

Eko-industrijski parkovi

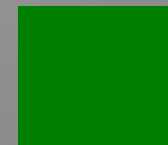
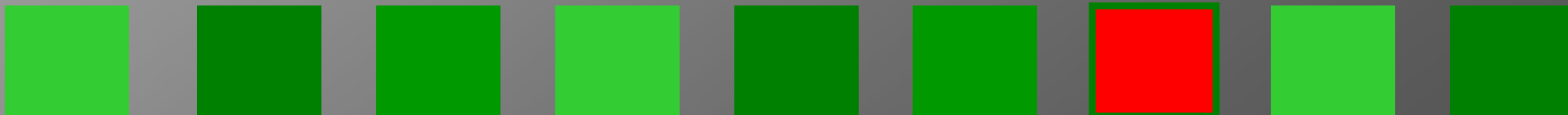
KALUNDBORG

Model

INDUSTRIJSKA EKOLOGIJA

dr Srđan Glišović, dipl. ing.

srdjan.glisovic@znrfak.ni.ac.rs



Eko-industrijski parkovi...

... su simbiotska veza između kompanija koje međusobno upotrebljavaju otpadne materije i viškove energije iz komplementarnih procesa

Predstavljaju model savremenog upravljanja resursima i partnerstva između javnog i privatnog sektora

... predstavljaju značajne elemente formiranja održivih zajednica i otelotvorenje ideje o formiranju “zatvorenih ciklusa” i “bezotpadnih tehnologija”

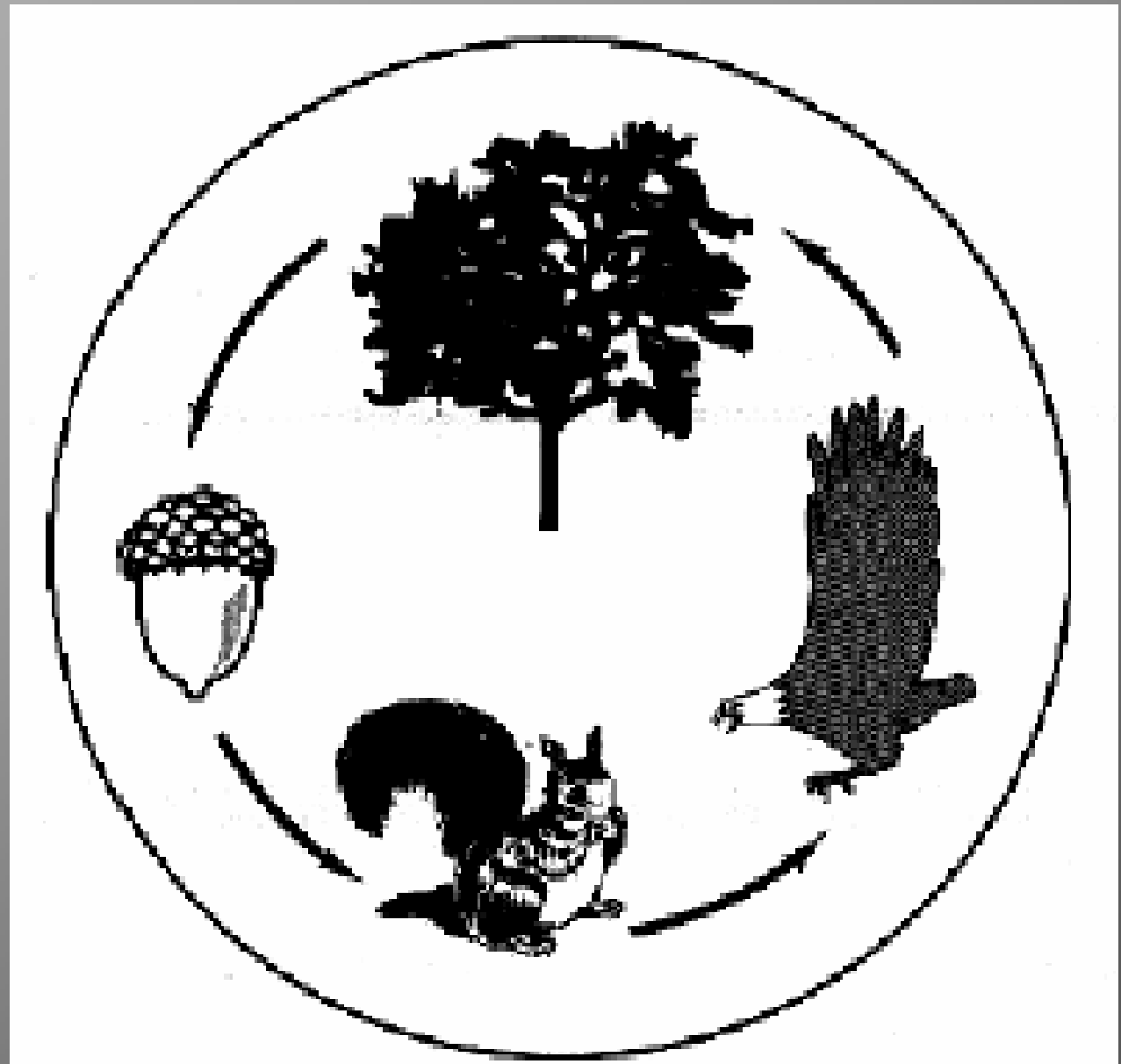
Predstavljaju težnju da se zaštita životne sredine ostvaruje na ekonomski održivim osnovama

Univerzitet u Nišu

INDUSTRIJSKA EKOLOGIJA
dr Srđan Glišović, red. prof.
srdjan.glisovic@znrfak.ni.ac.rs



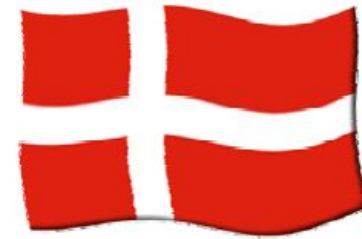
**Bezotpadni ciklus u
prirodnim
ekosistemima –
model za mimikriju u
eko-industrijskim
sistemima**



KALUNDBORG MODEL

Industrijska ekologija u praksi





Industrial Symbiosis

Kalundborg
Denmark



KALUNDBORG, Kraljevina DANSKA



Kalundborg, Danska

20.000 stanovnika

- Struktura eko-industrijskog parka nije planirana unapred
- Do prvih kooperacija došlo je 1960, po postavljanju rafinerije
- Drugi značajan projekat nastao je 1970. izgradnjom fabrike gipsanih ploča "Gyproc"

Univerzitet u Nišu



INDUSTRIJSKA EKOLOGIJA
dr Srđan Glišović, red. prof.
srdjan.glisovic@znrfak.ni.ac.rs





Kalundborg

model eko-industrijske simbioze

- Razmena industrijskih nusproizvoda – prvi primer eko-industrijske simbioze.
- Kompanije su u ugovorne odnose stupale u periodu od 70-tih do 90-tih godina (spontana i spora evolucija bilateralnih odnosa)
- Osnovni motiv: potraga za ekonomski isplativnom upotrebom otpadnih materijala
- U osnovi sistema je bilo 5 ključnih partnera
- U početku nije bilo planiranja čitave mreže za industrijsku simbiozu
- Jedini planirani potez bio je lociranje fabrike gipsanih ploča “Gyproc” u blizinu rafinerije “Statoil” radi iskorišćenja rafinerijskog gasa kao energenta
- Intenzitet razmene materije i energenata $\approx$ 3 miliona tona godišnje

Kalundborg

model industrijske simbioze

PET OSNOVNIH PARTNERA:

- **Asnaes** – termoelektrana na ugalj, najveća u Danskoj, 1500 MW
- **Statoil** – rafinerija nafte, najveća u Danskoj, kapaciteta 3,2 miliona tona godišnje
- **Gyproc** – kompanija za proizvodnju gipsanih ploča – godišnje proizvodi 14 miliona kvadratnih metara (dovoljno za izgradnju svih kuća u 6 gradova veličine Kalundborg-a)
- **Novo Nordisk** – međunarodna farmaceutska kompanija, biotehnologije – godišnja prodaja preko 2 milijarde USD (postrojenje u Kalundborgu je jedno od najvećih i proizvodi 40% svetskih količina insulina, kao i industrijske enzime)
- **Grad Kalundborg** – obezbeđuje sistem daljinskog grejanja za 20000 stanovnika, kao i sistem za snabdevanje vodom

Univerzitet u Nišu

INDUSTRIJSKA EKOLOGIJA
dr Srđan Glišović, red. prof.
srdjan.glisovic@znrfak.ni.ac.rs





PARTNERI U EKO-INDUSTRIJSKOJ SIMBIOZI:

Asnæs: Termoelektrana **ENERGI E2**

Statoil: Rafinerija **STATOIL**

Novo Nordisk: Farmaceutska industrija i biotehnologije



Novozymes: Proizvodnja industrijskih enzima



Gyproc: Proizvodnja gipsanih ploča za građevinarstvo



PARTNERI (nastavak)

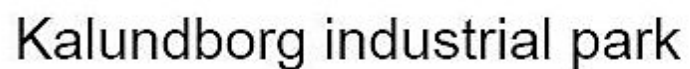
- Bioteknisk Jordens: Kompanija za remedijaciju tla
- Grad Kalundborg: Prima toplotnu energiju iz elektrane
- Novoren I/S: Postrojenje za tretman otpada



Univerzitet u Nišu

INDUSTRIJSKA EKOLOGIJA
dr Srđan Glišović, red. prof.
srdjan.glisovic@znrfak.ni.ac.rs







MEHANIZAM SIMBIOZE

„*Asnaes Energy E2*“ je termoelektrana na ugalj i jedna je od najvećih u Danskoj. Obezbeđuje toplotu za grad Kalundborg, za približno 4.500 domaćinstava, za farmaceutsku kompaniju „*Novo Nordisk*“ i „*Novozymes*“.

Termoelektrana predaje paru rafineriji nafte „*Statoil*“. Višak toplote iz procesa hlađenja tehničke vode se usmerava za dalje korišćenje u ribnjacima i staklenicima.

Velika količina letećeg pepela i klinkera iz elektrane (oko 30000 t/god.) se dalje koristi u fabrici cementa, za proizvodnju portland cementa i izradu okolnih puteva.

Farme koriste mulj iz ribnjaka i nusproizvode farmaceutske kompanije „*Novozymes*“ kao đubrivo. „*Novo Nordisk*“ iz procesa proizvodnje insulina kao nusproizvod daje suspenziju kvasca, koja se koristi dalje za ishranu 800.000 svinja.

Mulj iz opštinskih postrojenja za prečišćavanje vode se koristi kao hranjivi sastojak u procesu bio-remedijacije.



MEHANIZAM SIMBIOZE

- Rafinerija nafte „Statoil“ iz pogona za desumporizaciju izdvaja amonijum tiosulfat ($\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_3\text{S}_2$) u količini od 20000t/god. koji se dalje koristi kao tečno đubrivo. Ova količina odgovara ukupnoj potrošnji đubriva u Danskoj.
- Postrojenje za desumporizaciju koje se nalazi pri elektrani „Asnaes“ izdvaja sumpor dioksid (SO_2) iz dima i formira gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) kao nusproizvod, u količini od 200.000t/god.
$$\text{SO}_2 + \text{CaCO}_3 + \frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$
(Sumpor + Kalcijum + Kiseonik + Voda = Gips)
- Dobijeni gips se prosleđuje firmi „Gyproc“ za izradu gipsanih ploča koje imaju široku primenu u građevinarstvu. „Gyproc“ dobija gips i iz opštinskog reciklažnog centra Kalundborg. Sumpor se, takođe, predaje fabrici „Kemira“ za proizvodnju sumporne kiseline (H_2SO_4).



Pioniri industrijske simbioze

- Skup kompanija u Kalundborgu se smatra pionirima industrijske simbioze. Veliki značaj ove grupacije je u tome što je poslužila kao inspiracija drugim kompanijama, koje su prema njihovim pozitivnim iskustvima uspele da stvore replike mreža za razmenu nusproizvoda.
- Razmena otpada obuhvata 2,9 miliona tona materijala godišnje. Partnerstvo se bazira na finansijskoj dobiti.
- Slabost: sistem se oslanja na fosilno gorivo iz uvoza.

KALUNDBORG MODEL

POTROŠNJA VODE:

Termoelektrana Asnæs je smanjila ukupnu potrošnju voda za 60% i potrošnju pitke vode za 90%.

Podzemene vode su supstituisane površinskim vodama iz jezera Tissø i prečišćenom otpadnom vodom iz rafinerije Statoil

Kompanija Novozymes A/S je prethodno takođe koristila pitku vodu iz podzemnih izvora za svoj proces proizvodnje. Sadašnjim postupkom je milion kubnih metara pitke vode supstituisano jezerskom vodom koju komunalni sistem opštine Kalundborg prečišćava do kvaliteta pitke vode.

Potrošnja jezerske vode je takođe smanjena za 50%, jer termoelektroana Asnæs reciklira svoje otpadne vode

KALUNDBORG MODEL

OTPADNE VODE:

Recikliraju se zajedno sa površinskim i atmosferskim vodama u rezervoaru kapaciteta 220000 kubnih metara i koriste se za tehnološki proces u termoelektrani.

Kompanija Novozymes A/S prečišćava otpadne vode do nivoa zagađenja koji odgovara otpadnoj vodi iz domaćinstava, a zatim je pumpa u sistem za tretman otpadnih voda opštine Kalundborg. Relativno visoka temperatura vode iz sistema kompanije Novozymes A/S olakšava kasniji tretman u javnom sistemu.

KALUNDBORG MODEL

KVASAC:

Iz proizvodnje insulina u kompaniji Novo Nordisk A/S dobija se hrana za uzgoj prasadi. Proizvodnja insulina se zasniva na procesu fermentacije u kome su glavni sastojci šećer i so, koji se transformišu u insulin dodavanjem kvasca. Posle zagrevanja, kvasac, koji predstavlja nusproizvod, pretvara se u polutečnu masu za ishranu svinja. U supstancu se dodaju šećer, voda, i bakterije mlečne kiseline. Ovaj nutrijent godišnje zamenjuje približno 70% sojinih proteina koji su tradicionalni dodatak prehrani prasadi. Približno 800000 svinja se godišnje uzgoji uz upotrebu ove supstance.

TEČNO ĐUBRIVO:

Proces desumporizacije u kompaniji Statoil redukuje sadržaj sumpora u rafinerijskom gasu, pri čemu se emisije SO_2 znatno redukuju. Nusproizvod je amonijumsulfat, koji se koristi za proizvodnju približno 20000 tona tečnog đubriva, što približno odgovara potrebama danskog tržišta.

KALUNDBORG MODEL

GAS:

Većiti plamen za sagorevanje viška gasa je deo bezbednosnog sistema svake rafinerije. Bezbednosni plamen Statoil rafinerije je sveden na najmanju moguću meru, jer se višak gasa koristi za internu upotrebu. U ranijem periodu, najveći deo ovog gasa je cevovodom transportovan do postrojenja kompanije Gyproc i rafinerije Asnæs, kao energent za njihovu proizvodnju.

GIPS:

Postrojenje za desumporizaciju termoelektrane Asnæs uklanja sumpordioksid (SO_2) iz gasa i proizvodi godišnje približno 100000 tona gipsa (gips je nusproizvod hemijskog procesa desumporizacije). Gips se prodaje kompaniji Gyproc A/S, koja proizvodi gipsane ploče za građevinarstvo. Gips iz termoelektrane značajno smanjuje potrebu za uvozom sirovog gipsa, a sekundarni gips je čistijeg i uniformnijeg sastava od prirodnog. Gips iz reciklažne stanice Kara/Noverens takođe, u manjoj meri, doprinosi kako smanjenju potrebe za prirodnom sirovinom, tako i smanjenju količine čvrstog otpada za deponovanje.

KALUNDBORG MODEL

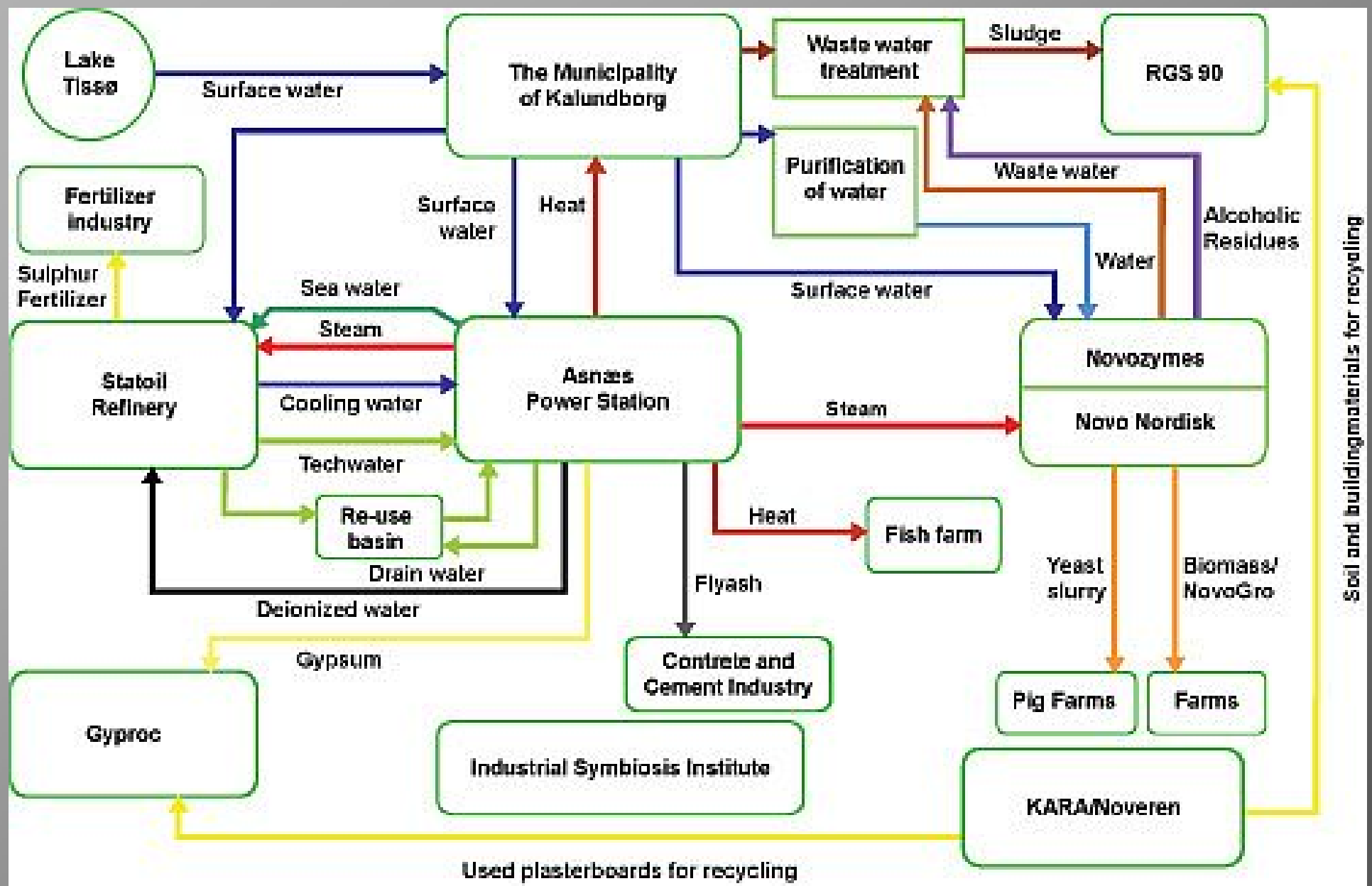
PEPEO:

Termoelektrana Asnæs uklanja čestice pepela iz dima i tako proizvodi približno 30000 tona pepela godišnje.

Pepeo se tretira u postrojenju u Velikoj Britaniji, pri čemu se izdvajaju nikl i vanadijum. Najveći kupac pepela je kompanija Aalborg Portland koja ga koristi za proizvodnju u industriji cementa.

BIOMASA:

Proizvodnja enzima u kompaniji Novozymes A/S zasniva se na fermentaciji sirovina kao što je krompirovo ili kukuruzno brašno. Proces fermentacije generiše 150000 kubnih metara čvrste biomase, poznate pod tržišnim imenom NovoGro®. Posle inaktivacije i higijenizacije, ovu biomasu koristi približno 600 farmera kao đubrivo za svoja polja na Zapadnom Zealand-u, što predstavlja supstituciju komercijalnih đubriva. Ova biomasa, kao uzgredne produkte, sadrži azot i forsfor.



Kalundborg model

Razmena industrijskih nusprodukata, kompanije su u ugovorne odnose stupale u periodu od 70-tih do 90-tih godina:

- Asnaes – termoelektrana na ugalj
- Statoil – rafinerija nafte
- Gyproc – kompanija za proizvodnju gipsanih ploča
- Novo Nordisk – farmaceutska kompanija

Univerzitet u Nišu

INDUSTRIJSKA EKOLOGIJA
dr Srđan Glišović, red. prof.
srdjan.glisovic@znrfak.ni.ac.rs



Termoelektrana na ugalj

Ulazne sirovine:

- Ugalj
- Višak gasa iz rafinerije
- Slana rashladna voda

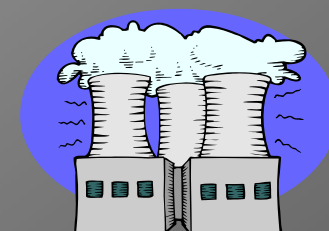
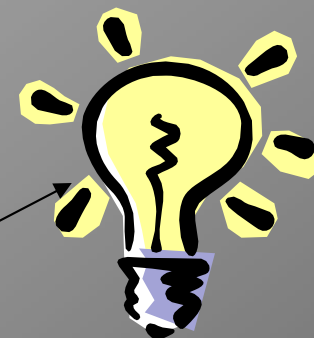
Produkti i ko-produkti:

- Električna energija
- Para / Toplota
- Zagrejana slana voda
- Pepeo
- Gips

Otpadni gas



**Termoelektrana
na ugalj**

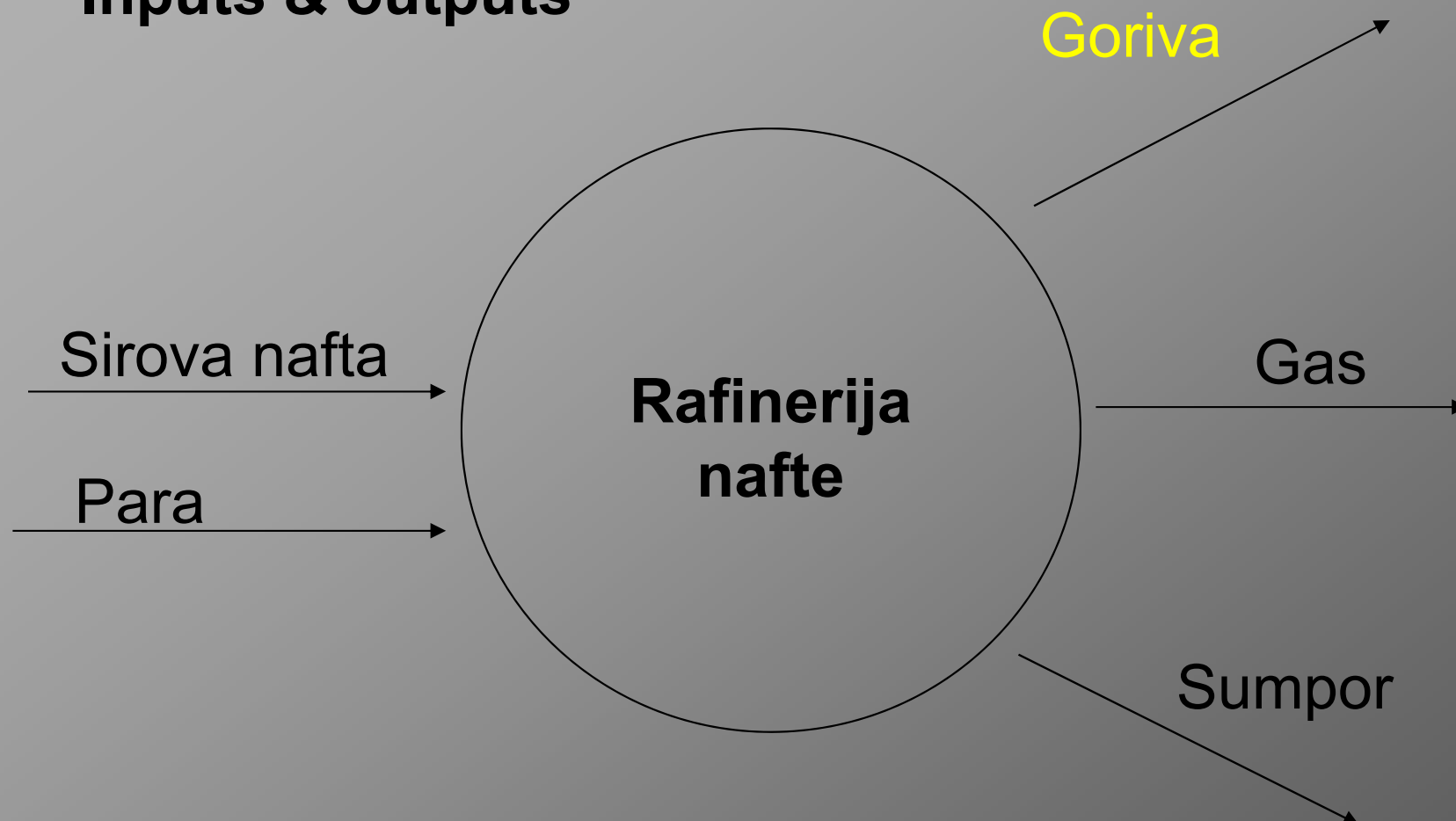


Gips

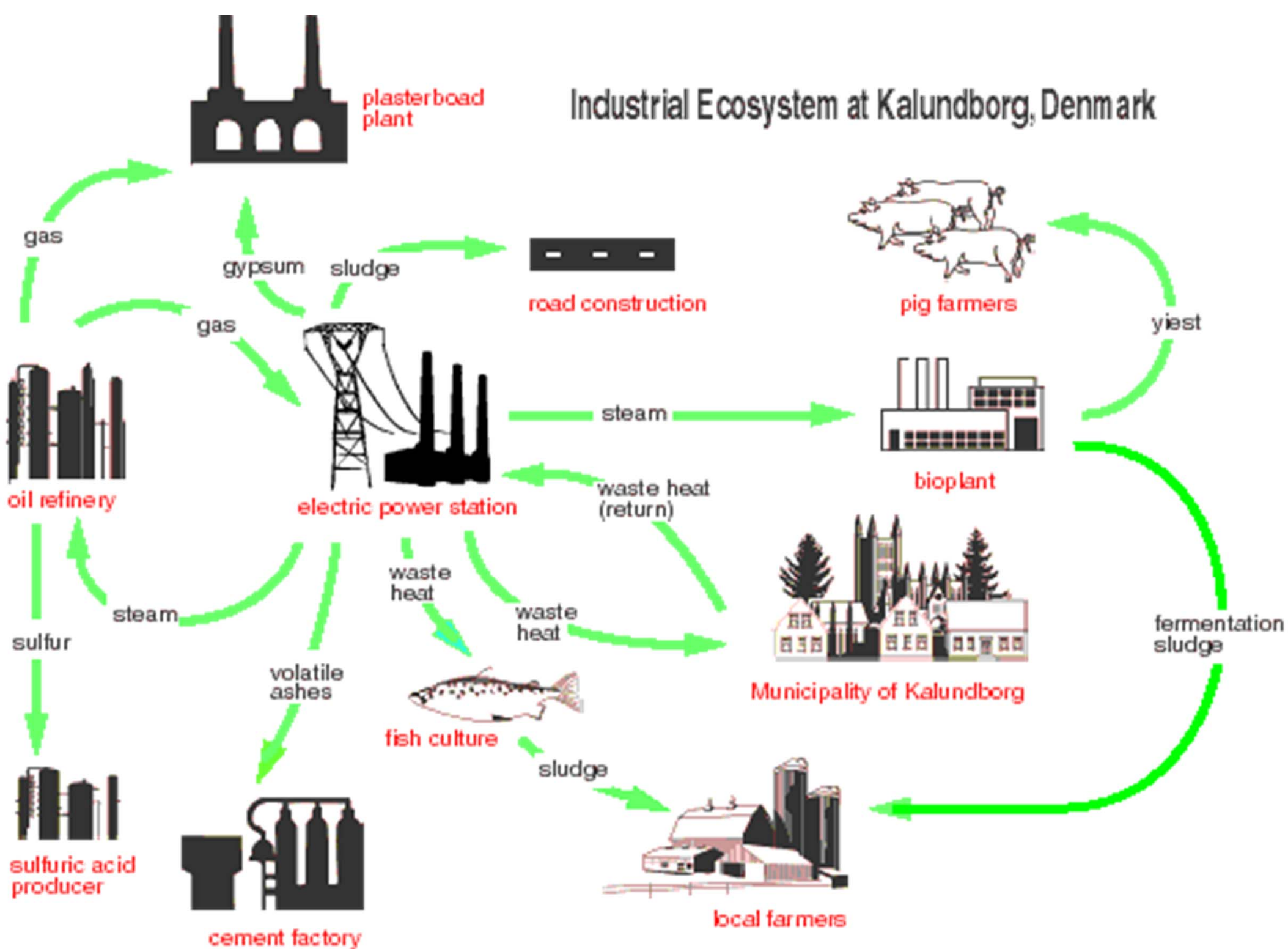


Rafinerija nafte

Inputs & outputs



Industrial Ecosystem at Kalundborg, Denmark



KALUNDBORG MODEL efekti saradnje	
Smanjenje potrošnje resursa	
Nafta	19000 t/god.
Ugalj	30000 t/god.
Voda	1200000 t/god.
Smanjenje emisija	
CO ₂	130000 t/god.
SO ₂	25000 t/god.
Ponovna upotreba otpadnih materijala	
Pepeo	135000 t/god.
Sumpor	2800 t/god.
Gips	80000 t/god.
Kiseonik iz bio-otpada	800 t/god.
Fosfor iz bio-otpada	400 t/god.

Industrijska ekologija u Kalundborgu

- Ušteda resursa:
 - 30% bolje iskorošćenje goriva upotrebom kombinovanog postupka proizvodnje toplote i energije (kogeneracija) u odnosu na odvojene procese
 - Smanjena potrošnja nafte
 - 3500 grejnih tela manje (nafta kao energent) za zagrevanje domaćinstava
 - Ušteda zaliha pitke vode
- Novi izvori sirovina
 - Gips, sumporna kiselina, đubriva, uzgoj ribe

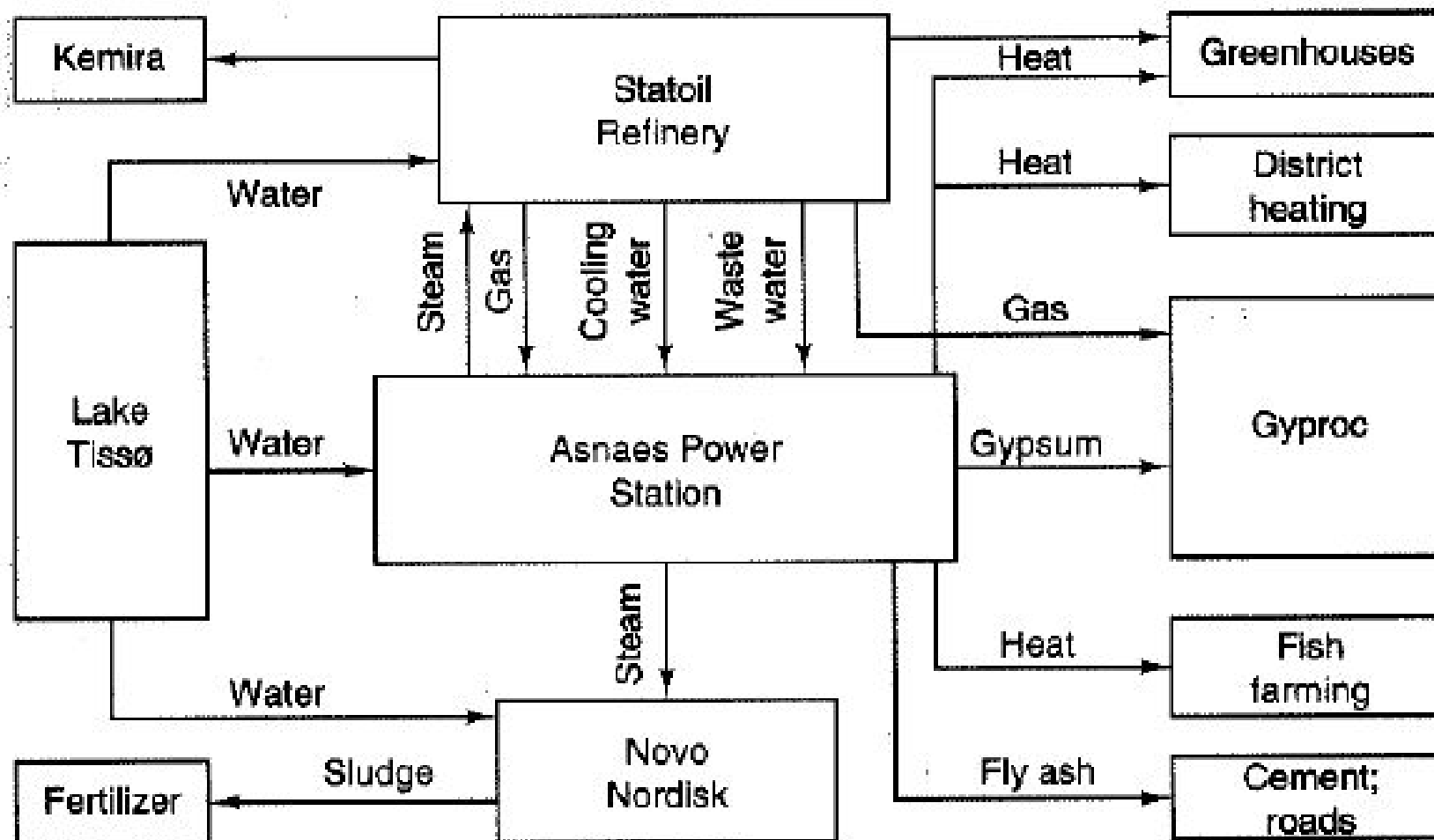
saznajte više: <http://www.symbiosis.dk>

Univerzitet u Nišu

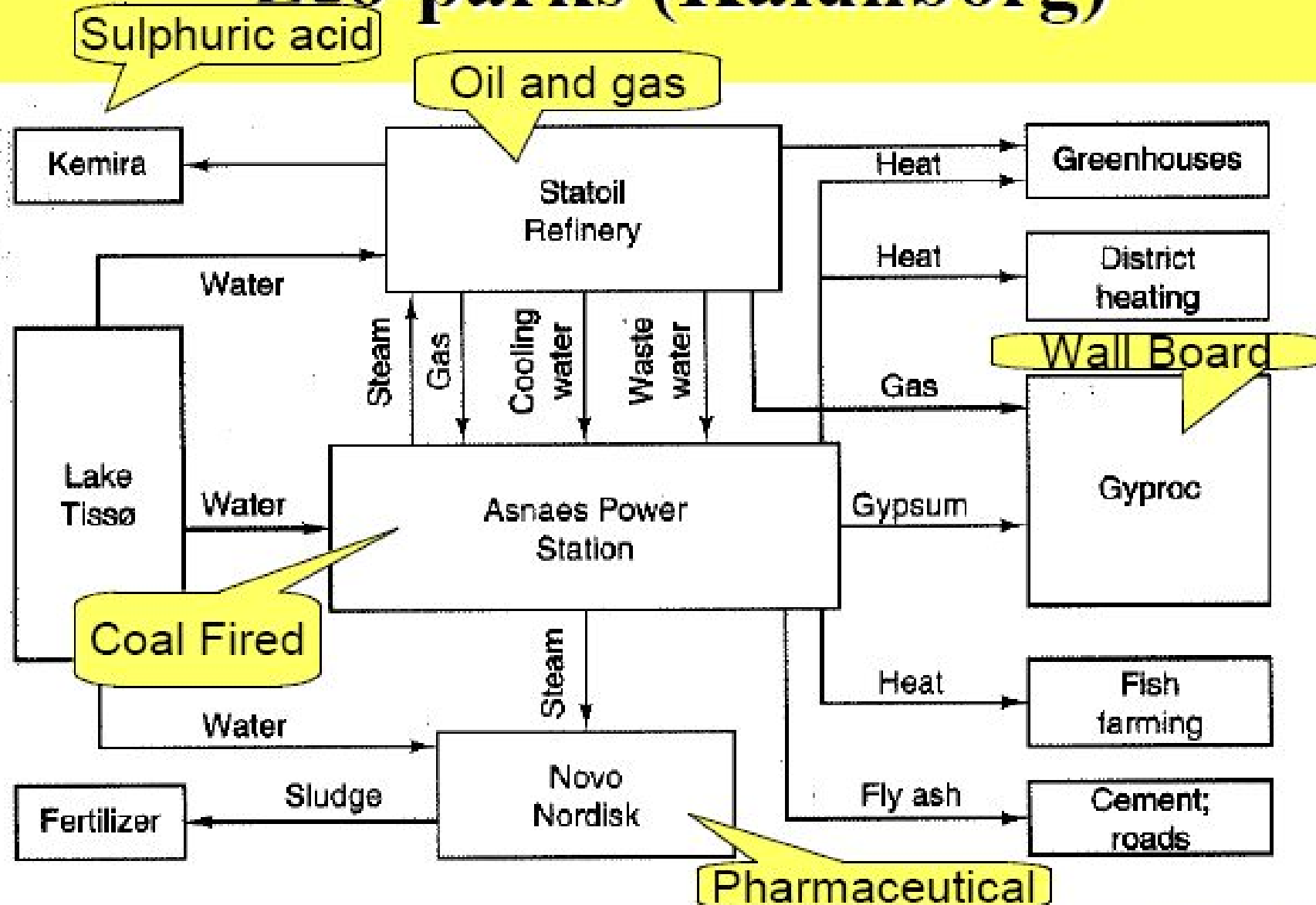


For exchange students...

Eco-parks (Kalunborg)



Eco-parks (Kalunborg)



Sulfur from gas **o-parks (Kalunborg)**

