



STRATEGIER FÖR KLIMATNEUTRAL BETONG

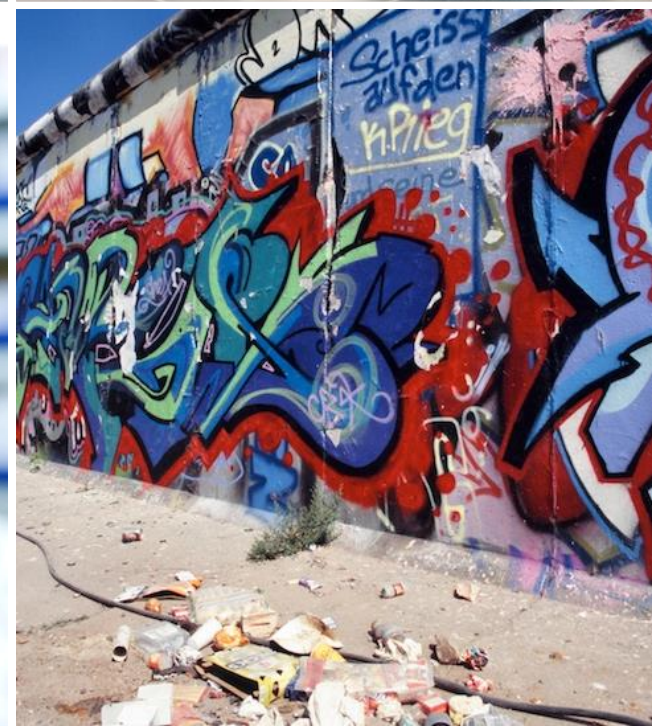
CIR-dagen 2018

Otto During

Research Institutes of Sweden

BUILT ENVIRONMENT

CBI SWEDISH CEMENT AND CONCRETE RESEARCH INSTITUTE

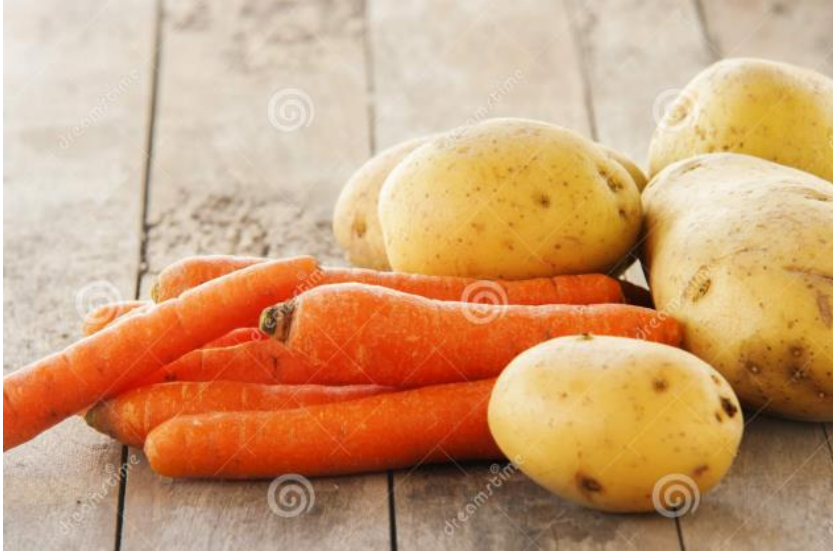




Strategi för klimatneutral betong

Är 243 kg CO₂/m³ betong mycket?

Rotfrukter: klimatpåverkan 0,1 kg CO₂/kg



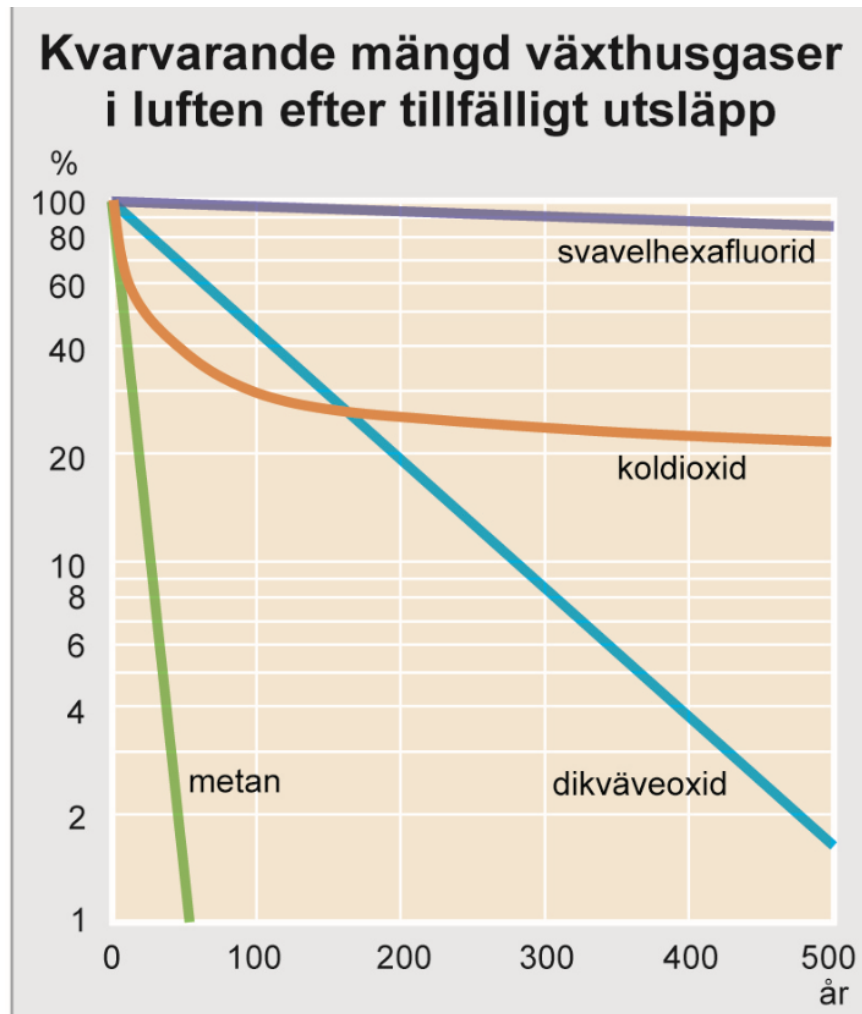
Betong: Klimatpåverkan 0,1 kg CO₂/kg



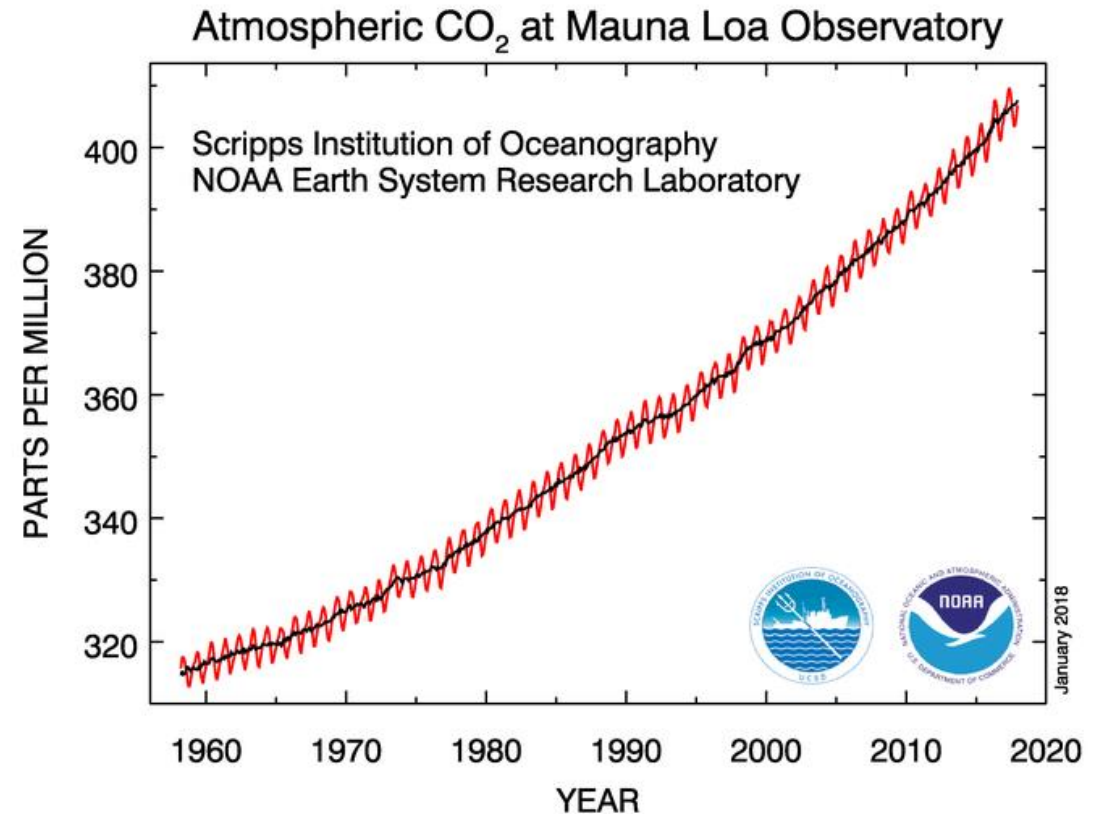
Globalt ca 3 miljarder ton CO₂ /år

Tänk långsiktigt

Koldioxid är kvar länge i atmosfären



Full Mauna Loa CO₂ record



Från Houghton *et al.* (1995) och *En ännu varmare värld* (Monitor 20), Naturvårdsverket

Det är möjligt



Pantheon byggd ca år 120 i betong:
Nästan 2000 år gammal betong gör att utsläppen/år blir små.

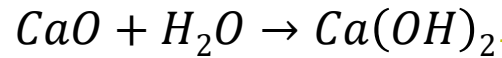
Socialt Hållbart



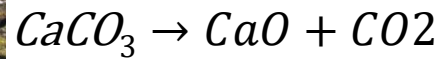
CO₂ emissioner från antik betong

Vulkanaska

Släckning av kalk



Bränning av kalksten



CO₂ emissioner

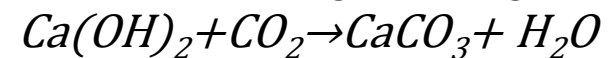
118 kg CO₂/ m³ betong

120 e Kr

Karbonatisering (upptag 118 kg CO₂/m³ betong)

2018

Tid



Tänk globalt och samarbeta

Projekt i Nepal

Risskalsaska (90-95% SiO_2)

Risskal är ett biobränsle.

Energipotentialen i världens risskal motsvarar en CO_2 reduktion på 190 miljoner ton CO_2 /år och kan ersätta ca 10% av bränslet till värdeproduktionen av cement.

Bild: Risskalsaska+Släkt kalk+Metakaolin+Ballast+Vatten→20MPa



Försök med risskalsaska visar att den är en mycket bra puzzolan

Tillsätts släkt kalk och metakaolin ger det en betong på över 20 MPa vid 28 dygn.

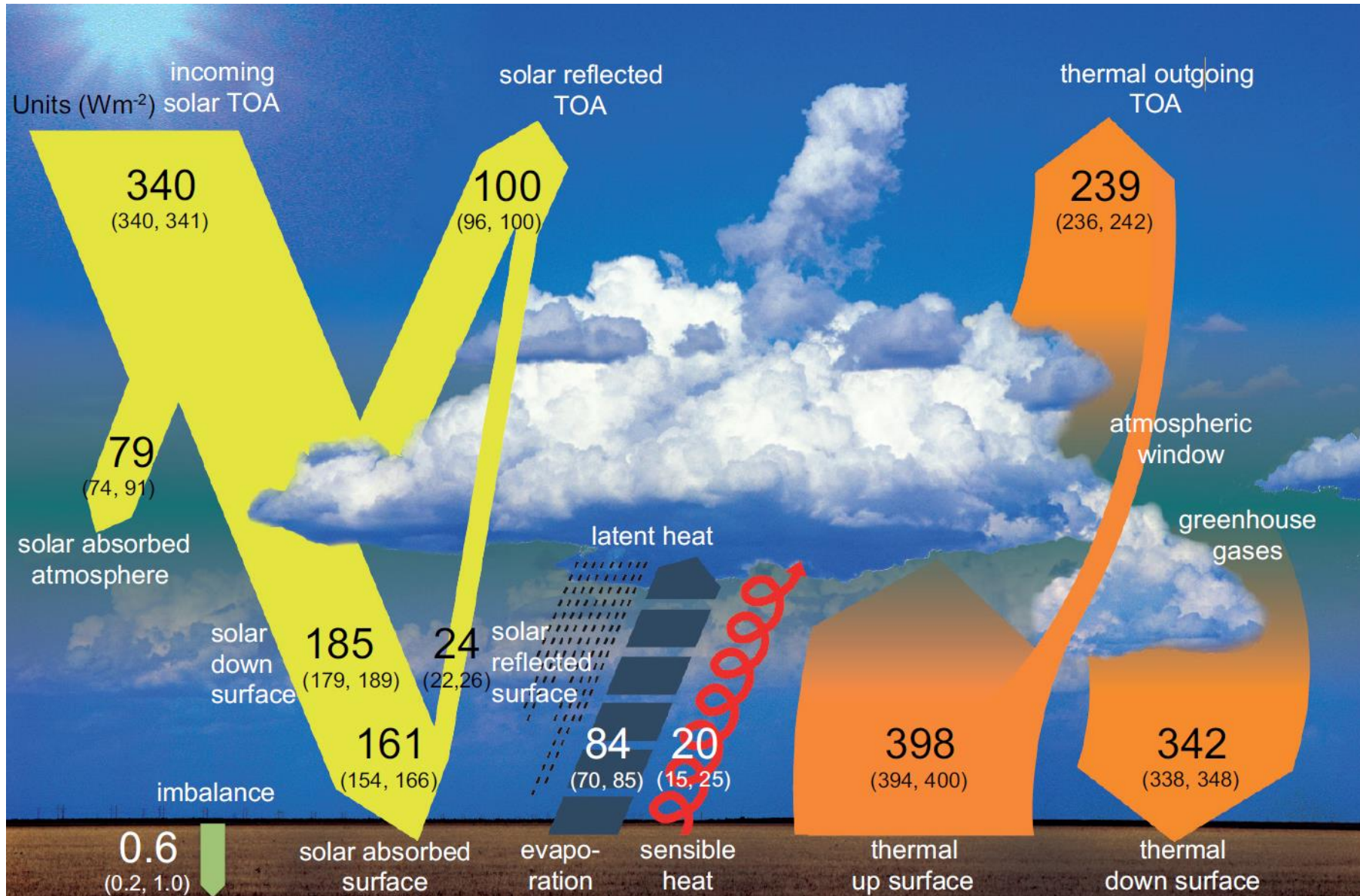
Klimatneutral?? Nej

Med lite Industriell Ekologi, Kanske

- Ny tillverkningsprocess
- Recirkulera avfall
- Utnyttja reflektion
- Lagra kol

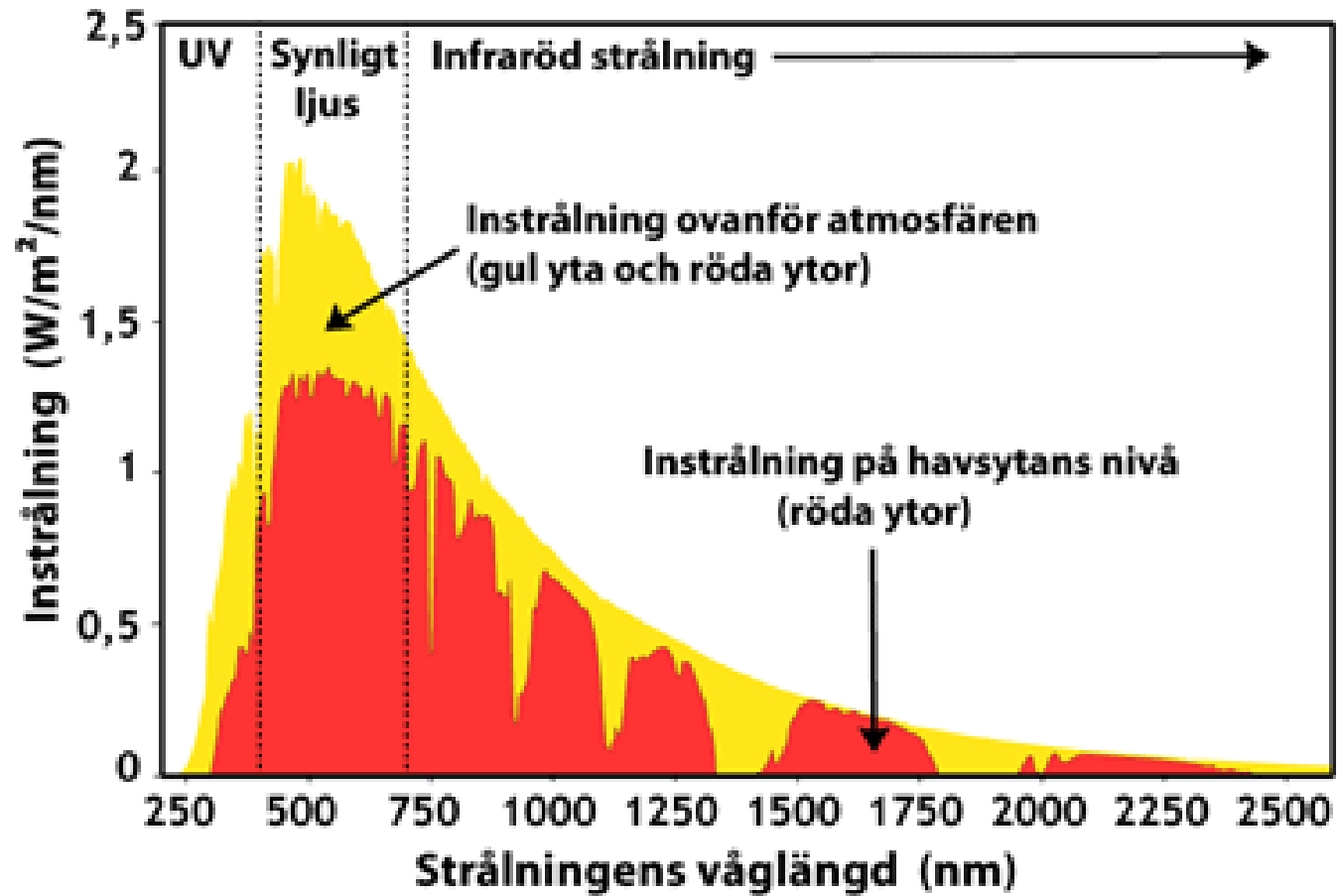


Tänk Nytt



Jordens Värmebalans

Albedo reflekterat solljus



SCB: En halv miljon Ha för transportinfrastruktur i Sverige



Albedo (α) Reflektion av solljus

$$\Delta CO2_{ekv} = 100\Delta\alpha \frac{-1,38t}{0,217t - \left(44,78e^{-\frac{t}{172,9}}\right) - \left(6,26e^{-\frac{t}{18,51}}\right) - \left(0,22e^{-\frac{t}{1,186}}\right) - 51,26}$$

Vad blir det för skillnad mellan 1 m² ljust och mörkt betong under 100 år?

$$\Delta CO2 = 100 \times (0,45 - 0,25) \times (\dots) = -58,2 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2$$

Vad blir det på all Infrastrukturen på 500 000 Hektar

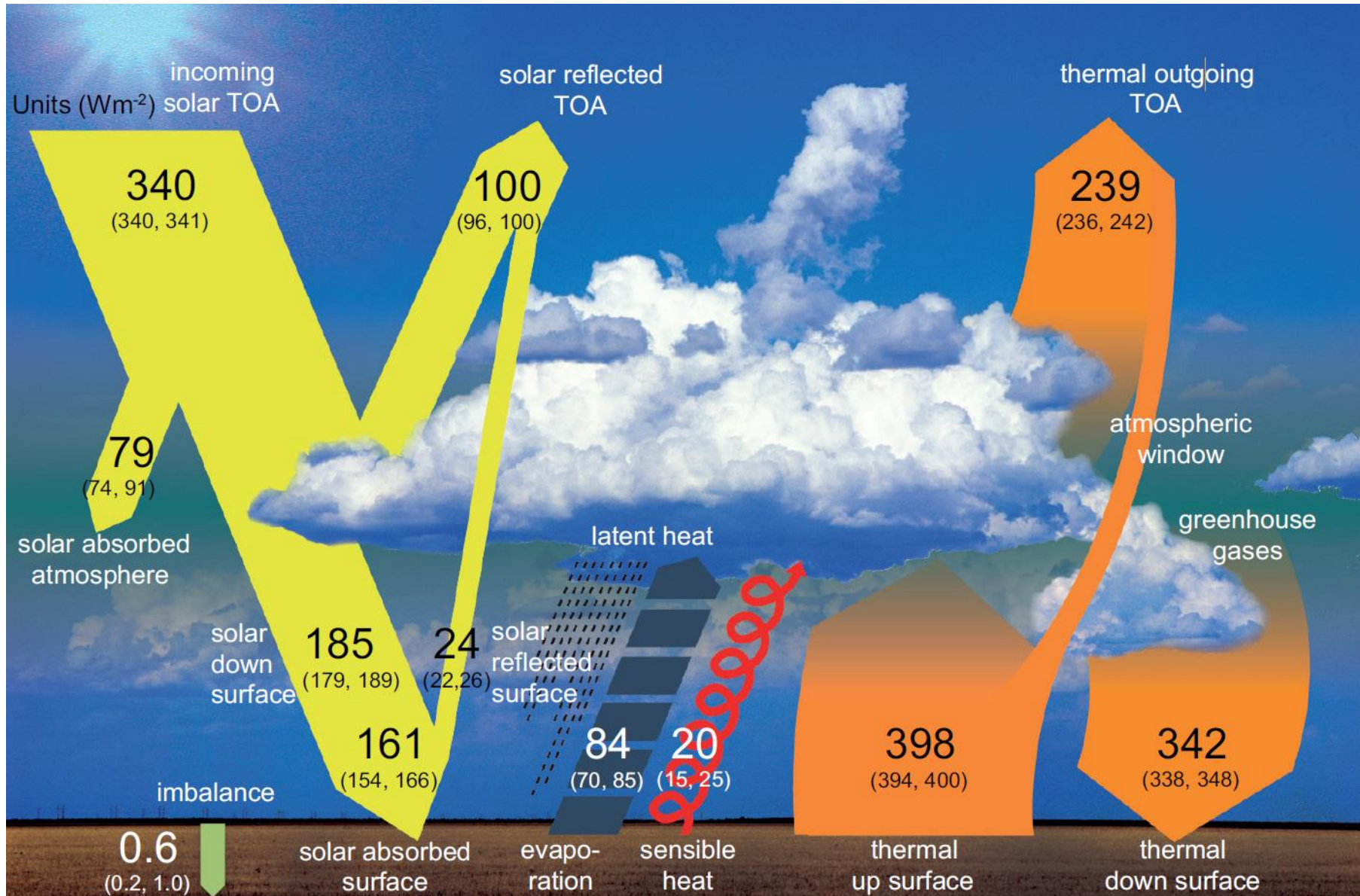
290 miljoner ton CO₂ på 100 år

Antag ett pris på 300 kr/ton CO₂

Det ger en samhällsvinst på 87 Miljarder kronor

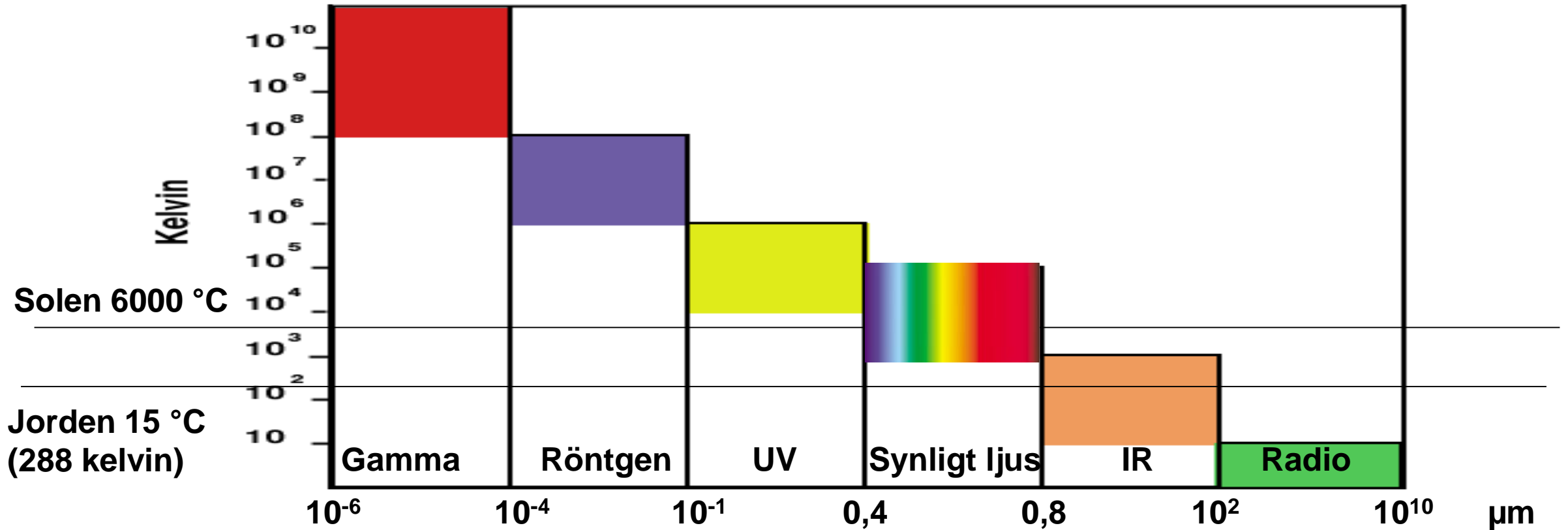
- Betong 0,25 -0,45
- Asfalt 0,05-0,20
- Ren snö 0,8-0,85
- Hav 0,1-0,2
- Spegel 1
- Lövskog 0,14
- Tallskog 0,09
- Sand 0,25-0,35

Tänk Nytt

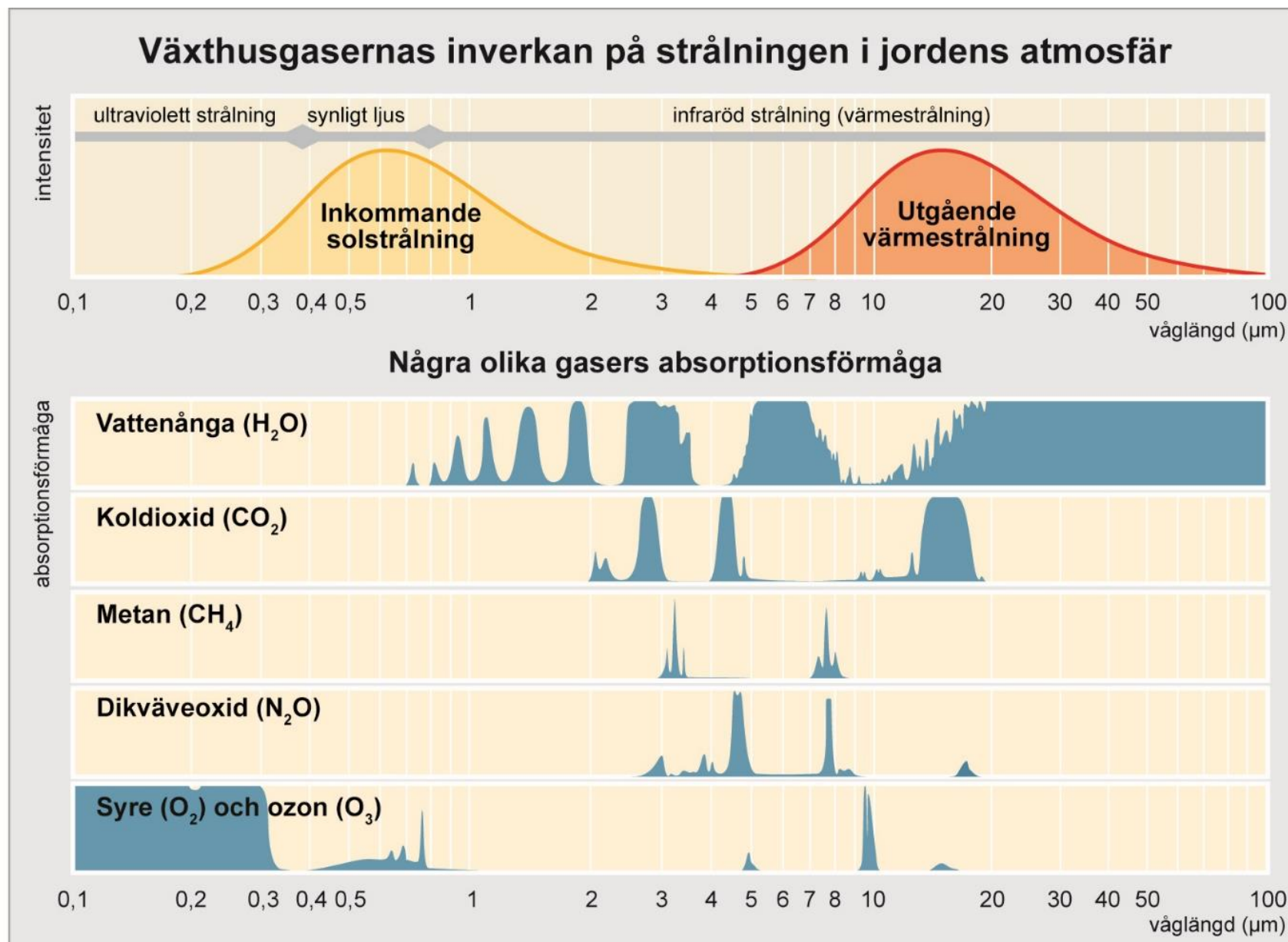


Jordens Värmebalans

Olika varma kroppar strålar med olika våglängder

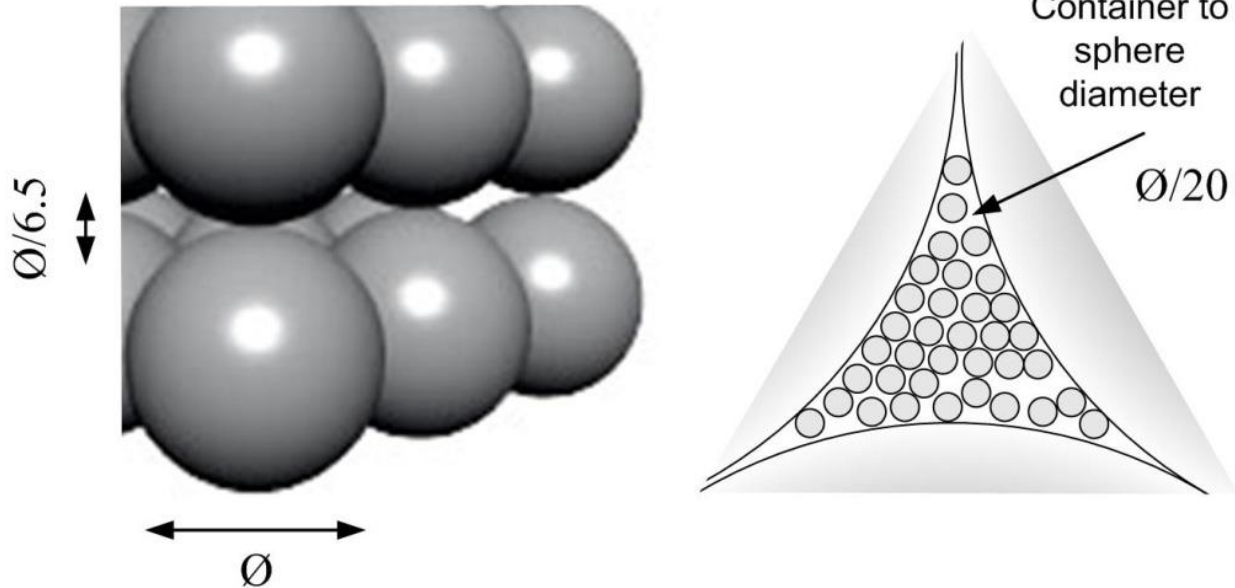


- Inkommande och utgående ljus har olika våglängder.
- Olika klimatgaser bromsar värmestrålningen
- Vattenångan i atmosfären står för 90% av växthuseffekten



Tänk på att hållfasthet byggs upp av mer än bindemedel

Genom att undvika hålrum byggs en stark betong upp
Stark betong kan göras med mindre cement.



200 kg cement/m³ + 10 kg silikastoft
98 MPa efter 56 dygn

Tänk på att utnyttja bindemedel som idag är avfall

Puzzolaner

- Flygaska
- Silikastoft
- Risskalsaska
- Vulkanaska (ej avfall)
- Metakaolin



Latent hydrauliska material

- Masugnsslagg



Ställ krav vid upphandling på klimatpåverkan

CBI Stockholm byggår 1944



275 kg klinker/m³

Modernt bygge



300-400 kg klinker/m³

Krav på snabb tillverkning
har ökat klinkerinnehållet

Hållbart byggande 2017
BRF Viva



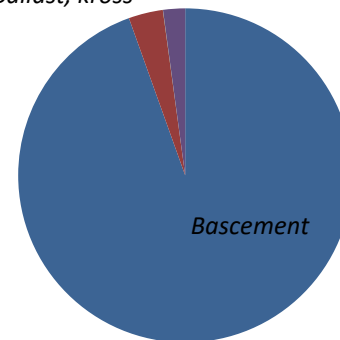
220-300 kg klinker/m³

Kommunicera klimatpåverkan

Program för att ta fram miljövarudeklaration för betong

Miljöpåverkan							
Påverkanskategorier	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	A1-A3
Klimatpåverkan (GWP 100 år)	kg CO2-ekv.	236,61	6,023	0,998	-	-	243,63
Ozonnedbrytning (ODP)	kg R11-ekv.	1,3E-06	5,5E-07	6,4E-07	-	-	2,53E-06
Försurning (AP)	kg SO2-ekv.	2,4E-01	5,6E-02	5,6E-03	-	-	3,04E-01
Övergödning (EP)	kg PO4-ekv.	6,6E-02	6,8E-03	2,1E-03	-	-	7,48E-02
Märknära ozonbildning (POCP)	kg C2H4-ekv.	3,3E-02	1,3E-03	4,4E-04	-	-	3,48E-02
Resursutarmning material (ADP)	kg Sb ekv.	5,6E-04	6,5E-08	2,8E-06	-	-	5,63E-04
Resursutarmning energi (ADP-fossila bränslen)	MJ	6,8E+02	7,5E+01	4,8E+01	-	-	8,05E+02
Resursanvändning							
Resurs	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	A1-A3
Förnybar primäre energi använd som energi	MJ, eff. värmevärde	169,90	0,43	33,97	-	-	204,30
Förnybar primäre energi använd produkten	MJ, eff. värmevärde	-	-	-	-	-	0,00
Total förnybar primäre energi	MJ, eff. värmevärde	169,90	0,43	33,97	-	-	204,30
Icke-förnybar primäre energi använd som energi	MJ, eff. värmevärde	959,36	88,64	56,47	-	-	1104,46
Icke-förnybar primäre energi använd i produkten	MJ, eff. värmevärde	71,82	-	-	-	-	71,82
Total icke-förnybar primäre energi	MJ, eff. värmevärde	1031,18	88,64	56,47	-	-	1176,28
Sekundära material	kg	42,16	-	-	-	-	42,16
Sekundära förnybara bränslen	MJ, eff. värmevärde	236,95	-	1,38	-	-	238,33
Sekundära icke-förnybara bränslen	MJ, eff. värmevärde	290,12	-	4,76	-	-	294,89
Vatten	m3	2,55	-	0,03	-	-	2,58
Övrig miljöinformation som beskriver avfallskategorier och utflöden							
Avfallskategorier	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	A1-A3
Farligt avfall	kg	2,3E-03	-	-	-	-	2,3E-03
Icke-farligt avfall	kg	2,3E+00	-	1,0E+00	-	-	3,3E+00
Radioaktivt avfall	kg	6,0E-02	-	-	-	-	6,0E-02
Komponenter för återanvändning	kg	-	-	-	-	-	0,0E+00
Material för återvinning	kg	-	-	-	-	-	0,0E+00
Material för energiåtervinning	kg	-	-	-	-	-	0,0E+00
Exporterad energi	MJ per energibärare	-	-	-	-	-	0,0E+00

Klimatpåverkan
Superplasticerare
Ballast, kross, lösning



243 kg CO2/m3



TACK!

Otto During

otto.during@ri.se

070-958 6874

Research Institutes of Sweden

BUILT ENVIRONMENT

CBI SWEDISH CEMENT AND CONCRETE RESEARCH INSTITUTE

