

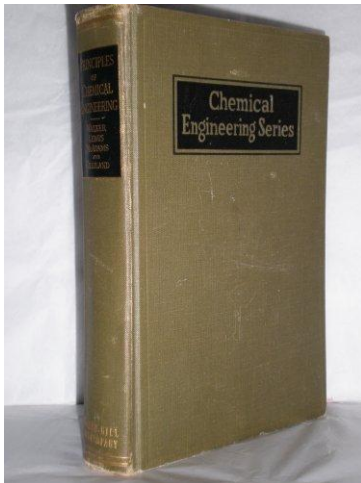
Prosessi- ja ympäristötekniikan perusta

Aihe 1: Yksikköprosessit

Oulun yliopisto



Tavoite



Tavoitteena on oppia tarkastelemaan **prosessikokonaisuutta jakamalla se helpommin käsiteltäviksi osiksi eli yksikköprosesseiksi**

Miksi yksikköprosessit näkökulmana?

- Kokonaisuuden tarkastelu on helpompaa pienempinä palasina
- Hyvin erilaisetkin kokonaisprosessit palautuvat samankaltaisiksi yksikköprosesseiksi
 - Yksikköprosessien ymmärtäminen on yleisemmin hyödynnettävää osaamista kuin prosessiketjujen hallinta
- Yksikköprosessiajattelu on mielletty keskeiseksi osaksi prosessi-/kemianteekniikkaa jo noin 100 vuoden ajan
 - Yksikköprosessiajattelu osana kemianteekniikka on mainittu jo esim. Warren K. Lewisin (1882-1975), William H. Walkerin (1869-1934) ja William H. McAdamsin teoksessa "The principles of chemical engineering" vuodelta 1923.

Oulun yliopisto



Sisältö

Chapter / Part	Page
CHAPTER 1 UNIT OPERATIONS IN CHEMICAL ENGINEERING	1
part I STAGE OPERATIONS	9
2. MASS-TRANSFER OPERATIONS	31
3. PHASE RELATIONSHIPS	36
4. EQUILIBRIUM STAGE CALCULATIONS	43
5. COUNTERCURRENT MULTISTAGE OPERATIONS WITH REFLEX	51
6. COUNTERCURRENT MULTISTAGE OPERATIONS WITH REFLEX	65
7. SPECIAL CASES IN STAGE OPERATIONS: EMPLOYED CALCULATION METHODS	81
8. UNSTEADY-STATE STAGE OPERATIONS	86
PART I: NOTATION AND NOMENCLATURE	87
part II MOLECULAR AND TURBULENT TRANSPORT	89
9. MOLECULAR-TRANSPORT MECHANISM	113
10. APPLICATIONS OF MOLECULAR-TRANSPORT THEORY TO THE STEADY STATE	128
11. APPLICATIONS OF MOLECULAR-TRANSPORT THEORY TO THE UNSTEADY STATE	139
12. TURBULENT-TRANSPORT MECHANISM	152
13. FUNDAMENTALS OF TURBULENT TRANSFER	203
14. FUNDAMENTALS OF TURBULENT TRANSFER	219

Oulun yliopisto

Kokonaisprosessi ja sen jakaminen yksikköprosesseihin

Erilaiset yksikköprosessit

Yksikköprosessien yhdistäminen kokonaisprosessiksi

Aiheen 1 tehtävä



Kokonaisprosessit



Metsä Fibren biotuotetehdas Äänekoskella.

Kokonaisprosessi

- Tuotanto-/valmistusprosessi, jossa valmistetaan jotain tuotetta (esim. paperi, teräs, biopoltoaine)
- Käsittelyprosessi, jossa lähtöaine ja tuote ovat "sama aine/materiaali", jossa on kuitenkin tapahtunut jokin laadullinen muutos (esim. liikaisen veden puhdistus)
- Toimintaketju, jolla ei ole aineellista tuotetta (esim. energiantuotanto)

Tietyissä tapauksissa prosessia kannattaa tarkastella kokonaisuutena

- Taloudellinen kannattavuus
- Kokonaisympäristövaikutukset

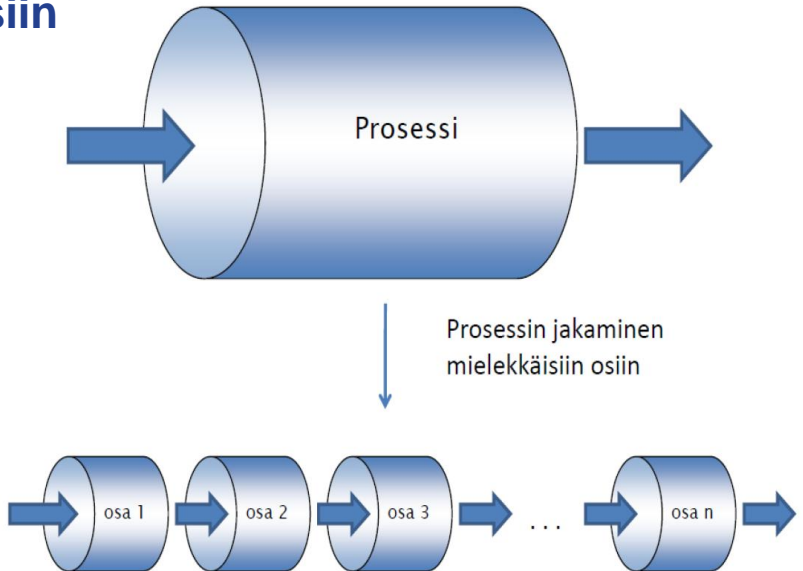
Usein on kuitenkin helpompaa tarkastella kokonaisprosessia pienempinä osina

- Kokonaiskuvan muodostaminen osatarkastelujen pohjalta
- Erilliset prosessivaiheet ovat helpommin hallittavissa, jos/kun toiminnalla on useita tavoitteita – Yhdellä vaiheella selkeästi yksi tavoite
 - esim. olosuhteiden valinta/optimointi/hallinta

Oulun yliopisto



Kokonaisprosessit ja niiden jako osiin



Kokonaisprosessit ja niiden jako osiin

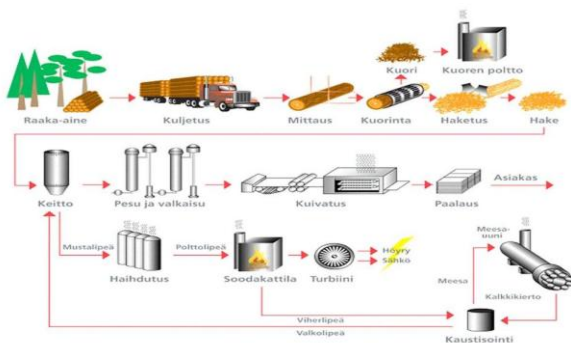
Kokonaisprosessi voidaan jakaa pienempiin osiin eli prosessivaiheisiin

Prosessivaihe = Osaprosessi

- Kokonaisprosessin osa
- Käsittelyvaihe, jolla on tietty tavoite
 - Yleensä jonkin fyysikaalisen, kemiallisen tai biologisen toimenpiteen aikaansaamiseksi
- Jatkuvatoiminen tai panosprosessi
- Osaprosessissa voi toteutua yksi tai useampia yksikköprosesseja

Yksikköprosessi

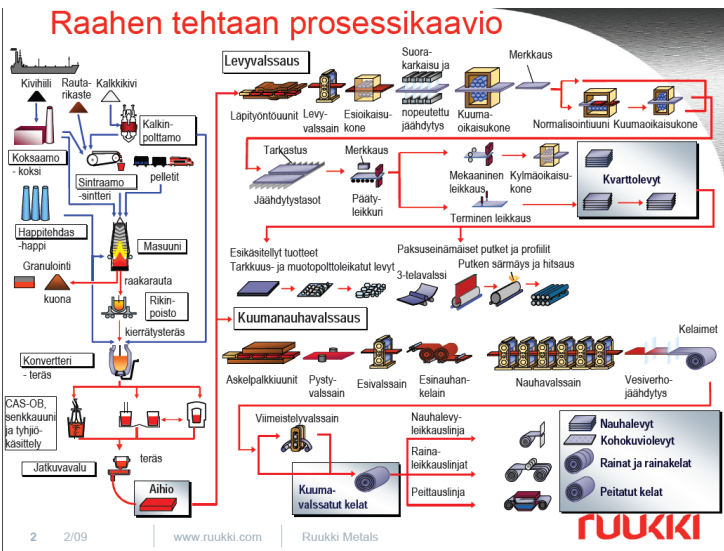
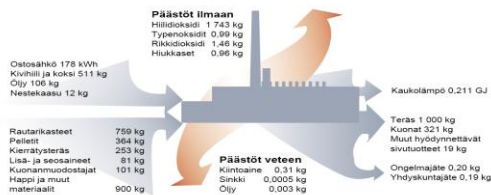
- "Rakennuspalikka", joista kokonaisprosessi koostuu
- Teollisuudenalasta riippumaton
 - Voidaan tarkastella samoin menetelmin kokonaisprosessista riippumatta (= Jos hallitsee yksikköprosessit, hallitsee kokonaisprosessit)
- Tiedyt sisääntulot ja ulostulot (aine, energia)



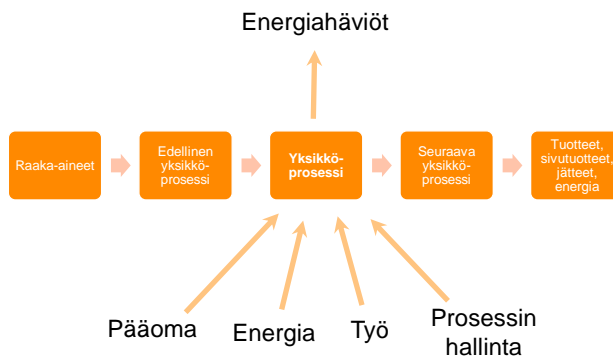
Sellunvalmistuksen prosessikaavio (Metsä Fibre).



Kokonaisprosessit ja niiden jako osiin



Yksikköprosessit



”Perinteinen” luokittelu:

- Mekaaniset prosessit
 - esim. kiintoaineen kuljetus, murskaus ja jauhatus, seulonta ja luokitus
- Virtausprosessit
 - esim. fluidien siirto, suodatus
- Lämmönsiirtoprosessit
 - esim. lämmönsiirto
- Aineensiirtoprosessit
 - esim. absorptio, adsorptio, tislauk, rikastus
- Termiset prosessit
 - esim. haihdutus, kiteytys

Kaikki yksikköprosessit eivät ole luokiteltavissa yksiselitteisesti em. luokiiin

- Yhdistäminen, esim. sekoitus
- Erotusprosessit, esim. tislauk
- Reaktioprosessit (kemialliset, biologiset)



Yksikköprosessit



Vanha valssimurskain, Pershyttan, Nora, Ruotsi.

Yksikköprosessi ↔ Prosessilaite

- esim. murskaus ↔ murskain, lämmönsiirto ↔ lämmönvaihdin, tislaus ↔ tislauskolonni

Samassa prosessivaiheessa voi olla useita yksikköprosesseja

- Laiteteknisesti yksikköprosessien erotus toisistaan voi olla mahdotonta
- Yksikköprosesseja voidaan kuitenkin tarkastella erikseen, esim. reaktorin virtausten mallinnus reaktioista välittämättä

Yksikköprosessien tarkastelutapoja:

- Tasetarkastelut (vrt. aihe 2)
 - Ainetaseet, energiataseet
- Ilmiöiden tarkastelu (vrt. aihe 3)
 - Fysikaaliset, kemialliset, biologiset
- Tilan identifiointi (vrt. aihe 4)
 - Mittaus (vrt. aihe 4), analysointi, mallinnus

Oulun yliopisto



Yksikköprosessit lähestymistapana?



Miksi yksikköprosessitarkastelu on tärkeää prosessi- ja ympäristötekniikassa?

- Mitä hyötyjä yksikköprosessitarkastelulla voidaan mielestäsi saavuttaa? Mikä on mielestäsi suurin hyöty?
- Milloin kannattaa tarkastella kokonaisprosessia?

Pohdi jotain omaan kokemusmaailmaasi liittyvää kohdetta, johon voisit kuvitella sovellettavan jakoa yksikköprosesseihin?

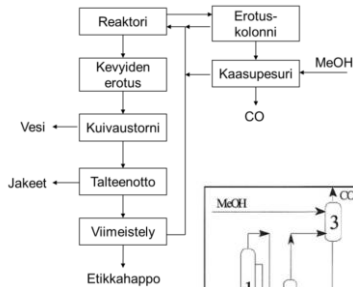
- Miten yksikköprosessiajattelua voitaisiin soveltaa valitsemassasi kohteessa?
- Mitä hyötyä siitä voisi olla?

Oulun yliopisto

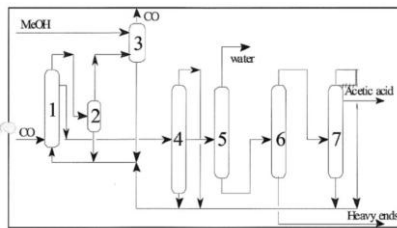


Yksikköprosessien väliset yhteydet

Lohkokaavio



Prosessikaavio



Virtauskaavio:

- 1) reaktori, 2) erotuskolonni, 3) kaasupesuri,
4) kevyiden jakeiden erotus, 5) kuivaustorni,
6) tuotteen talteenotto, 7) tuotteen viimeistely

Kokonaisprosessin kuvauksessa on kuvattu prosessivaiheiden/yksikköprosessien väliset riippuvuudet

- Aineiden ja energioiden kulkeutuminen vaiheiden välillä
- Voi sisältää takaisinkytkentöjä / sisäistä kiertoa

Lohkokaavio

- Antaa yleiskäsityksen ja esittelee keskeisimmät piirteet prosessista
- Prosessi on jaettu mielekkäiksi osaprosesseiksi (laatikot)
- Osaprosessien väliset päävirrat on esitetty (nuolet)

Virtauskaavio tai prosessikaavio

- Esitellään prosessin päälaitteet ja niiden väliset virrat
- Yksityiskohtaisempi kuin lohkokaaevioesitys

PI-kaavio (Putkisto- ja instrumentointikaavio)

- Yleensä tärkein prosessin rakennetta kuvaava dokumentti
- Kuvaa prosessin teknilliset ratkaisut yksityiskohtaisesti

Oulun yliopisto



Yksikköprosessi-tarkastelut tulevissa opintojaksoissa

Erilaisiin yksikköprosesseihin tutustutaan tarkemmin mm. seuraavilla opintojaksoilla:

- 477121A: Partikkeliteknikka, 5 op
- 477122A: Jauheiden ja suspensioiden käsittely, 5 op
- 477304A: Erotusprosessit, 5 op
- 477323A: Aineen- ja lämmönsiirto, 5 op

Oulun yliopisto



Tehtävä

Kuvaile tarkastelun kohteena olevaa prosessia yksikköprosessien näkökulmasta.

Pyri vastaamaan esimerkiksi seuraaviin kysymyksiin:

- Miten tarkastelun kohteena oleva prosessi voidaan jakaa pienempiin osiin eli prosessivaiheiksi ja yksikköprosesseiksi?
- Millaisista yksikköprosesseista prosessiketju koostuu?
- Mikä on kunkin prosessivaiheen/yksikköprosessin tarkoitus?
- Mitkä ovat kokonaisuuden kannalta keskeisimpiä prosessivaiheita ja yksikköprosesseja? Miksi?
- Miten prosessivaiheet ja yksikköprosessit liittyvät toisiinsa ja muodostavat kokonaisprosessin?

Sopiva pituus 1-3 sivua

Oulun yliopisto



Miten alat suorittamaan tehtävää?



Mihin kysymyksiin haet vastauksia?

Mitä (lisä)tietoa tarvitset?

Mistä aiot hakea tarvitsemaasi tietoa?

Miten?

Millaisella aikataululla teet annetun tehtävän?

Paljonko varaat siihen aikaa?

Ja vielä: Jos sinulla ei ole vielä paria tai aihetta, niin nyt olisi hyvä aika etsiä pari ja valita aihe

- Ota yhteyttä vastuopettajaan, jos paria ei löydy!

Oulun yliopisto



Yhteenveto

Tavoitteista riippuen voi olla mielekkäämpää tarkastella prosesseja kokonaisuuksina tai pienemmiksi osiksi jaoteltuna

Kokonaisprosessi voidaan jakaa prosessivaiheiksi ja yksikköprosesseiksi

Yksikköprosessit ovat tuotantoprosessista riippumattomia osasia, joista kokonaisprosessi muodostuu