SEK

Bixia
Box 1510, 581 15 Linköping

Kundservice: mån-tors 9-20 fre 9-18
Telefon: 0771-60 30 30
E-post: kundservice@bixia.se
Hemsida: www.bixia.se

PRODUCENTFAKTURA 2018-08-17 Sid 1 (3)
Kundnr: 1102425
Fakturanr/OCR-nr: 180617080031759

LENNART SÖDER
ASTRAKANVÄGEN 9
178 33 EKERÖ

Elhandel
bixia.se

Er tillhanda senast: 29 AUG 2018

Avser perioden 01 Jul 2018 tom 31 Jul 2018

Elhandel	-360,10 kr
Öresutjämning	0,10 kr

El från naturens krafter.

Summa exkl. moms	Momsbelopp	Summa faktura
-360,00 kr	0,00 kr	-360,00 kr

Er tillgodo -360,00 kr

Bixia AB
Besök: Brogratan 1, Linköping

Godkänd för F-skatt
556544-2638
SwiRIBC
SWEDSESS

Site
Linköping
IBAN
SE7380000848069143297167

VAT nr
SE556544263801

Bankgiro
5262-7908

Plusgiro
490 23 04-7

Beloppet kommer att utbetalas

= "negative invoice"

Selling in July-18
-306 SEK

• Since August 2017 I have 25 m² PV panels, 4.5 kW

• Surplus caused by PV
• Sold for Nordpool price per hour
• Additional 60 öre/kWh in tax reduction

Power System courses

✓ **Keep the voltage**

- EG2100 Power System Analysis, **1-2**
- EG2110 Power System Stability and Control, **3**

✓ **Keep the balance**

- EG2200 Power Generation Operation and Planning, **1-2**
- EG2210 Electricity Market Analysis, **3**
- EG2220 Power Generation, Environment and Markets, **4**

✓ **Both**

- EG2340 Wind Power Systems, **1-2**
- EG2420 Monte Carlo Methods in Engineering, **1-2**
- EG2330 Power System Design, Project Course, **1-2**