



Oppgave 1

a) Funksjonell enhet for produksjon av poteter og gulrotter kan være f. eks kalorier mtp. at de representerer matvareer.

b) Funksjonell enhet for malinger kan f. eks være m² dekket over 60 år. Denne enheten inkluderer da om en malingsstyre må males på flere ganger for å oppnå samme "referanse flyte".

c) Funksjonell enhet for en mobiltelefon avhenger litt av hva den hovedsakelig brukes til. Totalt antall ringeminutter over levetid viser til funksjonen til selve telefonen, eller informasjon oversikt i løpet av levetid. (Kan være målt i antall ord).

Tilgjengeligheten til telefonen, altså levetid kan være en god enhet. Tilgjengelighet over 3 år f. eks. Dette inkluderer da om telefonen må produseres på nytt innen 3 år for å tilfredsstille samme funksjon. Tilgjengelighet kan være målt i ~~forholdet mellom~~ $\frac{\text{tid tilgjengelig}}{\text{tid totalt levetid}}$

d) Funksjonell enhet til et tak på en bygning kan være m² over 60 år f. eks.

e) Funksjonell enhet for brett/vindkraft kan være antall kWh levert til kunde, eller Tilgjengelighet over samme tidsrom (gitt at kraftverkene gir samme effekt).



Oppgave 2

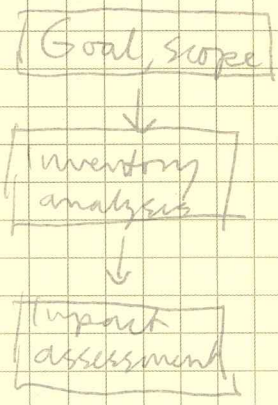
a) Inkluder:

- ~~Produksjon~~
- Produksjon og utvinning av materialer for hvert land
- Energiforsyningskarakteristikk for hvert land
- Avfallshåndtering
- Infrastruktur
- Transport
- "Impact assessment" på miljø basert på geografi, parvisning på miljø (Natur) 14/12.16
- HMS-referer og skadestatistikk i hvert land ved produksjon
- Ressursbegrensninger i hvert land
(Her er geografiske og markedsrelaterte faktorer som natur av stor betydning)

~~b)~~

Mer samnsynlig vil energiforsyning, transport og skadestatistikk oppføre valget, dersom en skal foreta en "endpoint"-impact assessment analyse som inkluderer parvisning på "human health", "ecosystem diversity" og "resource depletion".

b)



Goal: Hva er formålet med analysen?
~~Scope: Hva vil inkluderes og hvordan framme fram til et svar.~~
~~Inventory analysis: H~~
Scope: Hvordan gå fram for å få et svar.
 (Her bestemmes FU, "Reference flow" osv. som brukes som basis ved sammenligning)

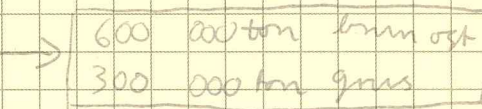


Inventory analysis: Hva må inkluderes i analysen? Hvor hentes dataene fra?

Impact assessment: Hvilken påvirkning vil prosessene ha på miljøet? Dette baseres på ReCiPe Endpoint, eller ReCiPe Midpoint.
 Midpoint beskriver fysisk/teknisk fenomen.
 Endpoint beskriver endelig komponent into human health, ecosystem diversity og ~~resource~~ resource depletion.

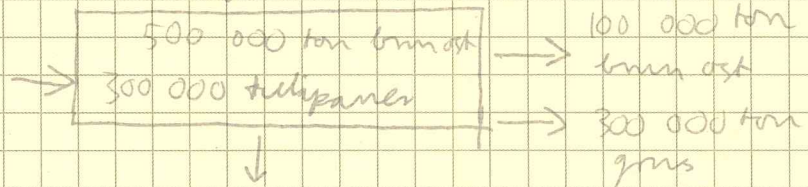
Oppgave 3

Kristiansand:



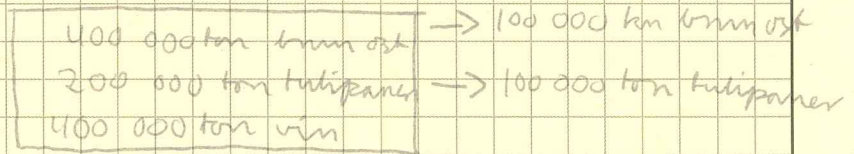
800 km

Rotterdam:



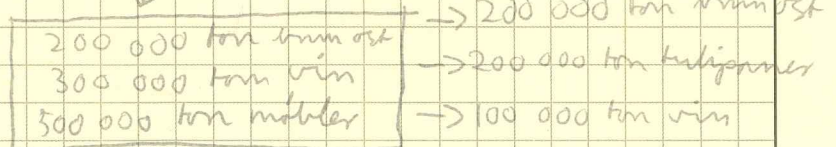
1600 km

Porto:

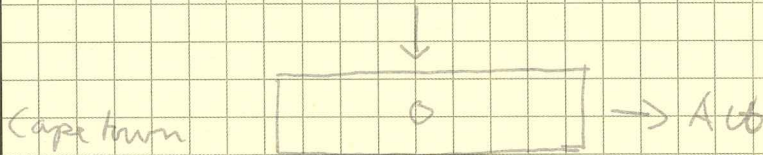


3500 km

Lagos:



2700 km



a) Furvsjinnell euhet (tkm)

Kr. sand → Rotterdam : $\Sigma tkm = 900\ 000\ tkm \times 800\ km$
 $\Rightarrow 7,2 \cdot 10^8\ tkm$

~~Rotterdam~~ Porto :
Rotterdam → ~~Porto~~ : $\Sigma tkm = 800\ 000\ tkm \times 1600\ km$
 $\Rightarrow 12,8 \cdot 10^8\ tkm$

~~Porto~~ Lagos

Porto → Lagos : ~~$\Sigma tkm = 10^6\ tkm \times 3500\ km$~~
 $\Sigma tkm = 10^6\ tkm \times 3500\ km$
 $\Rightarrow 35 \cdot 10^8\ tkm$

Lagos → Cape town :
 $\Sigma tkm = 10^6\ tkm \times 2700\ km$
 $\Rightarrow 27 \cdot 10^8\ tkm$

Totalt : $7,2 \cdot 10^8\ tkm + 12,8 \cdot 10^8\ tkm + 35 \cdot 10^8\ tkm + 27 \cdot 10^8\ tkm$
 $\Rightarrow 82 \cdot 10^8\ tkm$

$\Rightarrow \frac{6000\ tkm\ SO_2\ -eg}{82 \cdot 10^8\ tkm} = 7,317 \cdot 10^{-7}\ tkm\ SO_2\ -eg / tkm$



SO₂-eg pr. reise

Kr. Sande → Rotterdam : $7,317 \cdot 10^{-7} \frac{\text{ton}}{\text{tkm}} \cdot 7,2 \cdot 10^8 \text{tkm}$

⇒ 526,824 ton SO₂-eg

Rotterdam → Porto : $7,317 \cdot 10^{-7} \frac{\text{ton}}{\text{tkm}} \cdot 12,8 \cdot 10^8 \text{tkm}$

⇒ 936,576 ton SO₂-eg

Porto → Lagos : $7,317 \cdot 10^{-7} \frac{\text{ton}}{\text{tkm}} \cdot 35 \cdot 10^8 \text{tkm}$

⇒ 2560,95 ton SO₂-eg

Lagos → Cape town : $7,317 \cdot 10^{-7} \frac{\text{ton}}{\text{tkm}} \cdot 27 \cdot 10^8 \text{tkm}$

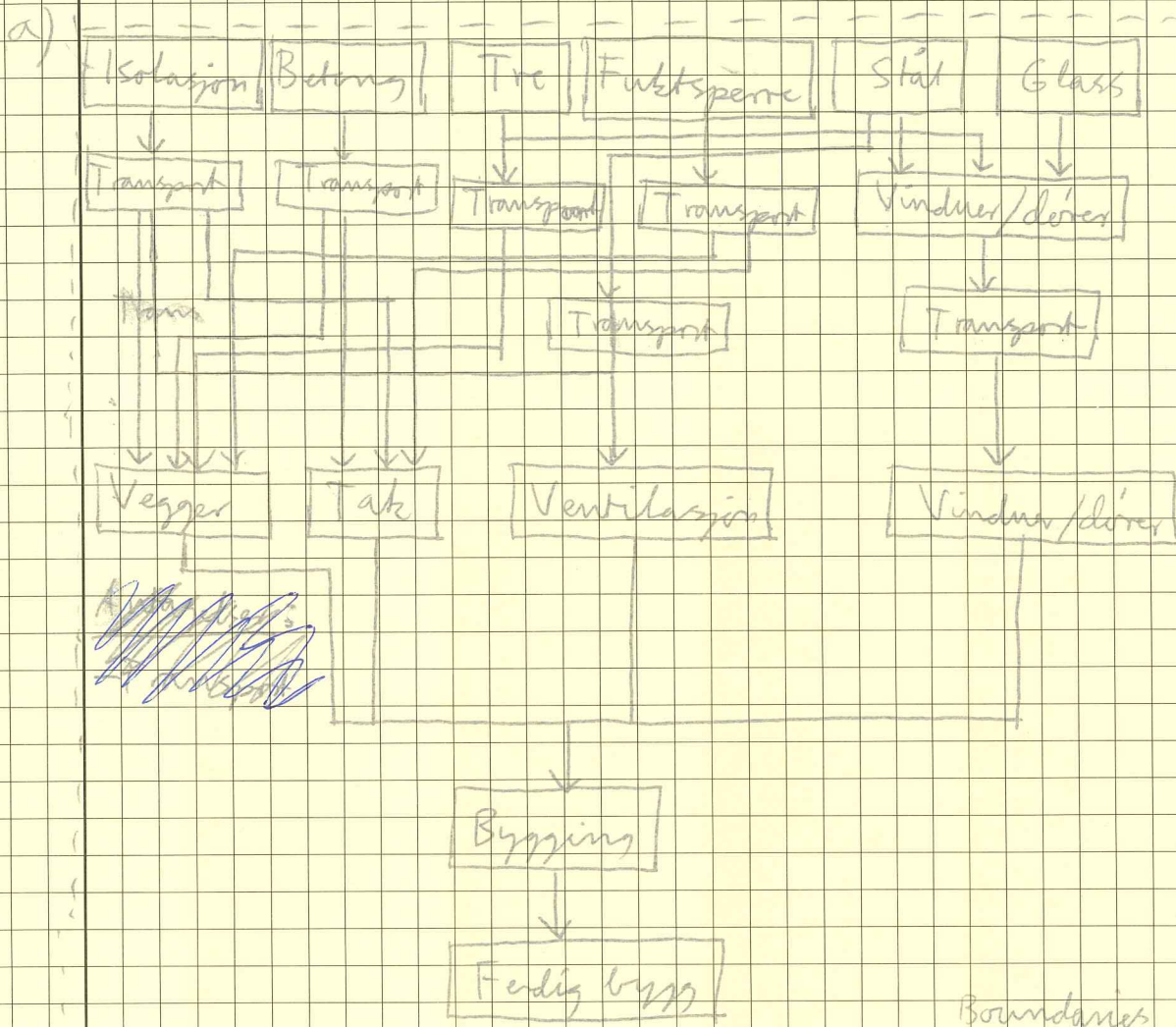
⇒ 1975,59 ton SO₂-eg

b) Har er det brukt partitioning allocation metode på tkm (tkm x tkm) for hver reise

~~Oppgave 4~~
BYG 404, 120, 14/12.16, 5 av 12



Oppgave 4



Antaselser:

- Utvinning av materialer er utenfor system boundaries
- Ingen transport av materialer til produksjon av vinduer og dører
- Transport av anleggsmaskiner til og fra byggeplass er ikke med
- Ingen avfall og avfallshåndtering
- Bearbeiding av stål til stålducts for ventilasjonen er ~~ikke~~ ikke tatt med. (Kunne materialet)



Emnekode : BYG 404
 Kandidatnr. : 120
 Dato : 14/12.16
 Ark nr. : 7 av 12

u)

Vegger:Isolasjon: 15 tonn, transport: 375 tkm 25 km

Betong: 47 tonn, transport: 1175 tkm

Tre: $102 \text{ m}^3 \cdot \frac{480 \text{ km}}{1000} / 3 = 48,96 \text{ km}$, transport: 1224 tkm

Fuktspærre: 1,5 tonn, transport: 300 tkm (200 km)

Vinduer/dører:Glass: $760 \text{ m}^2 \cdot \frac{3 \text{ m}}{100} \cdot \frac{2600 \text{ km}}{1000} / 3 = 59,28 \text{ km}$ PVC: $65 \text{ kg} / \text{m}^2 \cdot 760 \text{ m}^2 \cdot \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ kg}} = 49,4 \text{ km}$ Stål: $20 \text{ kg} / \text{m}^2 \cdot 760 \text{ m}^2 \cdot \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ kg}} = 15,2 \text{ km}$ Tre: $\frac{480}{1000} \text{ km} / 3 \cdot 139 \text{ m}^2 \cdot \frac{3 \text{ m}}{100} = 2 \text{ km}$ Transport vinduer/dører:
 $125,88 \text{ km} \times 75 \text{ km} = 9441 \text{ tkm}$ Tak:

Fuktspærre: 2,3 tonn, transport: 460 tkm (200 km)

Isolasjon: 3 tonn, transport: 75 tkm (25 km)

Betong: 2 tonn, transport: 50 tkm (25 km)



Emnekode : BYG 404
Kandidatnr. : 120
Dato : 14/12.16
Ark nr. : 8 av 12

Ventilasjon:
Stål (vår?): 2,1 tonn, transport: 2100 tkm (1000 km)
Isolasjon: 1,7 tonn, transport: 42,5 tkm (25 km)

Totalt materiale nødvendig:

Isolasjon: (1,5 + 3 + 1,7) tonn = 19,7 tonn

$$\Rightarrow \frac{19,7 \text{ tonn}}{3717 \text{ m}^2} \cdot 63 \text{ m}^2 / \text{leikighet} = \underline{\underline{0,33 \text{ tonn} / \text{leikighet} \text{ (Isolasjon)}}$$

Betong: (47 + 2) tonn = 49 tonn

$$\Rightarrow \frac{49 \text{ tonn}}{3717 \text{ m}^2} \cdot 63 \text{ m}^2 / \text{leikighet} = \underline{\underline{0,83 \text{ tonn} / \text{leikighet} \text{ (Betong)}}$$

Tre: (48,96 + 2) tonn = 50,96 tonn

$$\Rightarrow \frac{50,96 \text{ tonn}}{3717 \text{ m}^2} \cdot 63 \text{ m}^2 / \text{leikighet} = \underline{\underline{0,86 \text{ tonn} / \text{leikighet} \text{ (Tre)}}$$

Fuktsperre (1,5 + 2,3) tonn = 3,8 tonn

$$\Rightarrow \underline{\underline{0,064 \text{ tonn} / \text{leikighet} \text{ (Fuktsperre)}}$$

Stål: (19,2 + 2,1) tonn

$$\Rightarrow \underline{\underline{0,29 \text{ tonn} / \text{leikighet} \text{ (Stål / ståltrå)}}$$

Glass (59,78 tonn)

$$\Rightarrow \underline{\underline{1 \text{ tonn} / \text{leikighet} \text{ (Glass)}}$$

PVC (49,4 tonn)

$$\Rightarrow \underline{\underline{0,837 \text{ tonn} / \text{leikighet} \text{ (PVC)}}$$



c) Total tøm: Alle materialers bidrag til løses
 ← byggingstid (tøm)
 $(325 + 1175 + 1224 + 300 + ~~8928~~ 9441 + 460 + 75 + 50 + 2100 + 42,5) \text{ tøm} = 15242,5 \text{ tøm}$

$$\Rightarrow \frac{15242,5 \text{ tøm}}{3717 \text{ m}^2} \cdot 63 \text{ m}^3 / \text{leilighet} = \underline{\underline{258,35 \text{ tøm} / \text{leilighet}}}$$

d) Total energi:

Anleggsmaskin Bygging: $1200 \text{ timer} \cdot 0,923 \text{ liter diesel / time} \cdot 44 \text{ MJ} / \text{liter diesel}$

$$\Rightarrow \text{Anleggsmaskiner} = \frac{48734,4 \text{ MJ}}{3,6 \text{ MJ}} \cdot 1 \text{ kWh} = \underline{\underline{13537,34 \text{ kWh}}}$$

Elektrisitet: 45277 kWh

Transport: $15242,5 \text{ tøm} \cdot 0,02 \frac{\text{liter diesel}}{\text{tøm}} \cdot \frac{44 \text{ MJ}}{\text{liter diesel} \cdot 3,6 \text{ MJ}} \cdot \text{kWh}$

$$\Rightarrow \text{Transport} = \underline{\underline{3725,94 \text{ kWh}}}$$

Total energi / leilighet: $\frac{13537,34 + 45277 + 3725,94 \text{ kWh}}{3717 \text{ m}^2 \cdot \frac{1}{63 \text{ m}^3 / \text{leilighet}}}$

$$\Rightarrow \underline{\underline{1060,0 \text{ kWh} / \text{leilighet}}}$$



e) Dette er en del av en consequential studie, ettersom formålet med den er å undersøke den mulige gevinsten ved å renovere i stedet for videre drift. En ser på spørsmålet "What if we do this?". Likevel vil studien kreve system ekspansjon for å virkelig se på den totale gevinsten, først og fremst med tanke på å utnytte varme fra søppelforbrenningsanlegget i Kristiansand. Det er flere deler, der system ekspansjon vil være nødvendig som følger av dette. Dette er typisk for consequential studier.

Oppgave 5

Utslipp på 50 GJ etanol brennstoff

$$\text{kg SO}_2 = 0,2362 \text{ kg/GJ} \cdot 50 \text{ GJ} = 11,81 \text{ kg SO}_2$$

$$\text{kg NO}_x = 0,17377 \text{ kg/GJ} \cdot 50 \text{ GJ} = 8,6885 \text{ kg NO}_x$$

$$\text{kg Ammoniak} = 0,03382 \text{ kg/GJ} \cdot 50 \text{ GJ} = 1,691 \text{ kg Ammoniak}$$

$$\text{kg nmVOC} = 0,05699 \text{ kg/GJ} \cdot 50 \text{ GJ} = 2,8495 \text{ kg nmVOC}$$

$$\text{kg CO} = 0,20242 \text{ kg/GJ} \cdot 50 \text{ GJ} = 10,121 \text{ kg CO}$$

kg SO₂-equivalenter totalt

$$11,81 \text{ kg SO}_2 \cdot 1 + 8,6885 \text{ kg NO}_x \cdot \frac{0,560 \text{ SO}_2\text{-eq}}{\text{NO}_x} + 1,691 \text{ kg amm.} \cdot \frac{2,45 \text{ SO}_2\text{-eq}}{\text{amm.}} \Rightarrow 20,819 \text{ kg SO}_2\text{-eq}$$



kg nmVOC - ekvivalenter totalt

$$11,81 \text{ kg SO}_2 \cdot \frac{0,655 \text{ nmVOC-eg}}{\text{SO}_2} = \del{9,328,38}$$

$$+ 8,6885 \text{ kg NO}_x \cdot \frac{1,375 \text{ nmVOC-eg}}{\text{SO}_2}$$

$$+ 2,8495 \text{ kg nmVOC} + 10,121 \text{ kg CO} \cdot \frac{0,095 \text{ nmVOC-eg}}{\text{CO}}$$

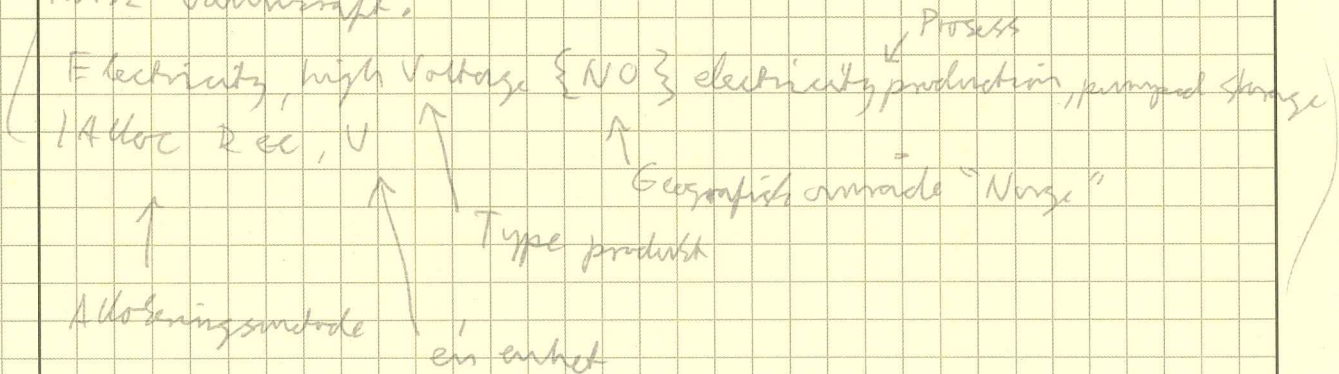
$$\Rightarrow \underline{23,49 \text{ kg nmVOC-ekvivalenter}}$$

Oppgave 6

~~Den øverste nevnte gir kun informasjon om utslipp ved produksjon og fordeling av energi~~

Den øverste nevnte inneholder alle prosesser som skal til for å produsere én enhet energi fra vannkraft, men inkluderer ikke distribusjons til kunder.

Den gir tall for høyspennings elektrisitetsproduksjon av norsk vannkraft.





Den andre nevnte gir markedsallokerte norske verdier for produksjon og levering av én enhet elektrisk høyspennet energi til kunder. Tallene angir gjennomsnittsverdier i det norske markedet. ~~2000-2010~~
 Verdiene er allottet slik at tallene representerer en gjennomsnittlig mix av strømforsyningen i ~~2000-2010~~ Norge, og inkluderer alle prosesser som skal til for å levere én enhet høyspennet elektrisitet til kunder.

Oppgave 7

$$4) \quad 337 \text{ kWh/a} = \frac{\Delta E_{\text{orig}} (\text{Originalt bygg})}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow E_{\text{orig}} - E_0 = 337 \text{ kWh/a} \cdot (t - t_0), \quad E_0 = 0, \quad t_0 = 0$$

$$\Rightarrow E_{\text{orig}} = 337 \text{ kWh/a} \cdot t = 3717 \text{ m}^2$$

$$102 \text{ kWh/a} = \frac{\Delta E}{\Delta t} (\text{Renover})$$

$$E_0 = 943000 \text{ MJ} \cdot \frac{3,6 \text{ kWh/kWh}}{3717 \text{ m}^2} \Rightarrow E_0 = 2619444 \text{ kWh}$$

$$\Rightarrow E_{\text{renov}} = 102 \text{ kWh/a} \cdot t + 2619444 \text{ kWh}$$

$$E_{\text{renov}} = E_{\text{orig}} \Rightarrow 337 t = 102 t + 2619444$$

$$\Rightarrow t = \frac{2619444}{337 - 102} \quad \text{Renover}$$

$$1252629 \cdot t = 379134 t + 2619444$$

$$\uparrow \text{original} \quad \Rightarrow t = 2,99 \approx 3 \text{ år}$$

6) Hillary Clinton, men Tommy vant på delegater?