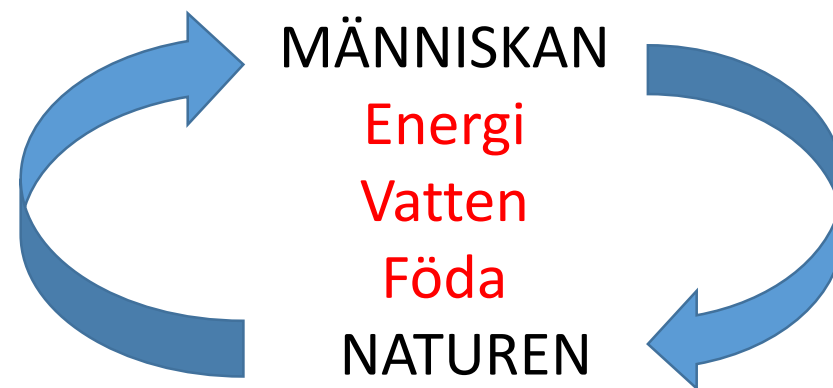


Kretsloppsbyggande

*Hur kan lokala kretsloppslösningar
öka hållbarhet och minska
sårbarhet?*

*Exempel på tillämpning av
kretsloppsprinciper i Gävle*

Mauritz Glaumann
Almedalen 2017-07-03
mga@hig.se



Några av framtidens utmaningar

Att nå 100% förnybar elproduktion till år 2040*, dvs utan kärnkraft men med tillkommande elanvändning (fordon, processer, värmepumpar,.)

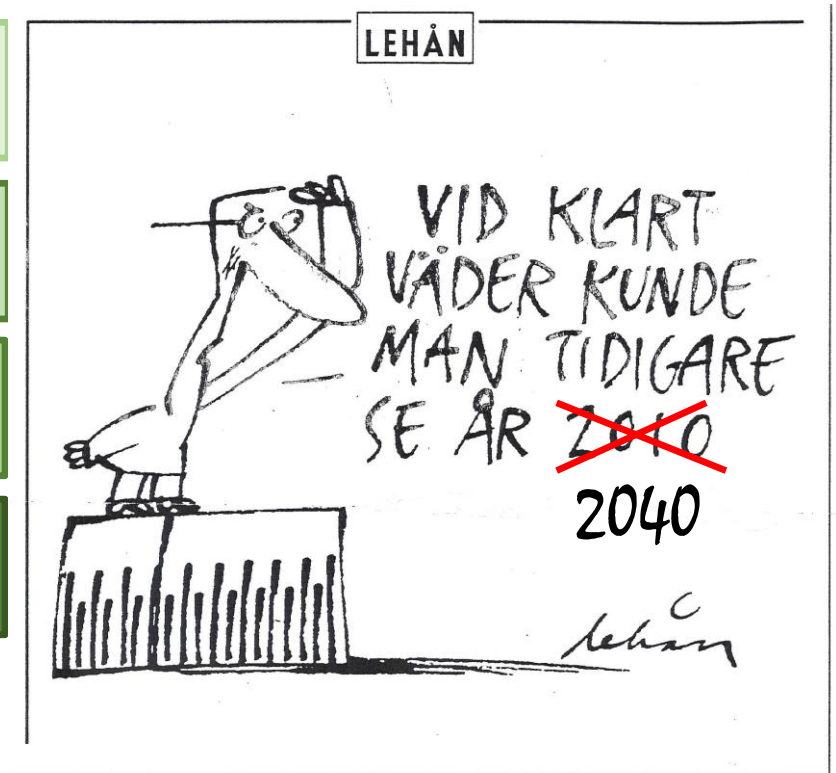
Elproduktionen från sol och vind är oregelbunden och matchar inte efterfrågan.

Den inhemska livsmedelsförsörjning är dålig. Den har inte varit sämre sedan 30-talet och behöver öka.

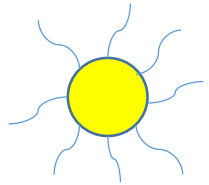
Dricksvattenförsörjningen är osäker på många orter. Den har inte varit sämre på flera decennier än i år.

*Nationellt mål

Klarar vi utmaningarna?
Hur kan lokala kretsloppslösningar bidra?

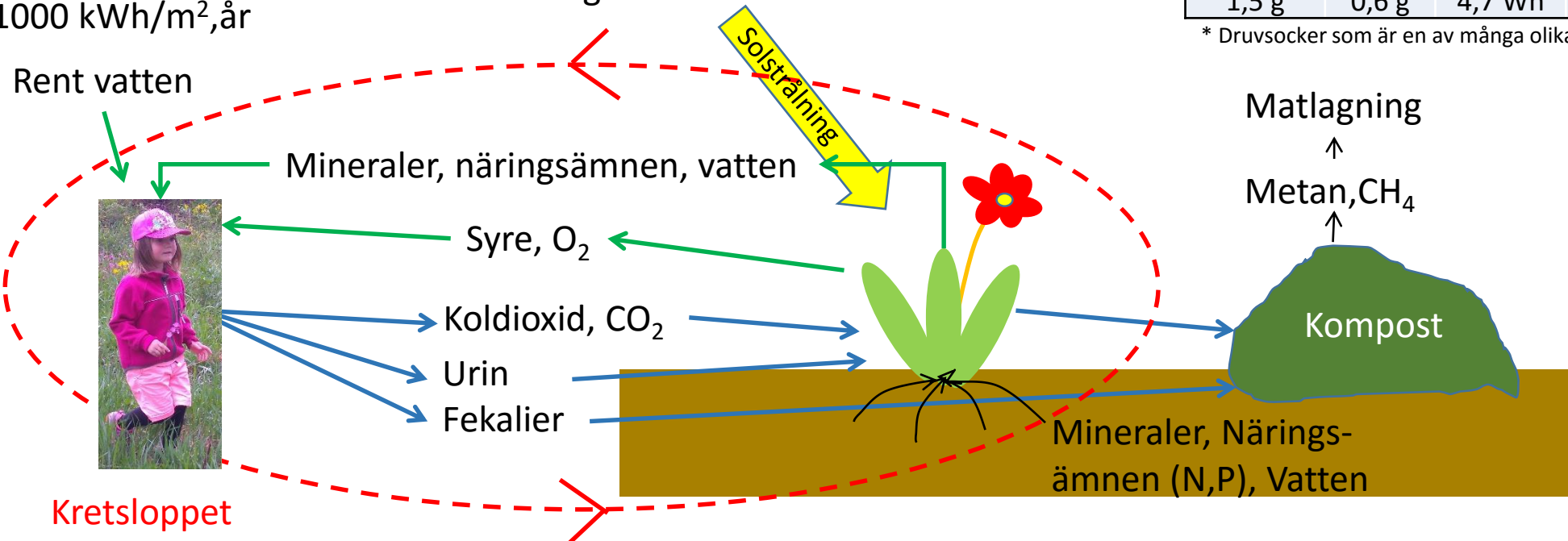


Men låt oss börja från början



1000 kWh/m²,år

Ca **2%** av energin i den årliga solinstrålningen (~ 20 kWh/m²,år) omvandlar luftens koldioxid och vatten i marken till biomassa och syre – det får vi tillbaks som muskelarbete genom maten.



Fotosyntesen driver livet på jorden

Koldioxid	Vatten	Energi		Biomassa	Syre
CO ₂	H ₂ O	Solstråln.	↔	(CH ₂ O)*	O ₂
1,5 g	0,6 g	4,7 Wh		1 g	1,1 g

* Druvsocker som är en av många olika kolhydrater i formen C_m(H₂O)_n

Hur mycket lokal odling och vatten behövs för att sluta kretsloppet? Hur långt räcker lokalproducerad energi för vårt uppehålle?

Föda

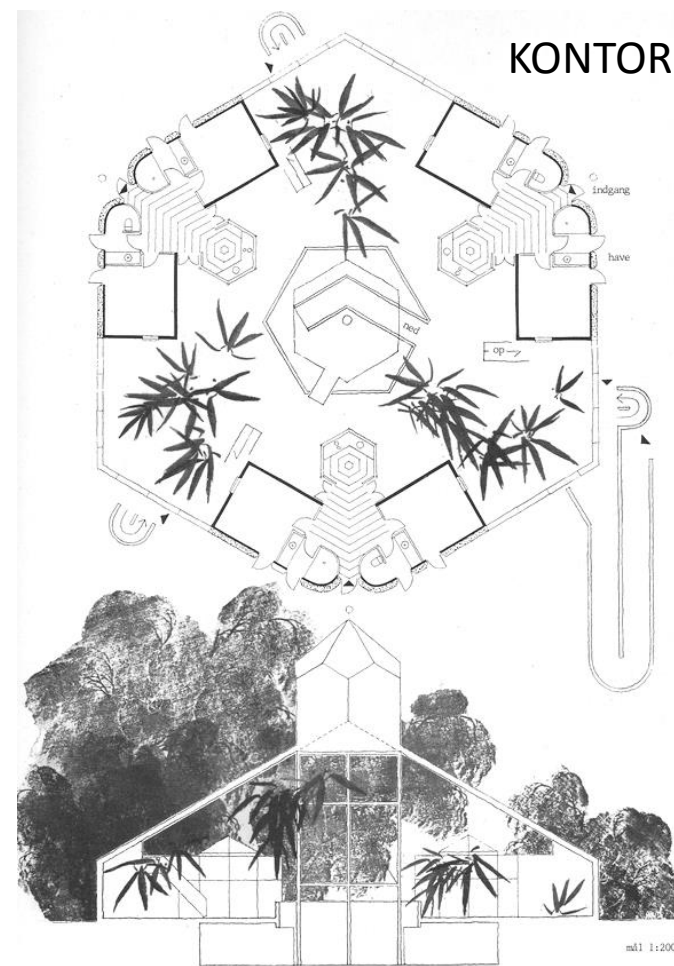
Människans energibehov

Människans energibehov är ca 2500 kcal/dygn = 1060 kWh/år.
Det motsvarar lagrad solenergi i 226 kg biomassa som kan fås fram i växthus på ca 10m² med 135 m³ vatten och näringsämnen (främst kväve och fosfor).

Växtlighetens näringsbehov

Näringsämne	Avgivning från människor		Odling av nyttoplanta	
	g/dag, pers	g/år, pers	g/m ² , år	m ² växthus/pers
Kväve, N	12,5	4500	200	22,5
Fosfor, P	2,5	910	30	30,3

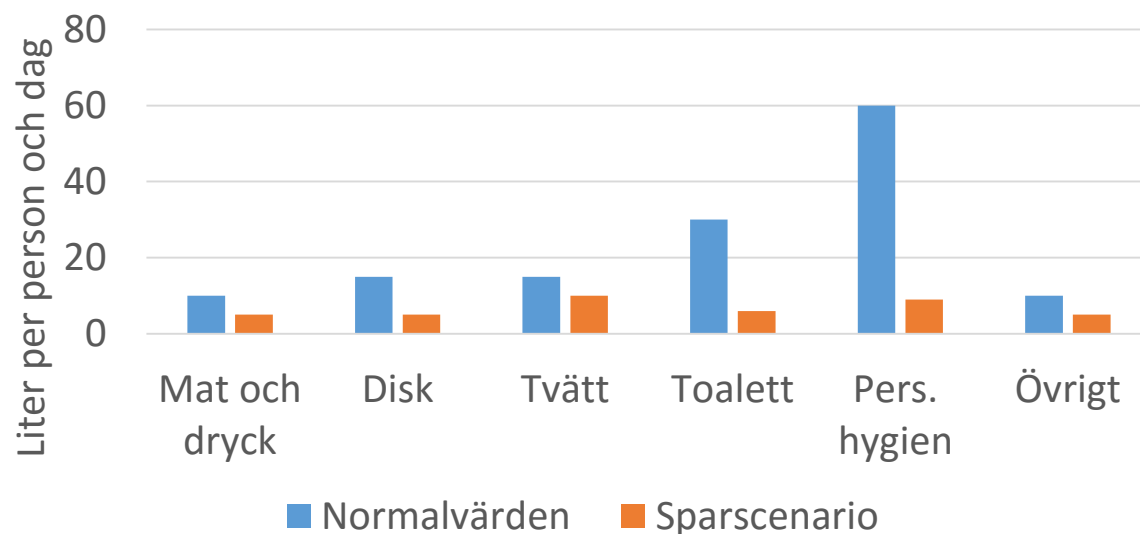
Det behövs ca **30 m²** odling i växthus för att nyttiggöra människokroppens avfall för att teoretiskt kunna sluta kretsloppet.



Illustrationsexempel finns för enskilda småhus, radhus och kontor. Integrerade system. Vestergård o Ørum-Nielsen 1988

Vatten

Vattenanvändning i Sverige

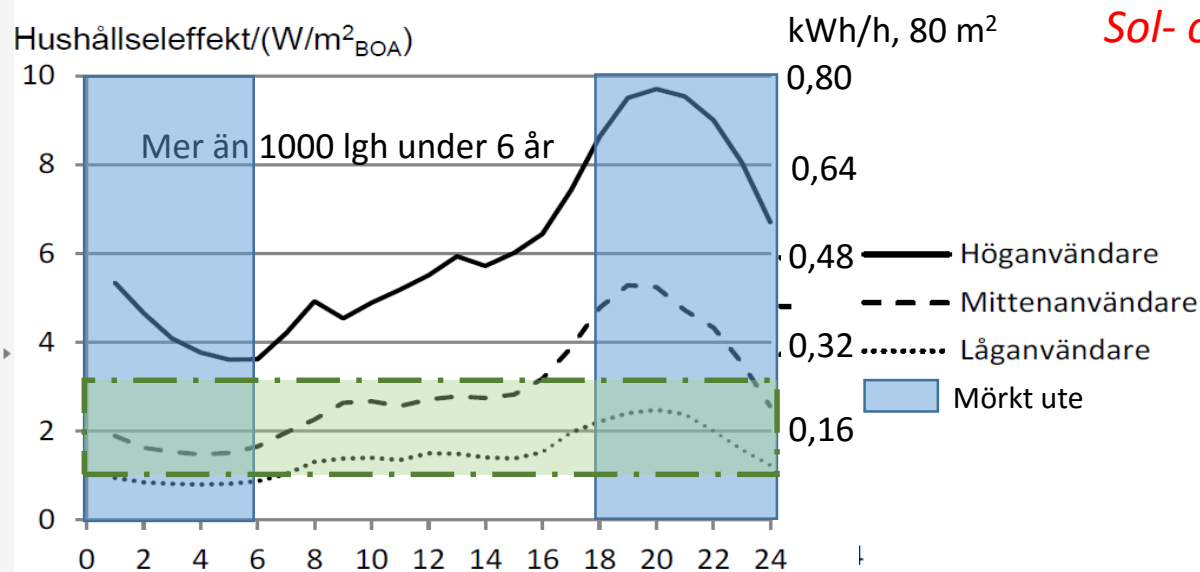


VATTENANVÄNDNINGEN (fig t.v.)	Normalvärden	Sparscenario
	l/pers, dag	l/pers, dag
Mat och dryck	10	5 (2)
Disk	15	5
Tvätt	15	10
Toalett	30	6
Personlig hygien	60	9
Övrigt	10	5
Summa	140	40
Därav nytt		20
Därav återvunnet		20

Regnvattnet kan renas genom sandbädd för användning till mat, disk och tvätt. Avloppsvattnet därifrån kan renas via biofilter och återanvändas för toalett, dusch etc. Med torrtoalett sparar man 15-20% vatten.

Vi använder uppåt 100 gånger mer dricksvatten per person än vad som går åt till dryck och matlagning (1,5-2,0 l/p,d). 20 liter/pers,dag motsvarar nederbörden på ca15 m² stor takyta. För regnvattenförsörjning krävs en regnvattentank på ca 600 liter/pers för att alltid ha tillgång till dricksvatten.

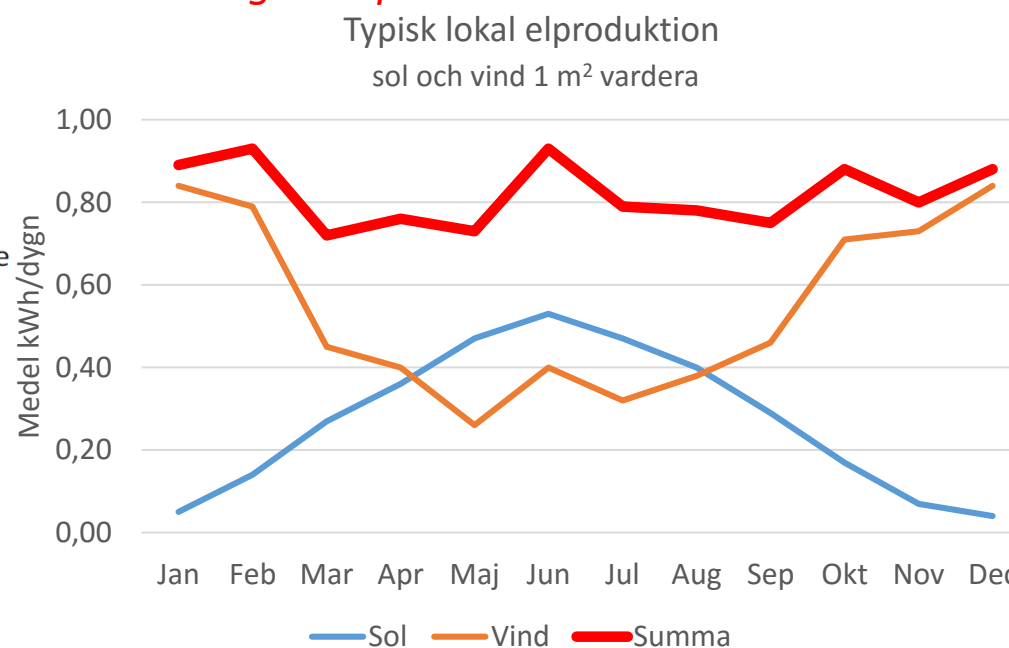
Eleffekt och lokalproducerad sol- och vindenergi



Eleffekt i bostäder under vintern, nov-feb.

Källa: Efter "Brukarrelaterad energianvändning. Bagge m.fl. 2015"

Sol- och vindenergi kompletterar delvis varandra under året



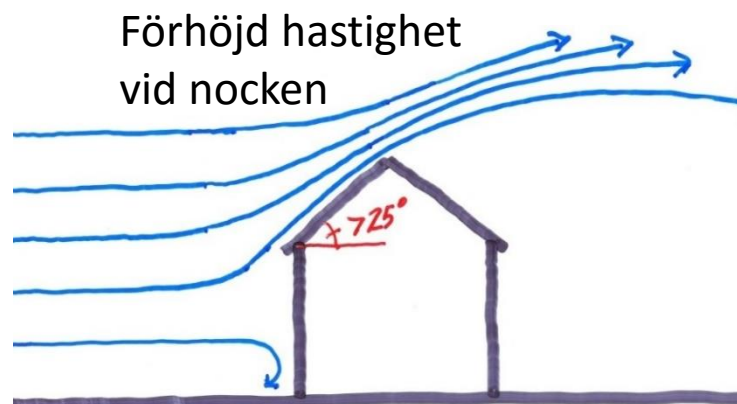
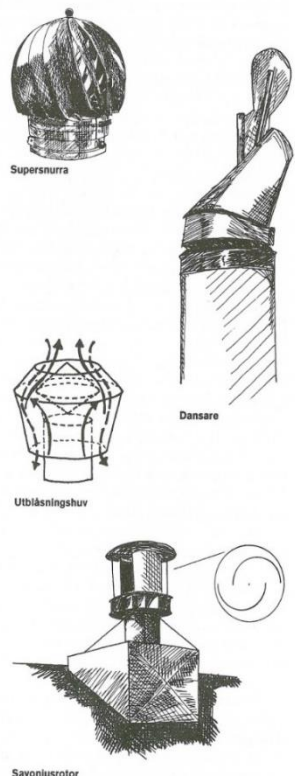
Energianvändningen under dygnet följer effektuttaget. För en 80 m² stor lägenhet varierar energianvändningen per dygn mellan ungefär 3 och 12 kWh (fig t.v.) vilket motsvarar medelproduktion per dygn från ungefär 4 – 15 m² solceller och vindturbin vardera (fig t.h.). Men den förnybara produktionen är oregelbunden och följer inte alls dygnsanvändningen. Därför måste vi jämma ut effektuttagen genom bättre vanor och ny teknik samt korttids-lagra el för att kunna nå 100% förnybar elproduktion.

Energi och effekt – användning i hushåll

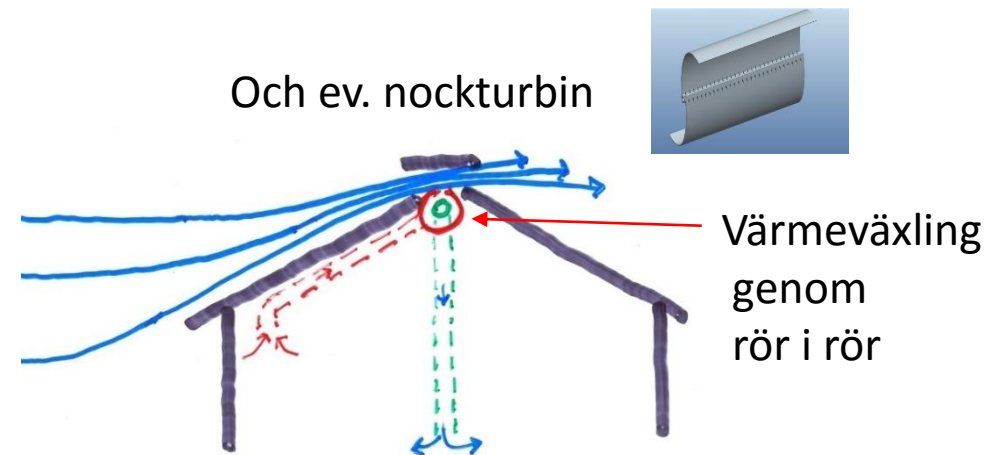
4 PERSONERS HUSHÅLL	Typiskt småhus		Energieffektivt småhus		Ytterligare möjligheter
EL	kWh/dygn	kW	kWh/dygn	kW	
Driftel (fläktar, pumpar mm)	4,1	0,2	1,4	0,1	Självcirkulation
Tvätt o tork	2,7	4,8	0,7	2,3	Torkning utomhus tex skåp på fasad
Disk	1,4	2,0	0,1	0,2	Utan elvärme
Matlagning	2,2	8,0	1,1	2,0	Gasspis (rötgas), förbättrade kokkärl
Matförvaring	3,8	0,4	0,7	0,2	Markventilerat skafferier
Belysning	2,7	0,5	0,3	0,1	Dagsljusdesign
Apparater	2,7	0,3	1,4	0,2	Välj lågeffektapparater
Summa	19,7	16,3	5,6	5,0	10% av inst. effekt är en vanlig användning
Bästa elbil (1500 mil/år)			5,3		Mindre, lättare, biogashybrid
VÄRME					
Tappvarmvatten	13,7	3,0	1,9	1,0	Värmepump på avloppstank
Uppvärmning och ventilation	41,1	5,0	15,3	1,1	Markkulvert, Högeffektiv värmeåtervinning
Summa	54,8	8,0	17,3	2,1	

Det finns mycket stor möjligheter att effektivisera såväl användningen av **energi** som **effekt**. Möjliga individuella mål kan vara: **EL: Energi < 2 kWh/dygn, pers. Effekt < 150 W/pers.** **VÄRME: Energi < 7 kWh/dygn, pers. Effekt < 300 W/pers**

Ventilation



Huset som vindfångare. Ju större hastighet desto lägre tryck.



Självdraft med värmeväxling

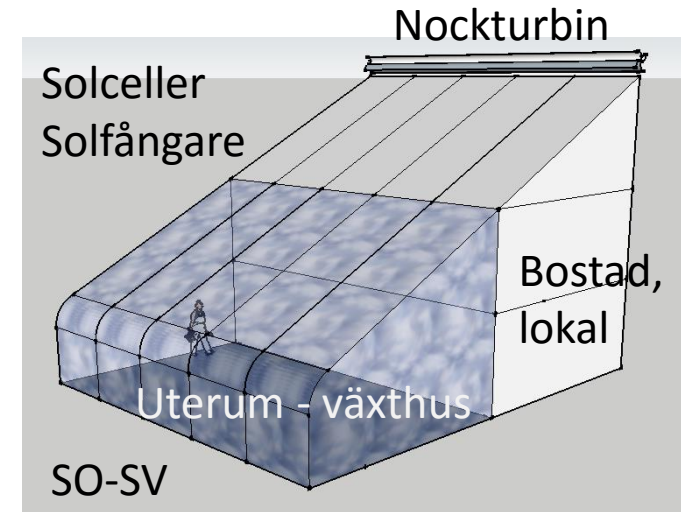
	Ventilations- förluster	Värme- återvinning	Återvunnet	Fläktenergi	Summa
Ventilationssystem	kWh/år		kWh/år	kWh/år	kWh/år
Mekanisk frånluft, F	5600	0%	0	1500	7100
Självdraft enl ovan, S	5600	30%	1680	0	3920
Värmeväxling, FTX	5600	85%	4760	2000	2840

Energianvändningen för ventilation är betydande – utan värmeåtervinning en stor värmeförlust och med återvinning mycket elanvändning för fläktar. Mycket energi kan spara om man utnyttjar naturliga drivkrafter som skorstenseffekt och vindtryck. Effekten är högst för bågge vid taknocken. Fördubblad yta ger **4 gånger** så bra utsugning och **8 gånger** så mycket vindenergi.

Byggnadsutformning - principer



Bättre för regnvatteninsamling
Bättre för självdrag ochnockturbin
Bättre för odling



Växthus

Selektivt glas (mkt ljus, lite värme)
Hög värmeupptagningsförmåga
Öppningsbart tak
Solskydd
Odlingsyta > 15 m²/person

Bostads-, lokaldel

Mycket bra isolering (passivhus)
Låg värmeupptagningsförmåga
Markkulvert för ventilation
Solfångare för varmvatten
Vattenmantlad kamin
Fjärrvärme i stan

Källare

Svalförvaring
Värmelager (vertikal vattentank)
Ellagring (batterier)
Regnvattentank
Gråvattentank
Urintank, kompost, vattenrening

Elförsörjning: En nockturbin ger kanske 3 kWh per dag i nov – feb, men det behövs det dubbla. En stirlingmotorn (1/3 el och 2/3 värme från biobränsle) ger för mycket värme. Kanske biogas/el-bil även som även används som el-lager.

Värmeförsörjning: Med låg värmeupptagning i rumsytor kan man värma med ventilationen och variera innetemperatur och ventilation efter behov. Biobränsle eller fjärrvärme.

Idéprojekt Gävle

Växthus för nytta, lärande och nöje

- Kommunen behöver ett växthus för vårblommor och vinterförvaring av fuchsior
- Arbetsmarknadsenheten behöver lokaler och uppgifter för arbetsträning och lärande
- Kommunen behöver lokaler för utveckling av idéer och företagande
- Allmänheten behöver mötesplatser och ökade kunskaper om lokala miljöförhållanden och kretslopp
- Urban odling är ett utvecklingsområde och av stort intresse för lokalsamhället



I ett växthus kan alla dessa funktionerna samlas

Demonstration och lärande

Självförsörjning med energi

Markkulvert (värmer på vintern, kyler på sommaren), Solceller , Solfångare, Nockturbinturbin, Stirlingmotor/panna (genererar el och värme från pellets), Biogas till matlagning, Värmelagring i vattentank som kombineras med akvarium. Lagring av el i batterier (tex Tesla).

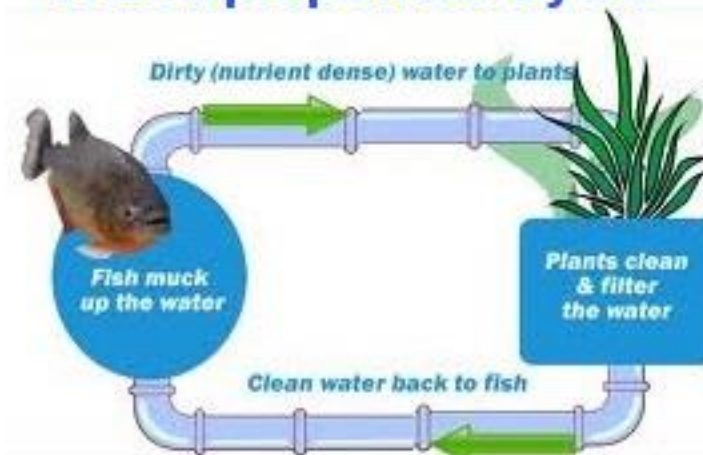
Självförsörjning med vatten

Regnvatten från taket (till odling och dricksvatten), Tank för lagring av regnvatten

Produktion av växter och fisk/skaldjur för servering och försäljning

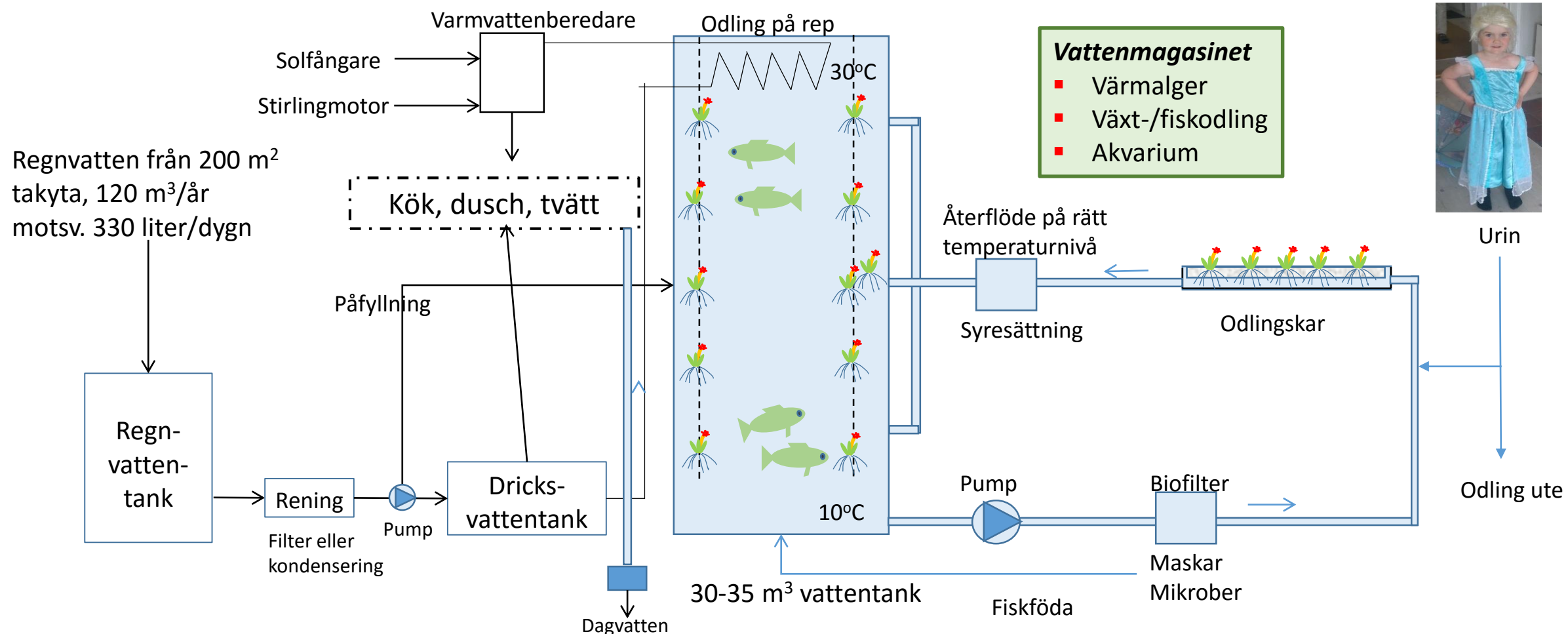
Akvaponisystem (odling av fisk och växter i kombination med akvarium - avfall från fisk ger näring till växter som renar vattnet. Slutet kretsloppssystem). Maskkompost (ger föda till fisk m.m.)

The Aquaponics Cycle



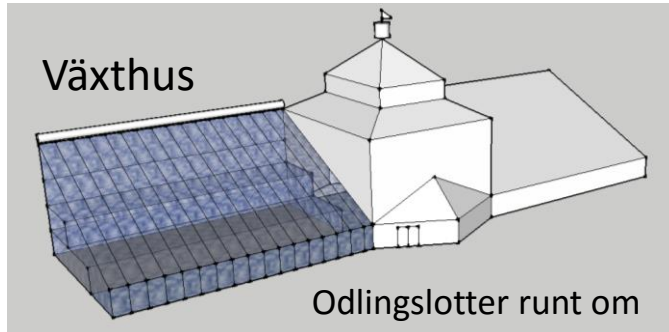
Samarbetet med arbetsmarknadsenheten ger möjlighet att driva anläggningen utan vinstsyfte

Akvarium och akvaponi – principskiss



Alla flöden av vatten, energi och näringsämnen mäts och visas. Lokal odling och akvaponianläggningar är under utveckling och kan ge nya arbetstillfällen.

Servicebel i mitten – tänkbart innehåll och ytor

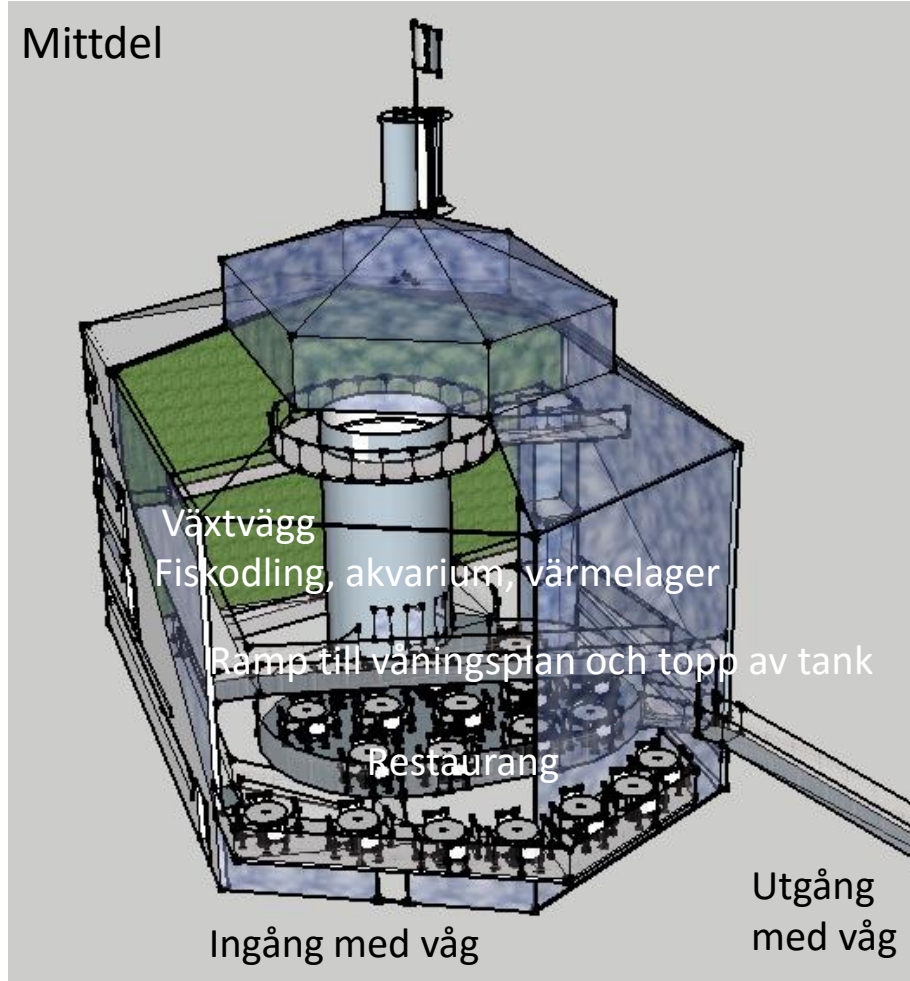


Ytor i mittdel

Lokalyta plan 1-4	400 m ²
Utställning + restaurang	200 m ²
Totalt lokalyta	600 m ²
Källare	330 m ²

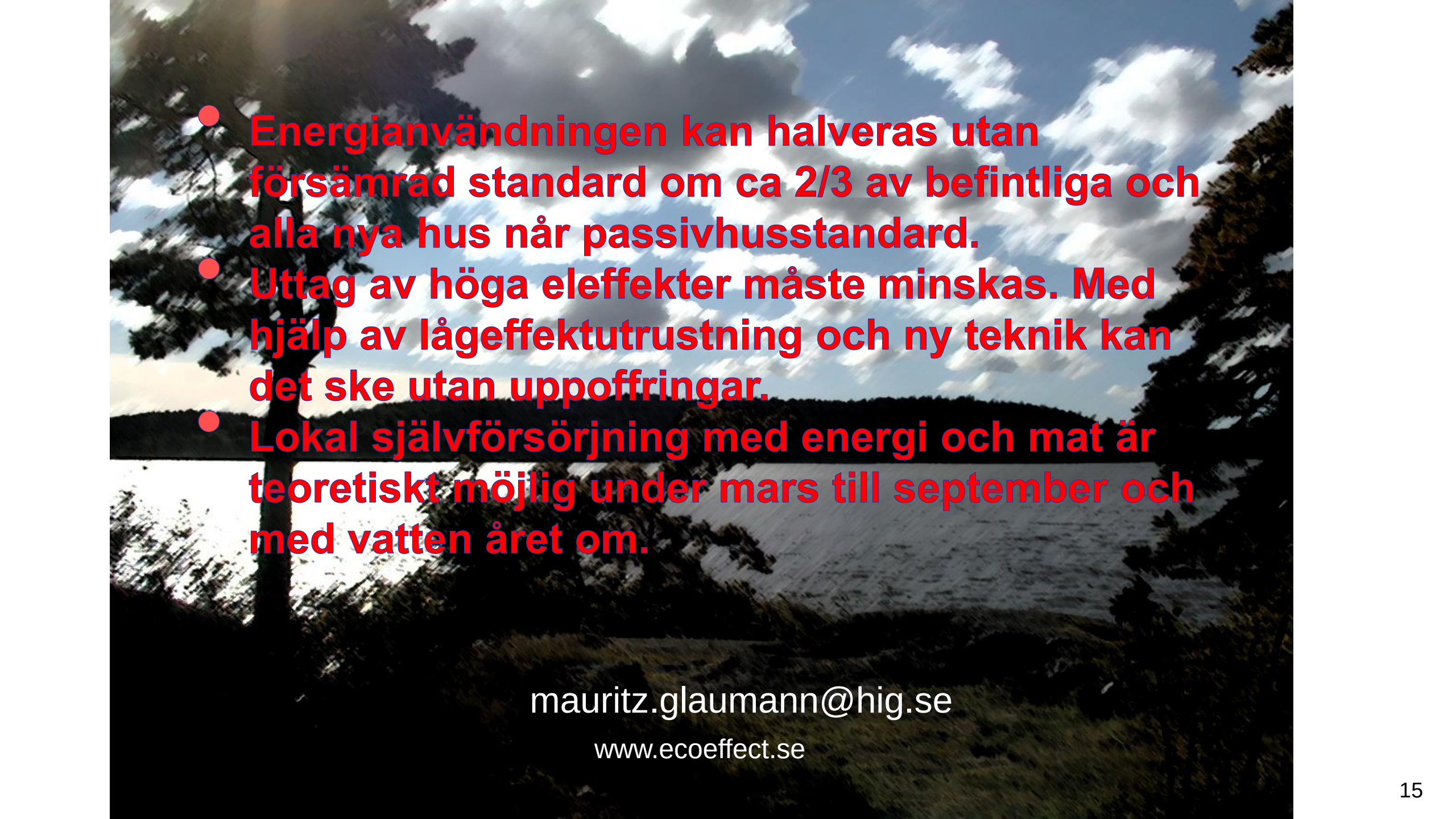
Ytor en växthusdel

Lokaler	370 m ²
Växthus	450 m ²



Disposition

- Plan 2-4: Lokaler för utbildning, kontor
- Plan 1: Servering med säsongs-måltider från råvaror på plats. Kök
- Entréplan: Utställning, experiment, lek på tema energi, vatten o odling
- Källare: Svalförvaring, tankar för regnvatten, urin, kompost, Stirlingmotor, batterier

- 
- **Energianvändningen kan halveras utan försämrad standard om ca 2/3 av befintliga och alla nya hus når passivhusstandard.**
 - **Uttag av höga eleffekter måste minskas. Med hjälp av lågeffektutrustning och ny teknik kan det ske utan uppoffringar.**
 - **Lokal självförsörjning med energi och mat är teoretiskt möjlig under mars till september och med vatten året om.**

mauritz.glaumann@hig.se

www.ecoeffect.se