Tervezés AspenTech programokkal bioetanol gyártás és biofinomítás témában

Dr. Fehér Csaba

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék

Budapest, 2019

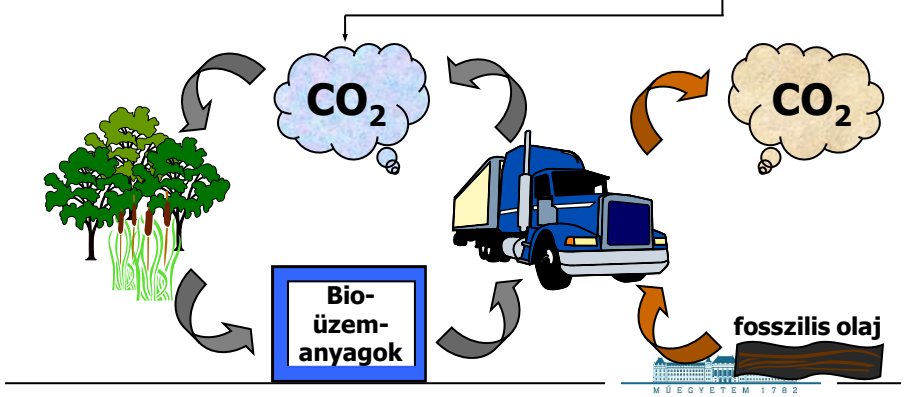
Előadásanyag, számonkérés

- Előadás dia a honlapon elérhető lesz, felkészülést segítő kérdések (friss)
- Első előadás: anyag ismertetés, második előadás: konzultációs óra, feladatok, felkészítő kérdések átbeszélése
- zh: 5 kérdés (10 pont), melyre rövid válaszokat várok, lehet benne egyszerű számpélda is

Alkoholgyártás, upstream műveletek, áttekintés

Bioetanol, CO2 körforgás

A legnagyobb mennyiségben termelődő üvegházhatású gáz a szén-dioxid, ami bio- és fosszilis üzemanyagokból is keletkezik, de **a bio-üzemanyagok esetében a széndioxid ciklus zárt.**



Alkoholgyártás, upstream műveletek, áttekintés

KOMPLEXITÁS

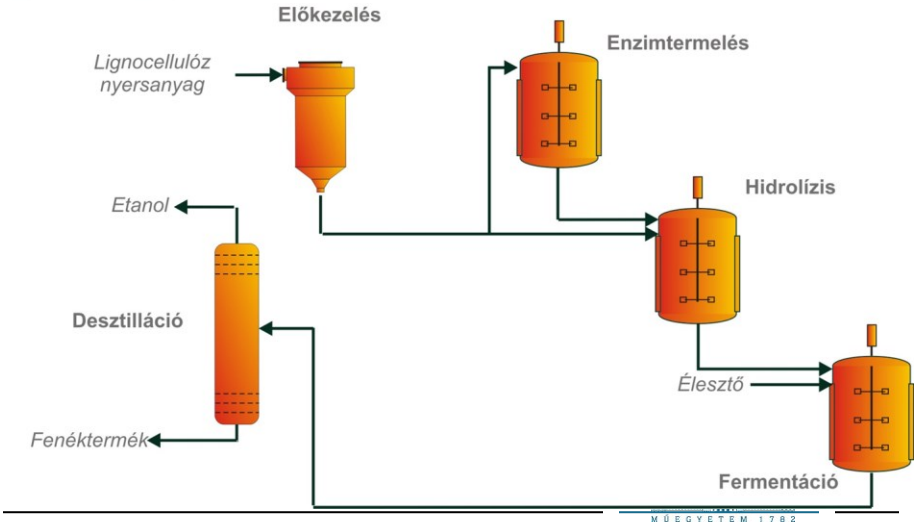
EtOH termelés
erjesztés
I. generáció közvetlenül erjeszthetőek *melasz*

keményítő hidrolízis — EtOH termelés
elfolyósítás — cukrosítás — erjesztés
SSF
I. generáció közvetlenül **nem** erjeszthetőek *gabona*

cellulóz hozzáférhetővé tétele — cellulóz hidrolízis — EtOH termelés
előkezelés — enzimes hidrolízis — erjesztés
SSF
II. generáció közvetlenül **nem** erjeszthetőek *lignocellulózok*

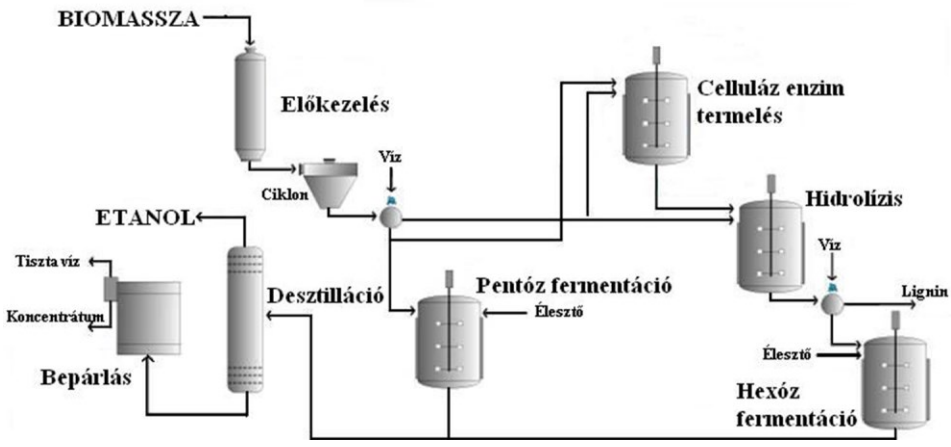
Alkoholgyártás, upstream műveletek, áttekintés

Első generációs folyamat, melléktermékek, biofinomítás



Alkoholgyártás, upstream műveletek, áttekintés

Első generációs folyamat, melléktermékek, biofinomítás



Crescentino, Észak-Olaszország
Lignocellulóz alapú bioetanolgyár
(az első ipari léptékű üzem)
40 000 tonna bioetanol évente
Ünnepélyes megnyitó: 2013. 10. 09.

Biofinomítás

- Most of the chemical products used in the industry are derived from fossil resources.
- The replacement of fossil resources in the production of chemicals can be solved only by biomass utilization.

Biofinomítás

Biorefinery
is defined by the IEA Bioenergy Task 42 (International Energy Agency, 2009) as the sustainable processing of biomass into a wild spectrum of bio-based products (food, feed, chemicals and/or materials) and bioenergy (biofuels, power and/or heat). Biorefinery is a facility (or a cluster of facilities) that integrates biomass conversion processes and equipment to produce transportation biofuels, power, chemicals and materials from biomass.

Biomass:
organic materals produced by the growth of microorganisms, plants and animals.

BIOrefinery:
utilize BIOmass by using green (sustainable?) technologies. (biotechnology)

- Feedstocks, processes, platforms and building block chemicals, products

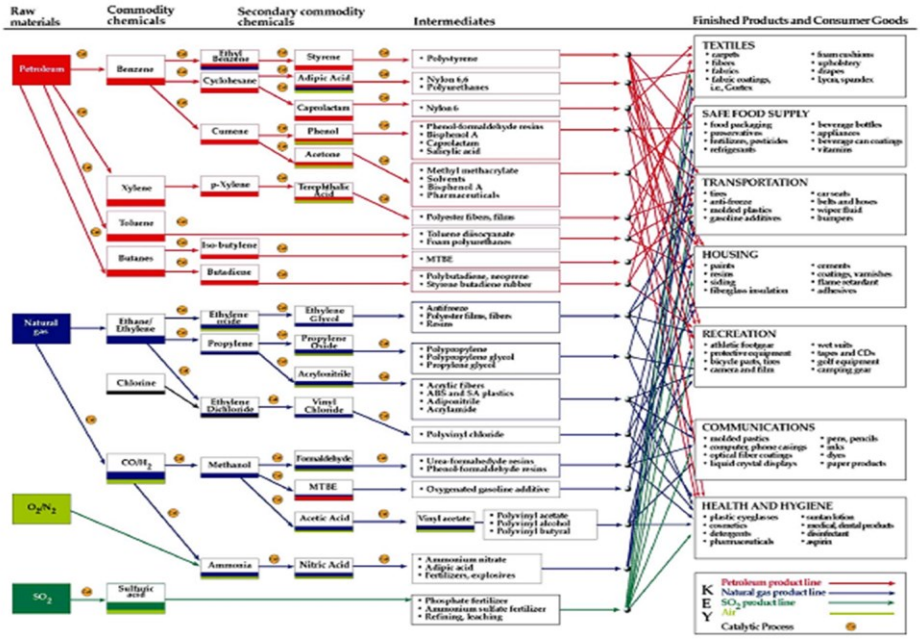


Figure 2 – An Example of a Flow-Chart for Products from Petroleum-based Feedstocks

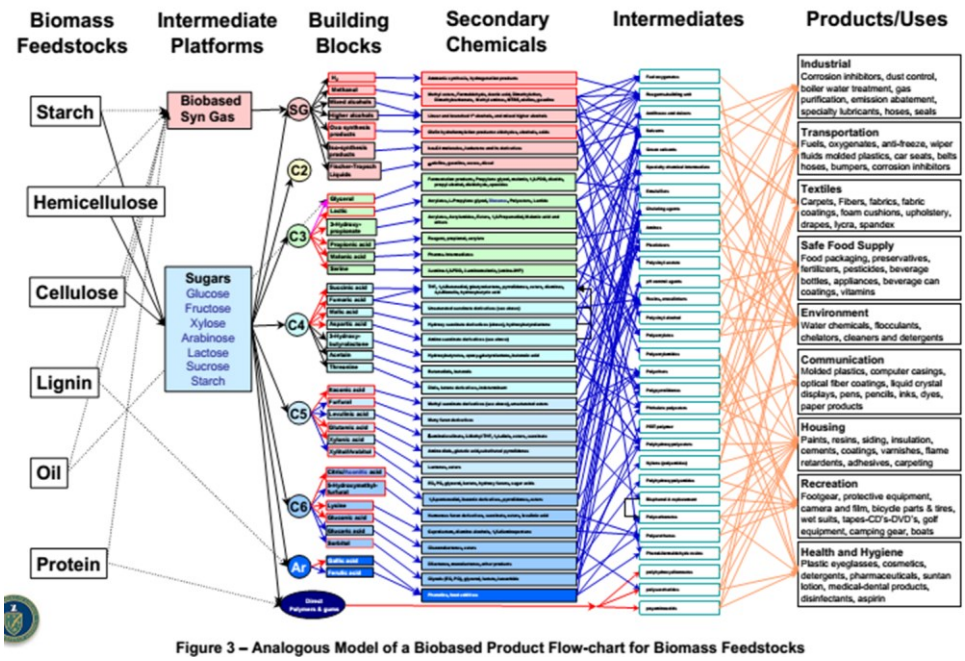
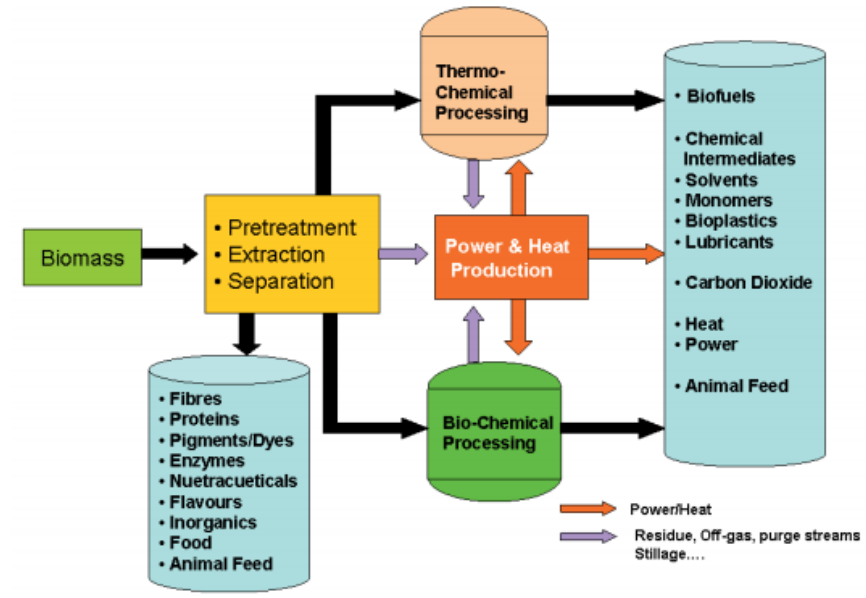


Figure 3 – Analogous Model of a Biobased Product Flow-chart for Biomass Feedstocks

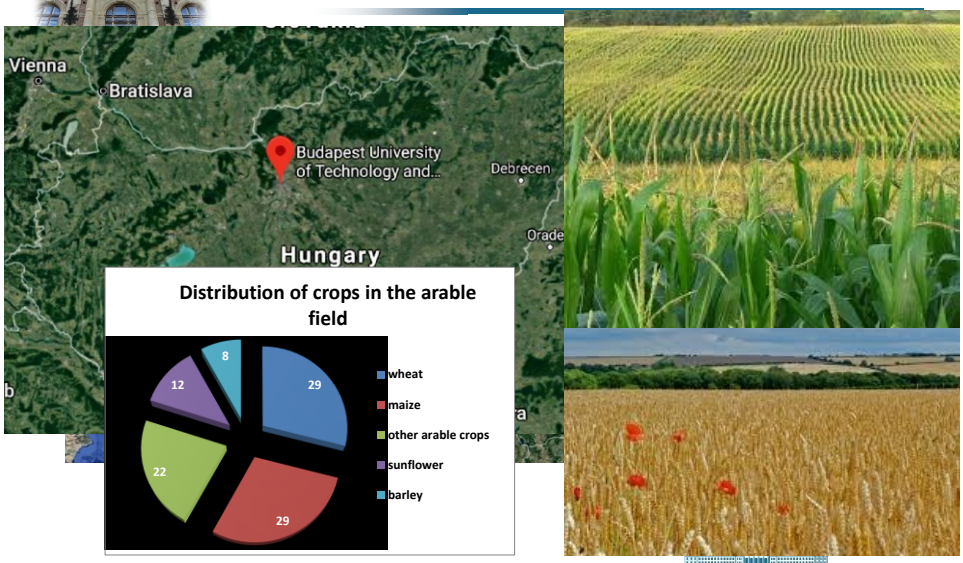
Platform, termék, módszer, alapanyag

Biofinomítás

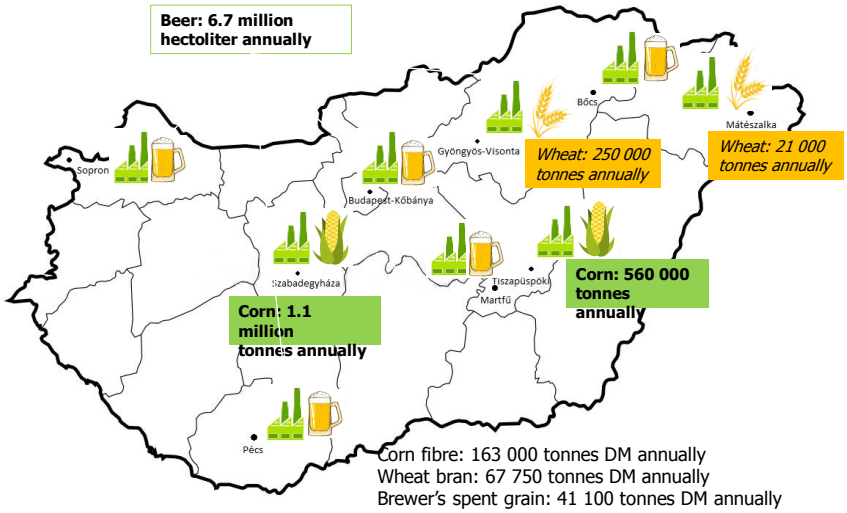


Hungary – available feedstocks

Biofinomítás

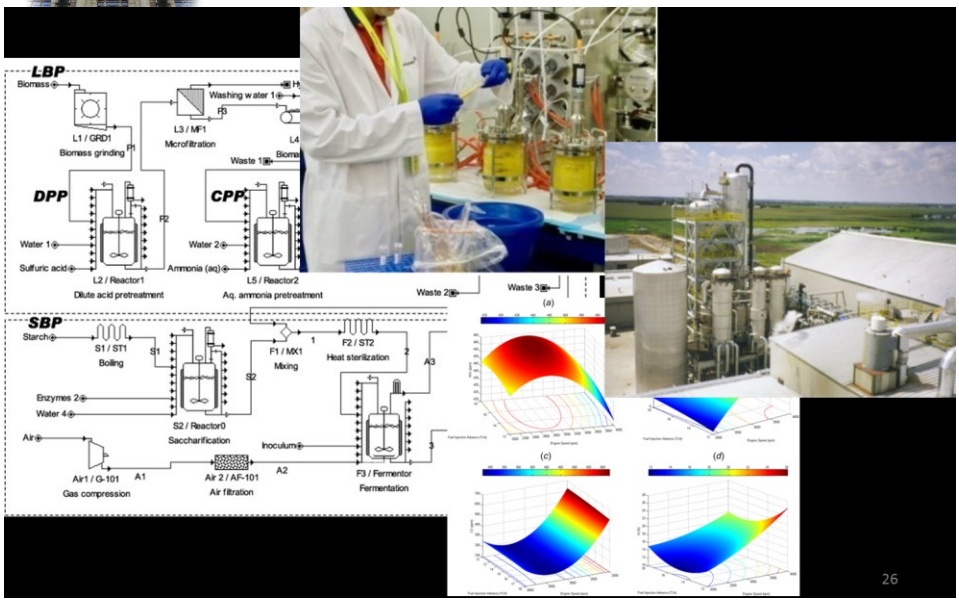


Hungary – available feedstocks



Corn fibre: 163 000 tonnes DM annually
Wheat bran: 67 750 tonnes DM annually
Brewer's spent grain: 41 100 tonnes DM annually

Folyamatmodellezés szerepe

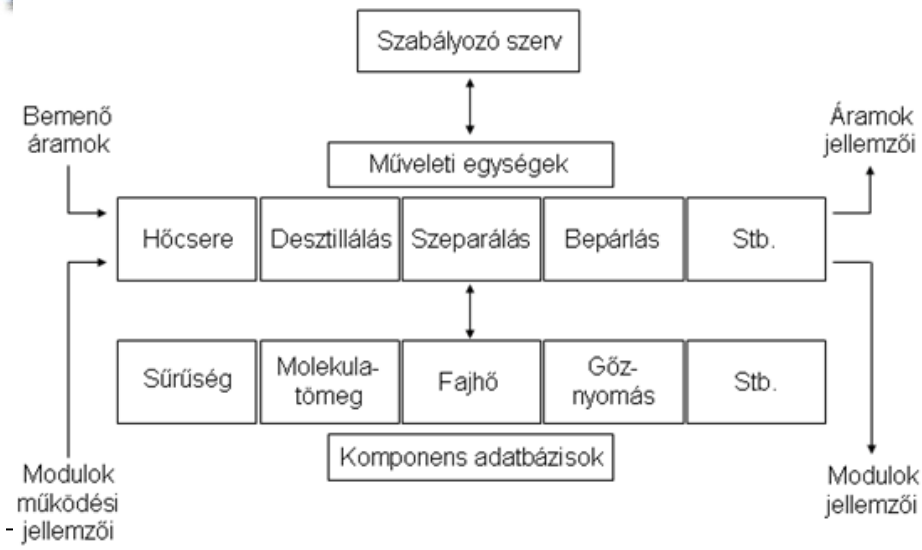


A technológiai-gazdaságossági elemzés eszközei

- **Aspen Plus**
  - Folyamatszimuláció, anyag- és energiamérlegek megoldása
  - Előnye:
    - nagy komponens adatbázis (elsődleges a meghízható eredményekhez)
    - gőz-folyadék fázisegyensúlyok pontos modellezése (pl. desztillálásnál fontos)
  - Hiányosságai:

    Nem tud pH-t számolni, és fermentációs területre egyáltalán nem specializált (a SuperPro Designerrel szemben)
- **Aspen HX-net / Aspen Energy Analyzer**
  - Hőintegráció, a hőcserélő hálózat optimalizálása
- **Aspen Icarus / Aspen Economic Analyzer**
  - Méretezés
  - Beruházási költség becslése

Folyamatszimulációs program felépítése



Mit várhatunk egy technológiai-gazdaságossági tanulmánytól?

- ÖSSZEHASONLÍTHATÓ ESETEK
- Energiaigény, energiahatékonyság
- Gazdaságossági paraméterek:
  - éves költségek, bevételek, profit
  - előállítási költség adott termékre
  - megtérülési idő

A gazdaságossági rész sokkal bizonytalanabb, mint a technológiai

Mi szükséges egy jó technológiai-gazdaságossági tanulmányhoz?

- Megbízható kísérleti eredmények
- Ökölszabályok alkalmazása
- Konzervatív feltételezések

Miért fontos a folyamattervezés?

•Kísérleteket az egyes lépésekre végzünk, azonban fontos a lépések közötti lehetséges kölcsönhatások (integráció) vizsgálata is

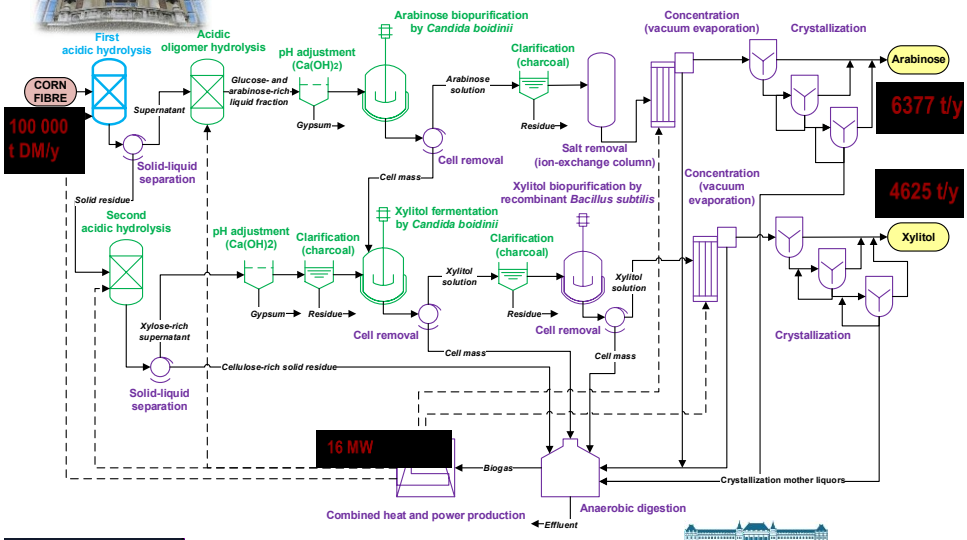
•vízvisszaforgatás
  •ezzel a vízigény csökkenthető

•hőintegráció
  •egy anyagáram fűtése úgy történik, hogy közben egy másik anyagáram hűl, így a hőigény csökkenthető

•Komplex folyamatoknál nagyon sokféle elrendezés (folyamatkonfiguráció) képzelhető el, ezért célszerű folyamattervező szoftver használata

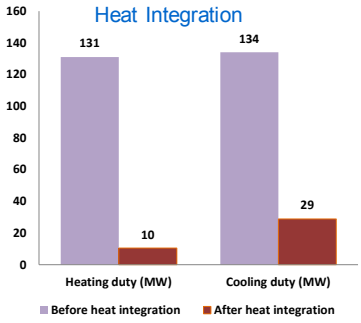
•A technológiai modell az alapja a gazdaságossági számításoknak is

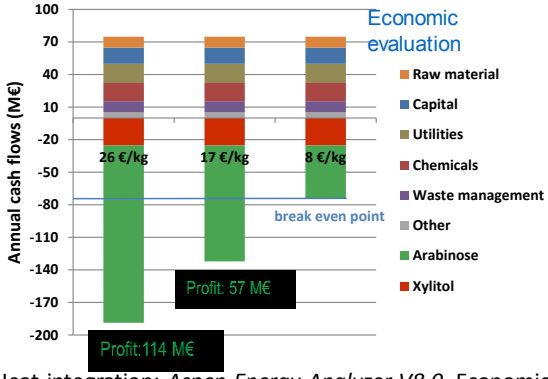
Corn-fibre-based biorefinery (proposed process)



Process steps that are modelled based on laboratory exp.
Process steps that are modelled based on literature data

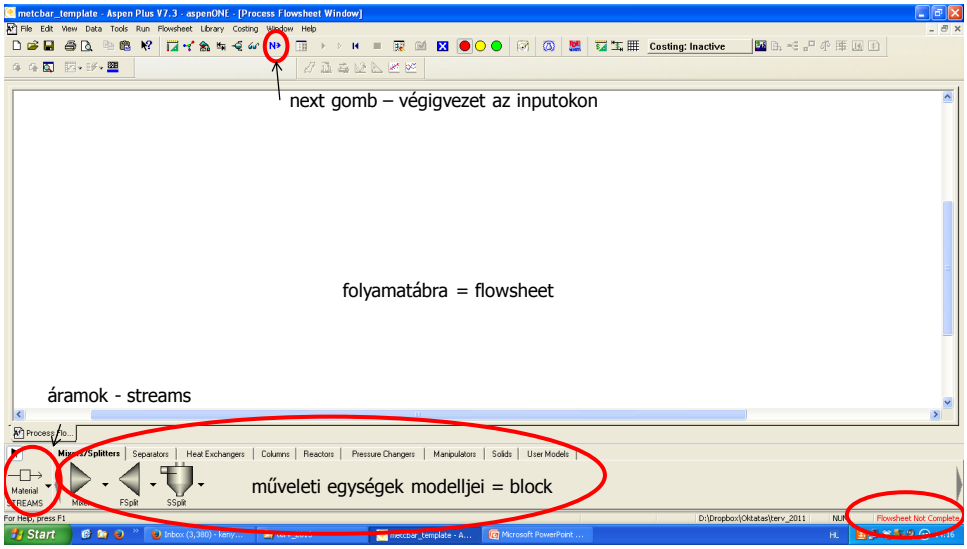
Techno-economic evaluation

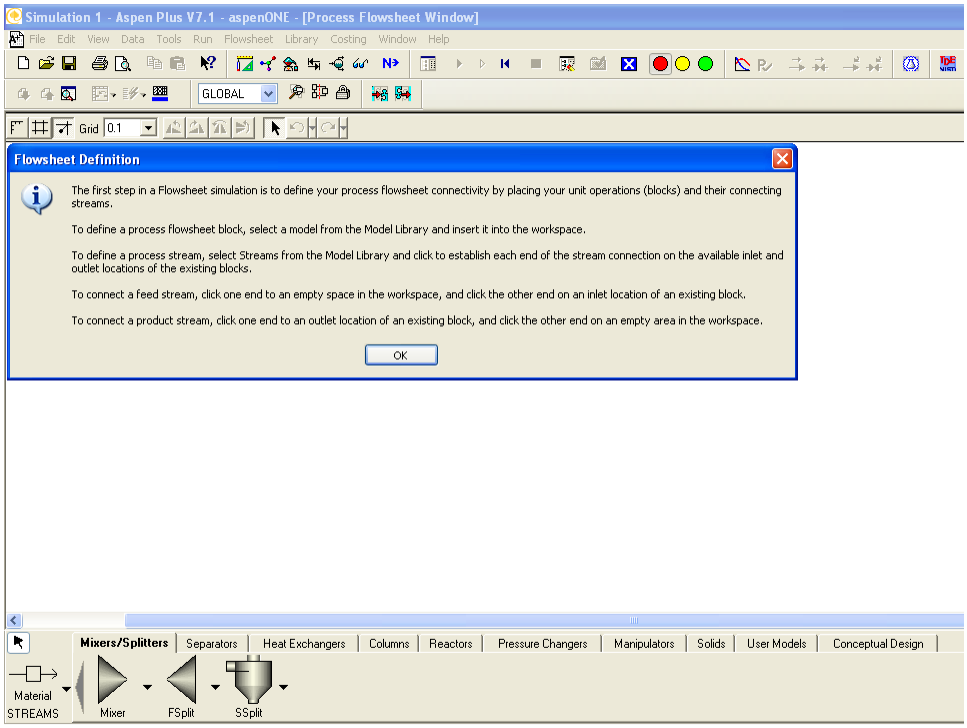


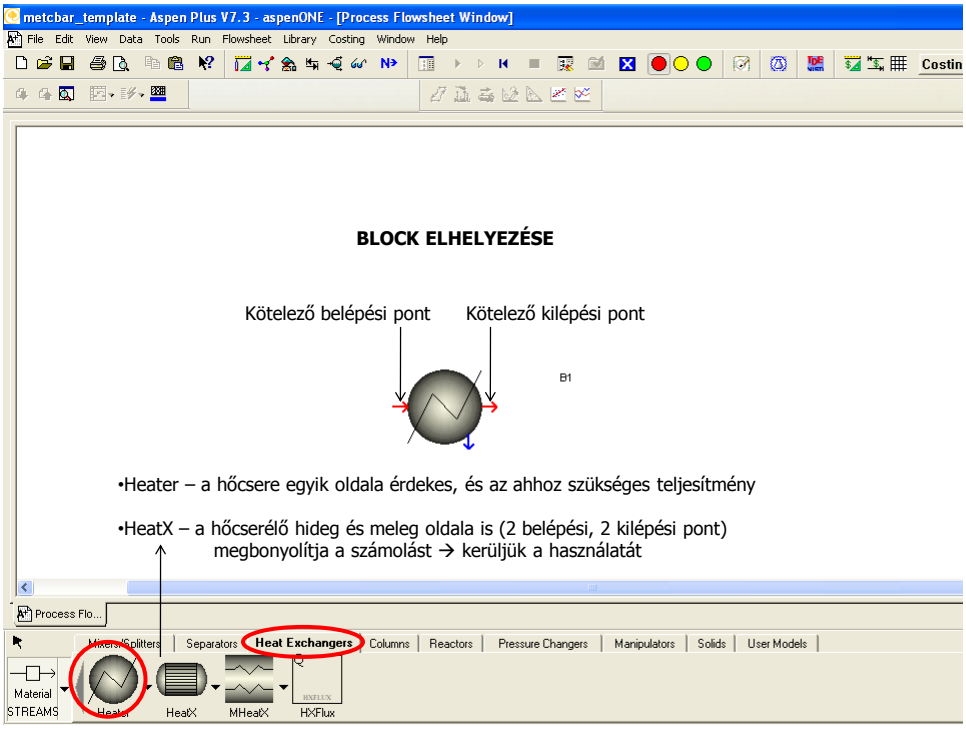


- Process simulation: *Aspen Plus V8.0*, Heat integration: *Aspen Energy Analyzer V8.0*, Economic evaluation: *Aspen Process Economic Analyzer V8.0* (Aspen Tech. Cambridge) and *vendor quotation*.
- After heat integration the proposed biorefinery process can satisfy its own heat demand.
- Assumed prices: corn fibre: 100 €/tonne DM, xylitol: 6 000 €/tonne.
- Break even point requires an arabinose price of 8 €/kg.

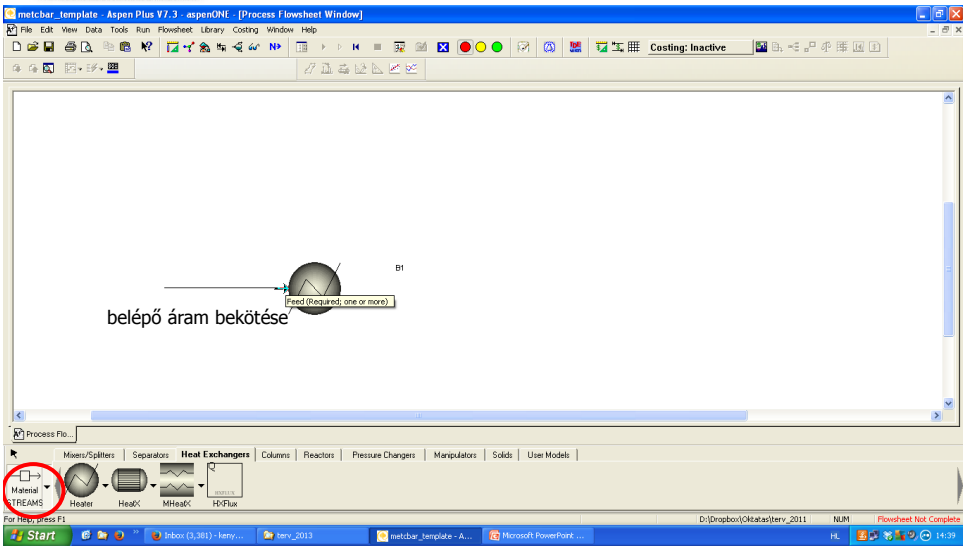
Aspen Plus


next gomb – végigvezet az inputokon
folyamatábra = flowsheet
áramok - streams
műveleti egységek modelljei = block

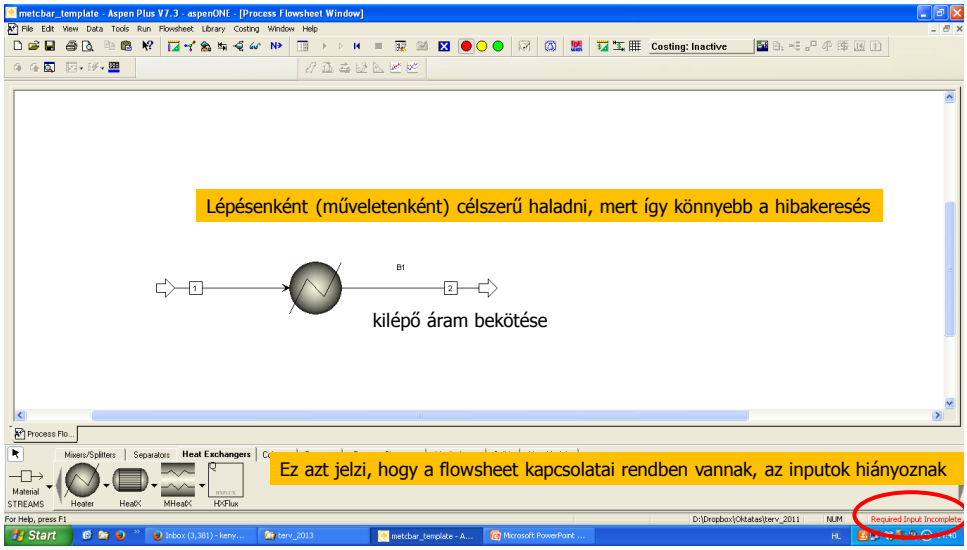

Simulation 1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Process Flowsheet Window]
Flowsheet Definition
The first step in a Flowsheet simulation is to define your process flowsheet connectivity by placing your unit operations (blocks) and their connecting streams.
To define a process flowsheet block, select a model from the Model Library and insert it into the workspace.
To define a process stream, select Streams from the Model Library and click to establish each end of the stream connection on the available inlet and outlet locations of the existing blocks.
To connect a feed stream, click one end to an empty space in the workspace, and click the other end on an inlet location of an existing block.
To connect a product stream, click one end to an outlet location of an existing block, and click the other end on an empty area in the workspace.
OK
Mixers/Splitters
Separators
Heat Exchangers
Columns
Reactors
Pressure Changers
Manipulators
Solids
User Models
Conceptual Design
Material STREAMS
Mixer
FSplit
SSplit

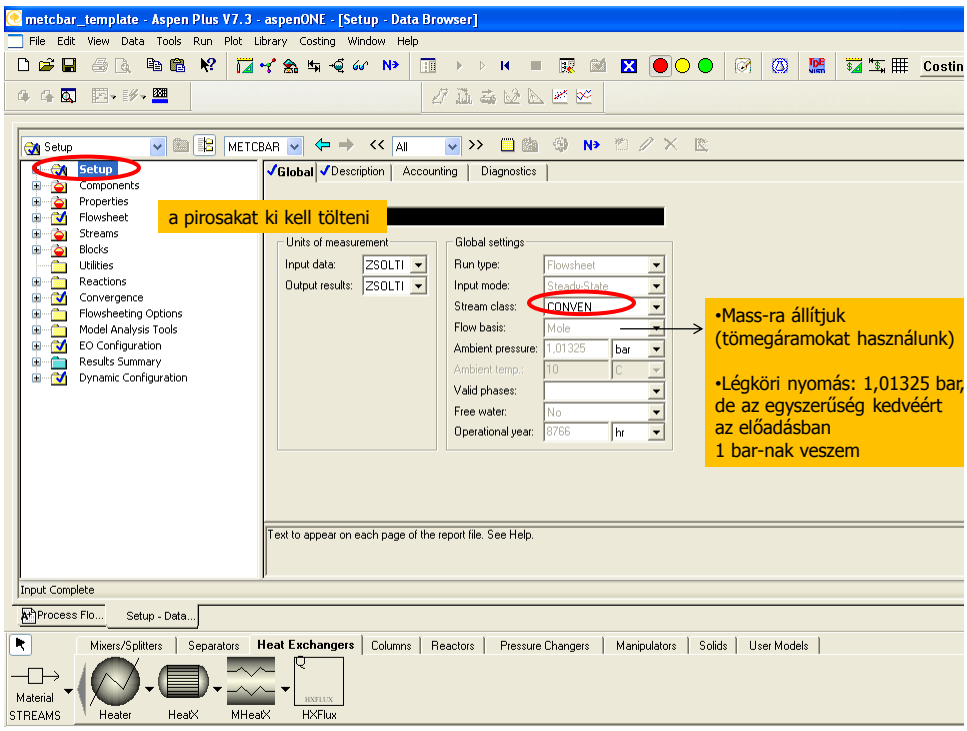


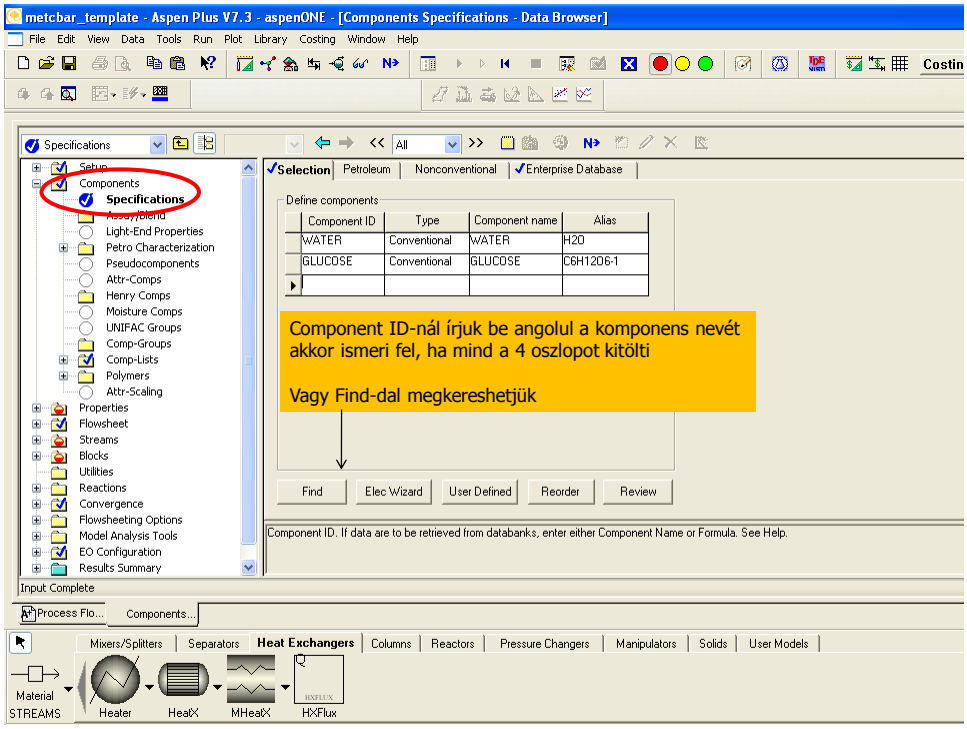
Belépő áram bekötése

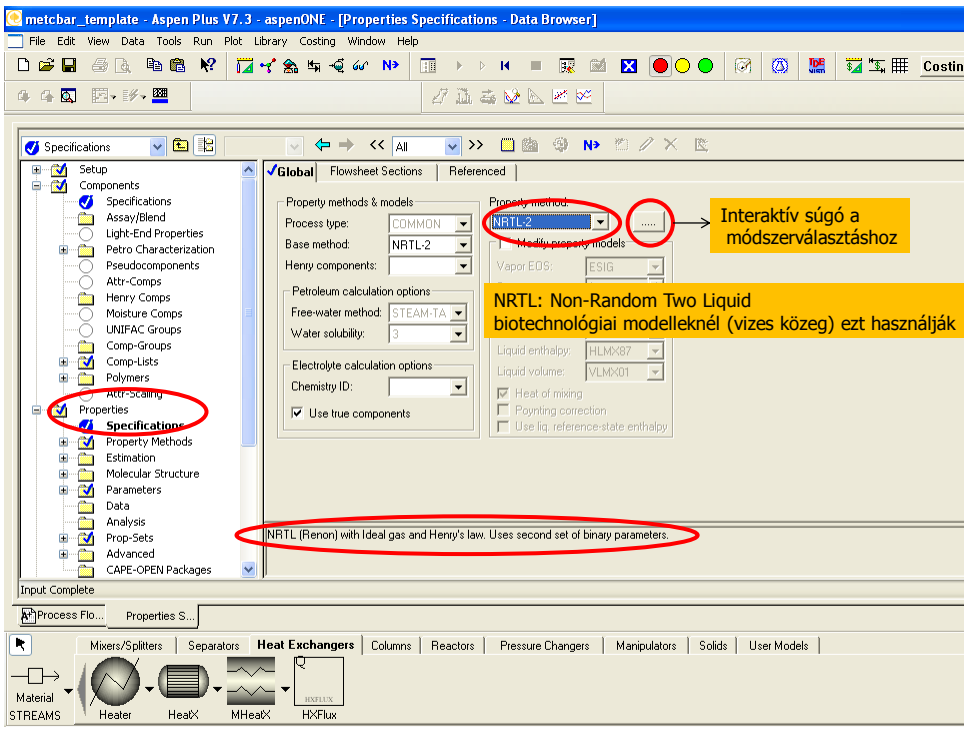


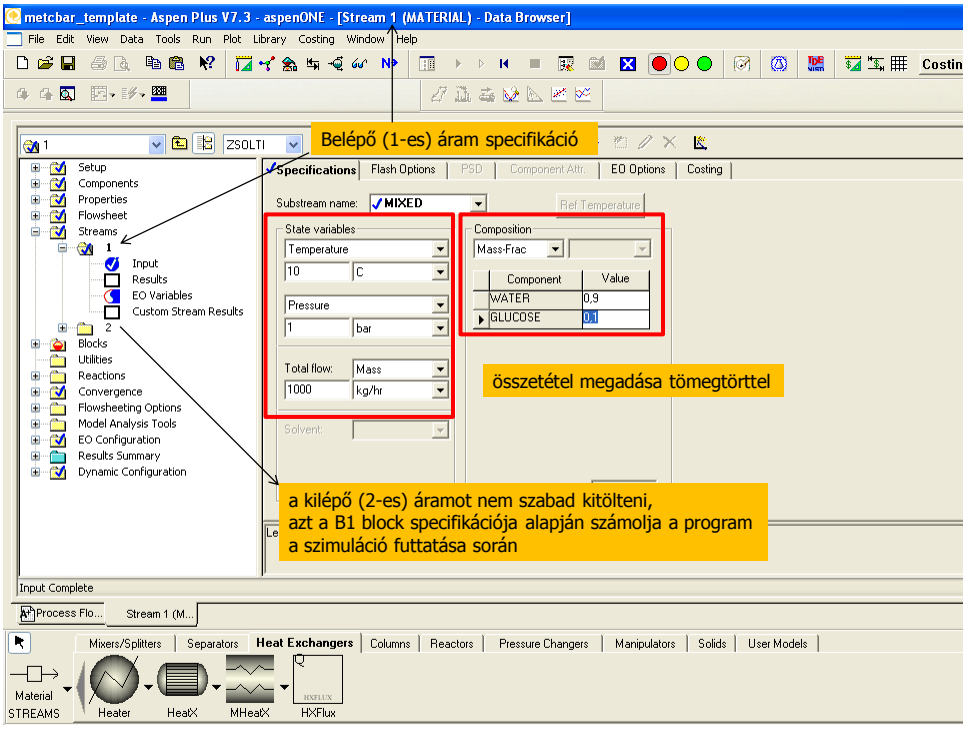
Kilépő áram bekötése

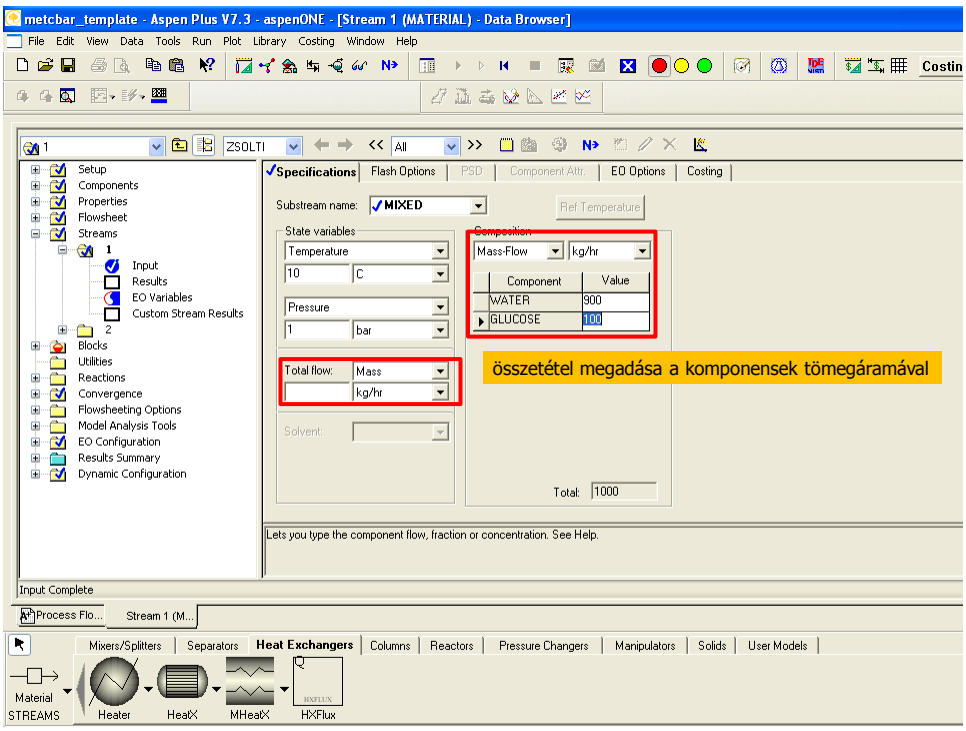


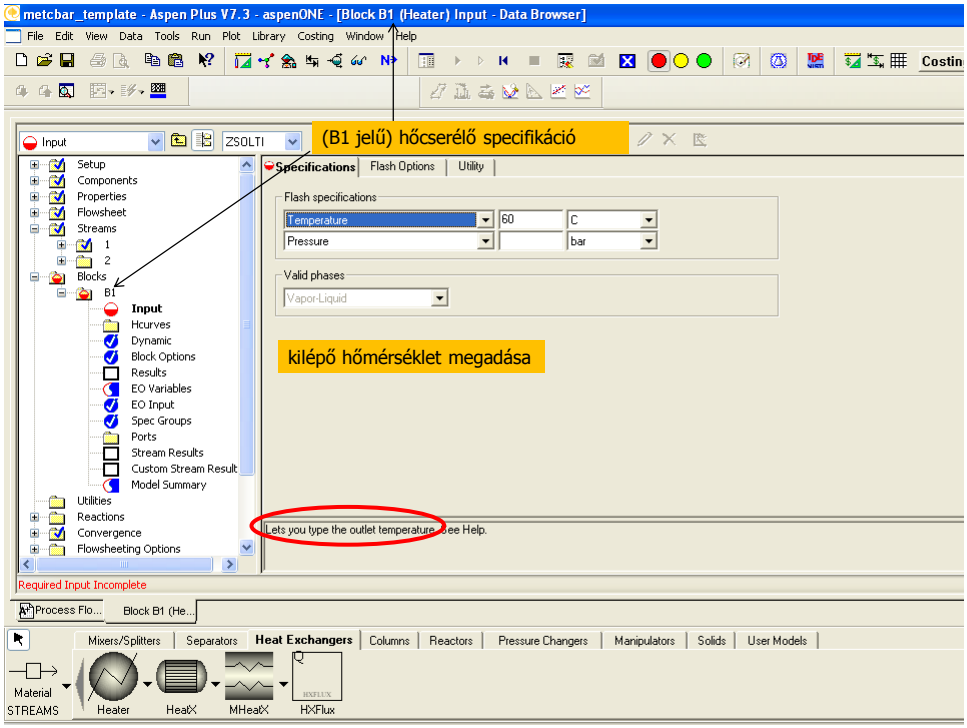


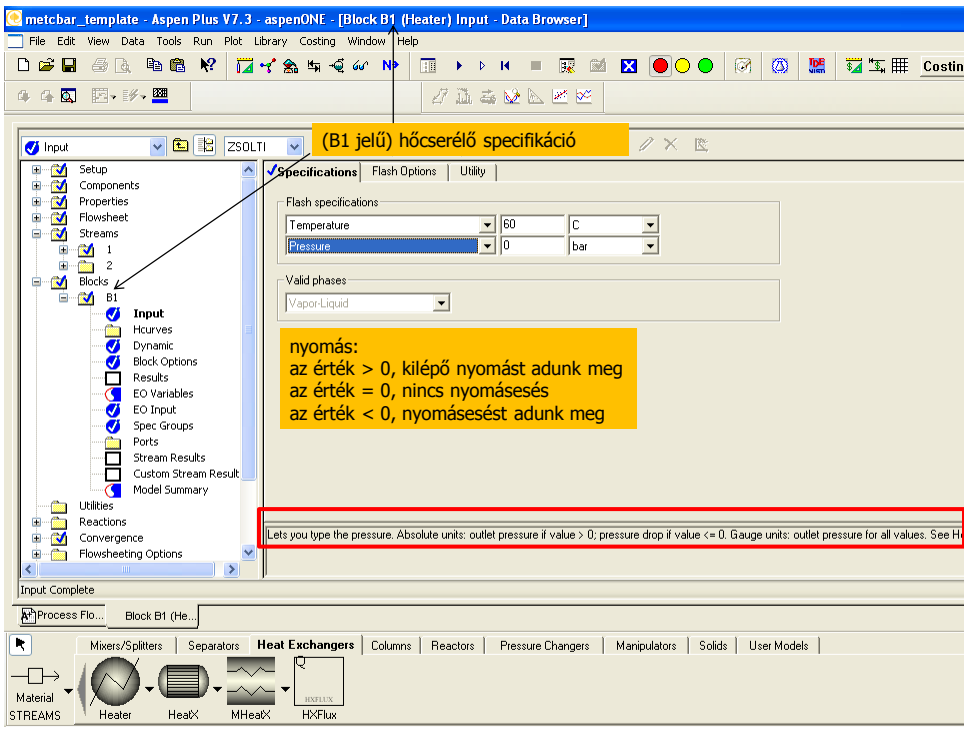

metcbar_template - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Components Specifications - Data Browser]
Specifications
Components
Specifications
Selection
Petroleum
Nonconventional
Enterprise Database
Define components
Component ID
Type
Component name
Alias
WATER
Conventional
WATER
H2O
GLUCOSE
Conventional
GLUCOSE
C6H12O6-1
Component ID-nál írjuk be angolul a komponens nevét akkor ismeri fel, ha mind a 4 oszlopot kitölti
Vagy Find-dal megkereshetjük
Find
Elec Wizard
User Defined
Reorder
Review
Component ID. If data are to be retrieved from databanks, enter either Component Name or Formula. See Help.
Input Complete
Components...
Heat Exchangers
Heater
HeatX
MHeatX
HXFlux


metcbar_template - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Properties Specifications - Data Browser]
Specifications
Properties
Specifications
Global
Flowsheet Sections
Referenced
Property methods & models
Process type:
COMMON
Base method:
NRTL-2
Henry components:
Petroleum calculation options
Free-water method:
STEAM-TA
Water solubility:
Electrolyte calculation options
Chemistry ID:
Use true components
Property method:
NRTL-2
Interaktív súgó a módszerválasztáshoz
NRTL: Non-Random Two Liquid biotechnológiai modelleknél (vizes közeg) ezt használják
NRTL (Renon) with Ideal gas and Henry's law. Uses second set of binary parameters.
Input Complete
Properties S...
Heat Exchangers
Heater
HeatX
MHeatX
HXFlux

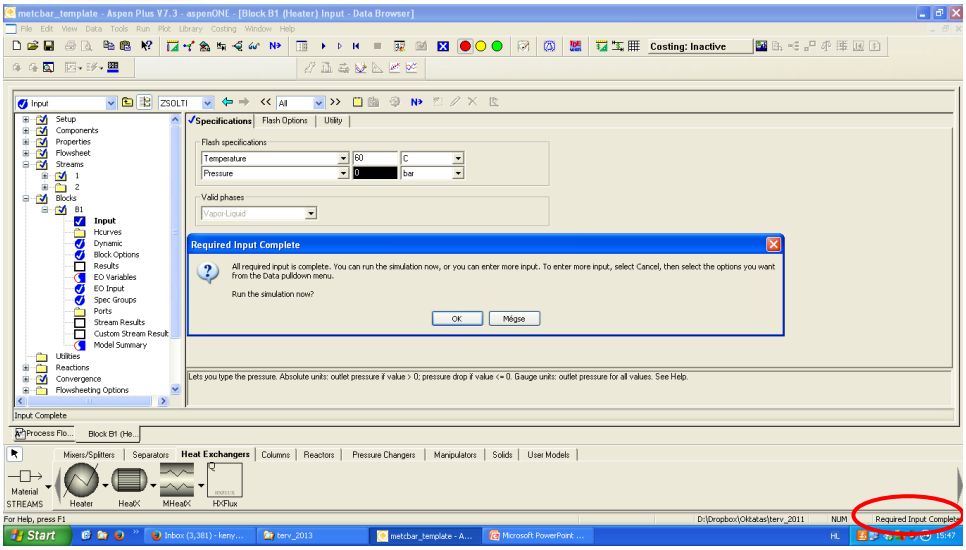

metcbar_template - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Stream 1 (MATERIAL) - Data Browser]
Belépő (1-es) áram specifikáció
összetétel megadása tömegtörttel
a kilépő (2-es) áramot nem szabad kitölteni,
azt a B1 block specifikációja alapján számolja a program
a szimuláció futtatása során

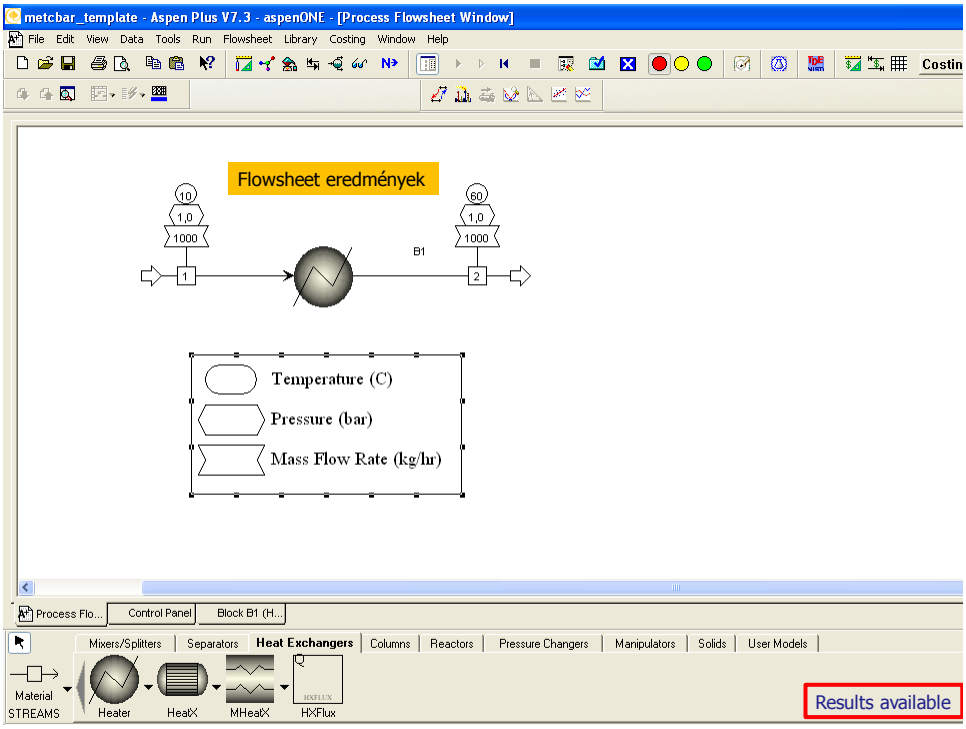

metcbar_template - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Stream 1 (MATERIAL) - Data Browser]
összetétel megadása a komponensek tömegáramával

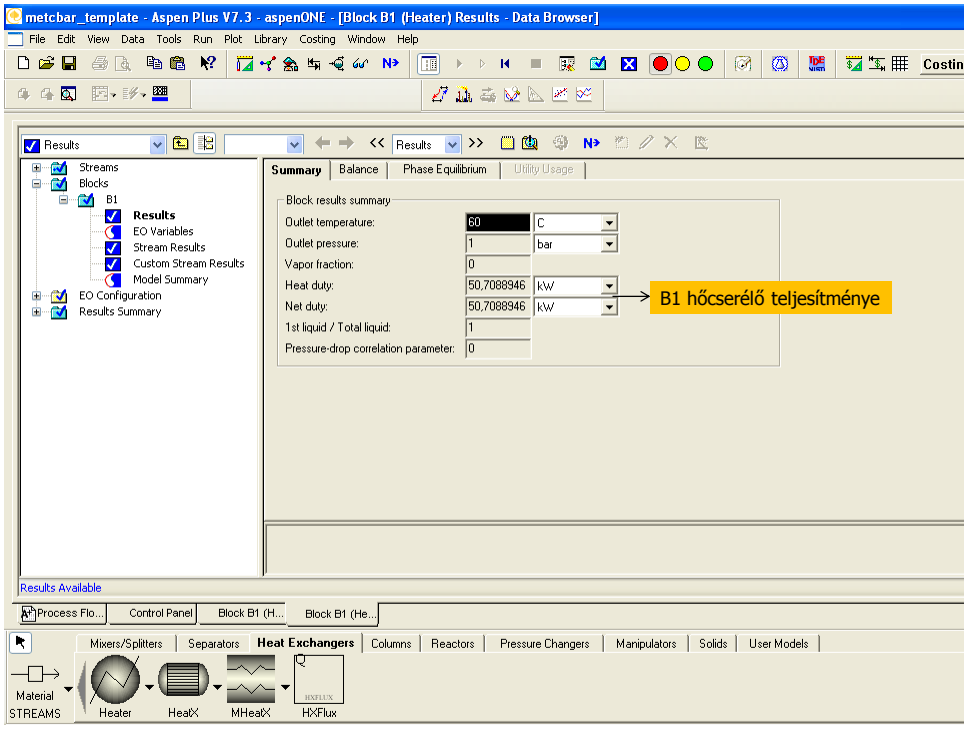

metcbar_template - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Block B1 (Heater) Input - Data Browser]
(B1 jelű) hőcserélő specifikáció
kilépő hőmérséklet megadása
Specifications
Flash Options
Utility
Flash specifications
Temperature
60
C
Pressure
bar
Valid phases
Vapor-Liquid
Lets you type the outlet temperature. See Help.
Required Input Incomplete
Heat Exchangers
Heater
HeatX
MHeatX
HXFlux

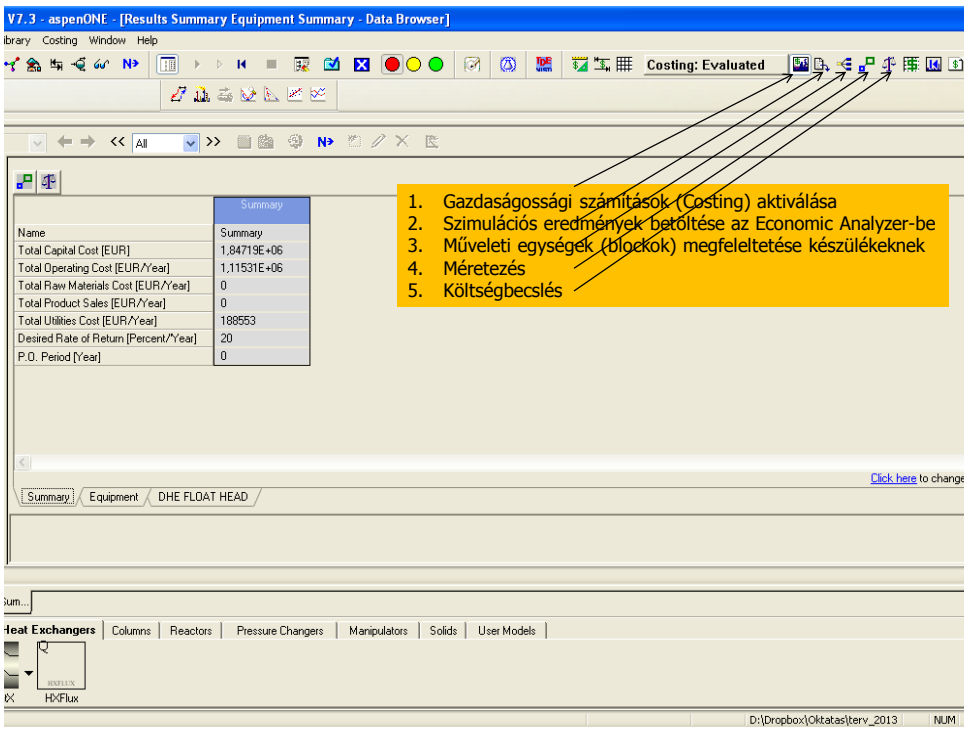

metcbar_template - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Block B1 (Heater) Input - Data Browser]
(B1 jelű) hőcserélő specifikáció
nyomás:
az érték > 0, kilépő nyomást adunk meg
az érték = 0, nincs nyomásesés
az érték < 0, nyomásesést adunk meg
Specifications
Flash Options
Utility
Flash specifications
Temperature
60
C
Pressure
0
bar
Valid phases
Vapor-Liquid
Lets you type the pressure. Absolute units: outlet pressure if value > 0; pressure drop if value <= 0. Gauge units: outlet pressure for all values. See H
Input Complete
Heat Exchangers
Heater
HeatX
MHeatX
HXFlux

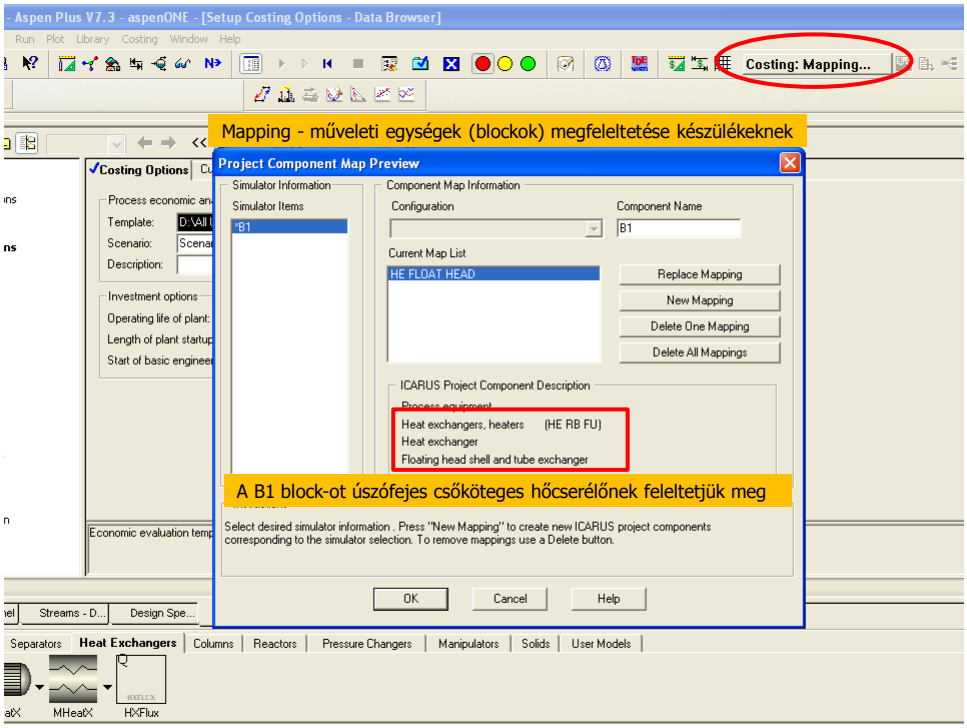
Futtatható a szimuláció

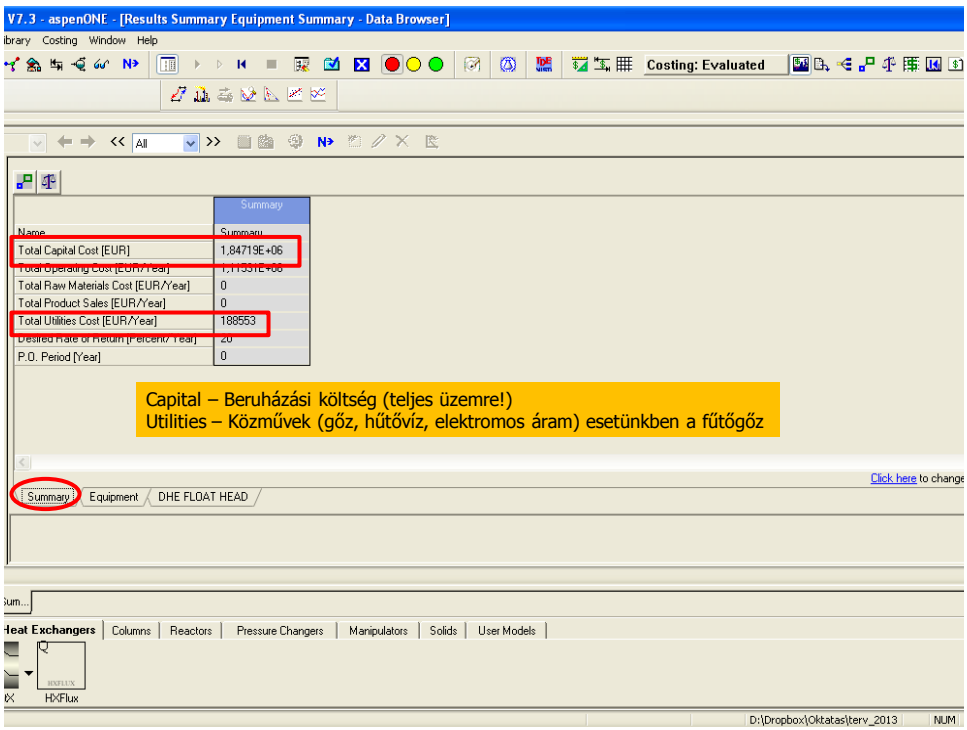


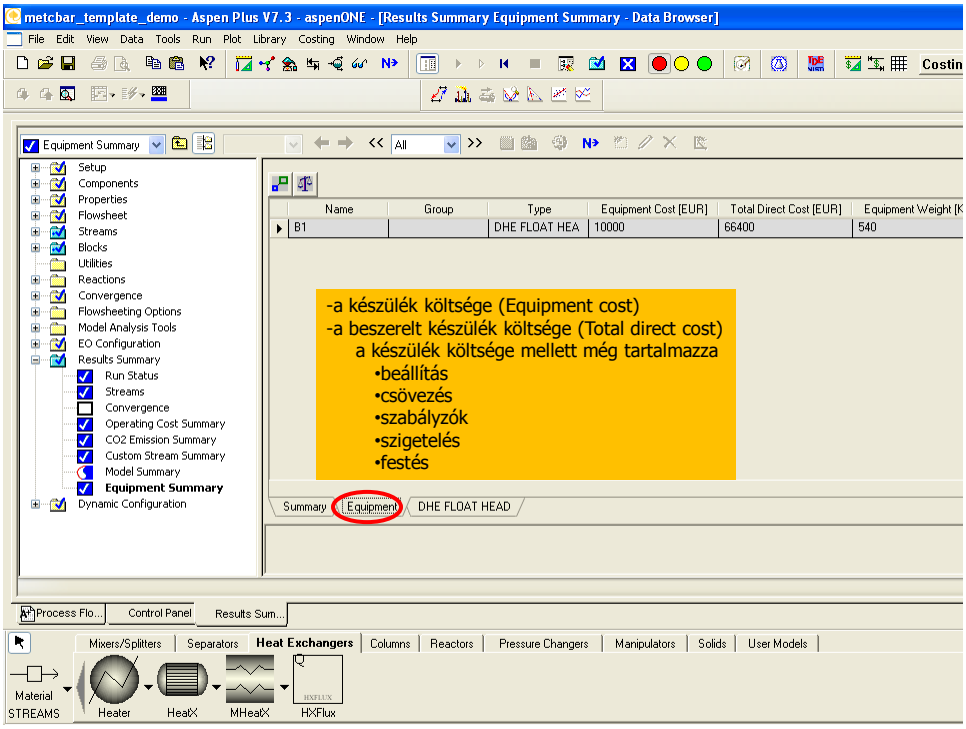


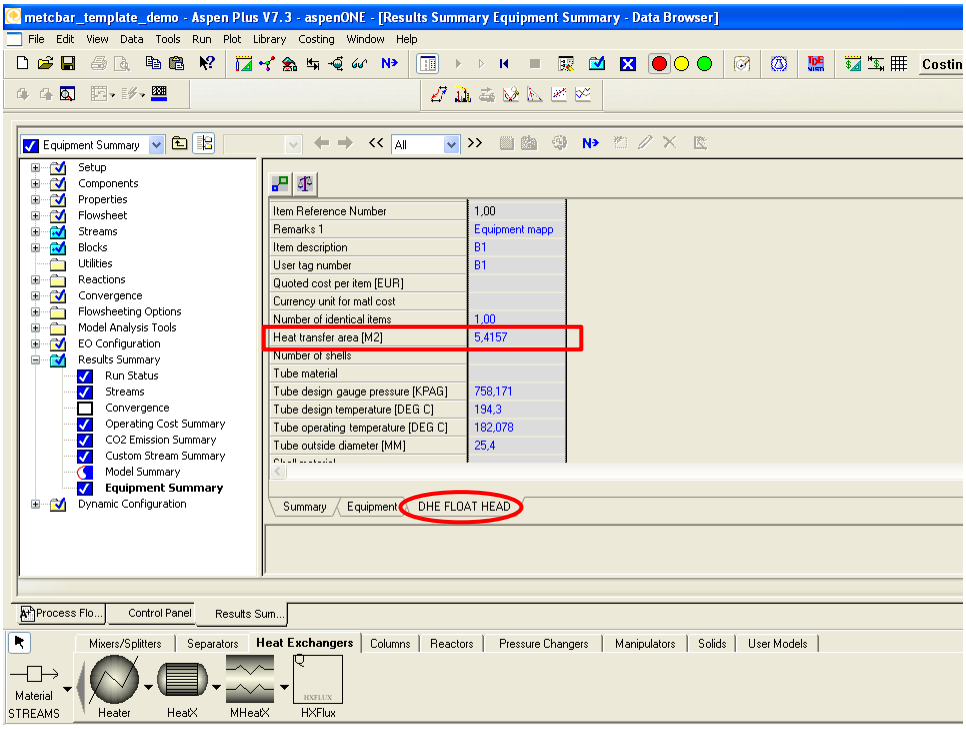

metcbar_template - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Block B1 (Heater) Results - Data Browser]
File Edit View Data Tools Run Plot Library Costing Window Help
Results
Streams
Blocks
B1
Results
EO Variables
Stream Results
Custom Stream Results
Model Summary
EO Configuration
Results Summary
Summary Balance Phase Equilibrium Utility Usage
Block results summary
Outlet temperature: 60 C
Outlet pressure: 1 bar
Vapor fraction: 0
Heat duty: 50,7088946 kW
Net duty: 50,7088946 kW
1st liquid / Total liquid: 1
Pressure-drop correlation parameter: 0
B1 hőcserélő teljesítménye
Results Available
Process Flo... Control Panel Block B1 (H... Block B1 (He...
Mixers/Splitters Separators Heat Exchangers Columns Reactors Pressure Changers Manipulators Solids User Models
Material STREAMS
Heater HeatX MHeatX HXFlux


V7.3 - aspenONE - [Results Summary Equipment Summary - Data Browser]
Costing: Evaluated
1. Gazdaságossági számítások (Costing) aktiválása
2. Szimulációs eredmények betöltése az Economic Analyzer-be
3. Műveleti egységek (blockok) megfeleltetése készülékeknek
4. Méretezés
5. Költségbecslés
Summary
Name Summary
Total Capital Cost [EUR] 1,84719E+06
Total Operating Cost [EUR/Year] 1,11531E+06
Total Raw Materials Cost [EUR/Year] 0
Total Product Sales [EUR/Year] 0
Total Utilities Cost [EUR/Year] 188553
Desired Rate of Return [Percent/Year] 20
P.O. Period [Year] 0
Summary Equipment DHE FLOAT HEAD
Heat Exchangers Columns Reactors Pressure Changers Manipulators Solids User Models
HXFlux

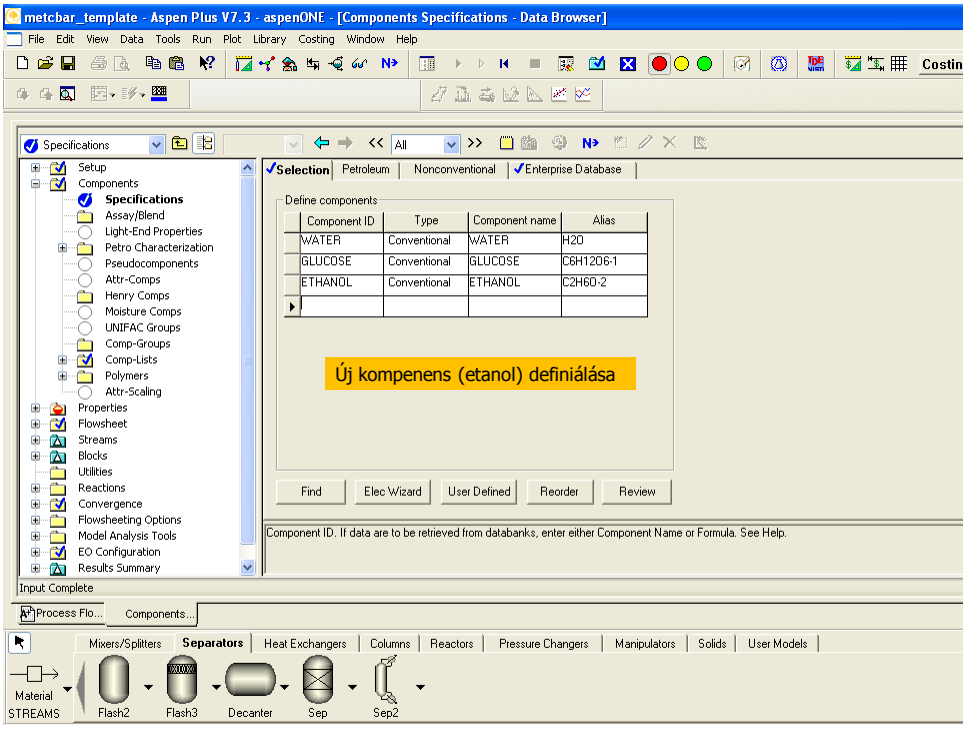

Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Setup Costing Options - Data Browser]
Costing: Mapping...
Mapping - műveleti egységek (blockok) megfeleltetése készülékeknek
Project Component Map Preview
Simulator Information
Simulator Items
B1
Component Map Information
Configuration
Component Name
B1
Current Map List
HE FLOAT HEAD
Replace Mapping
New Mapping
Delete One Mapping
Delete All Mappings
ICARUS Project Component Description
Heat exchangers, heaters (HE RB FU)
Heat exchanger
Floating head shell and tube exchanger
A B1 block-ot úszófejes csőköteges hőcserélőnek feleltetjük meg
Select desired simulator information . Press "New Mapping" to create new ICARUS project components corresponding to the simulator selection. To remove mappings use a Delete button.
OK
Cancel
Help
Separators
Heat Exchangers
Columns
Reactors
Pressure Changers
Manipulators
Solids
User Models
MHeatX
HXFlux

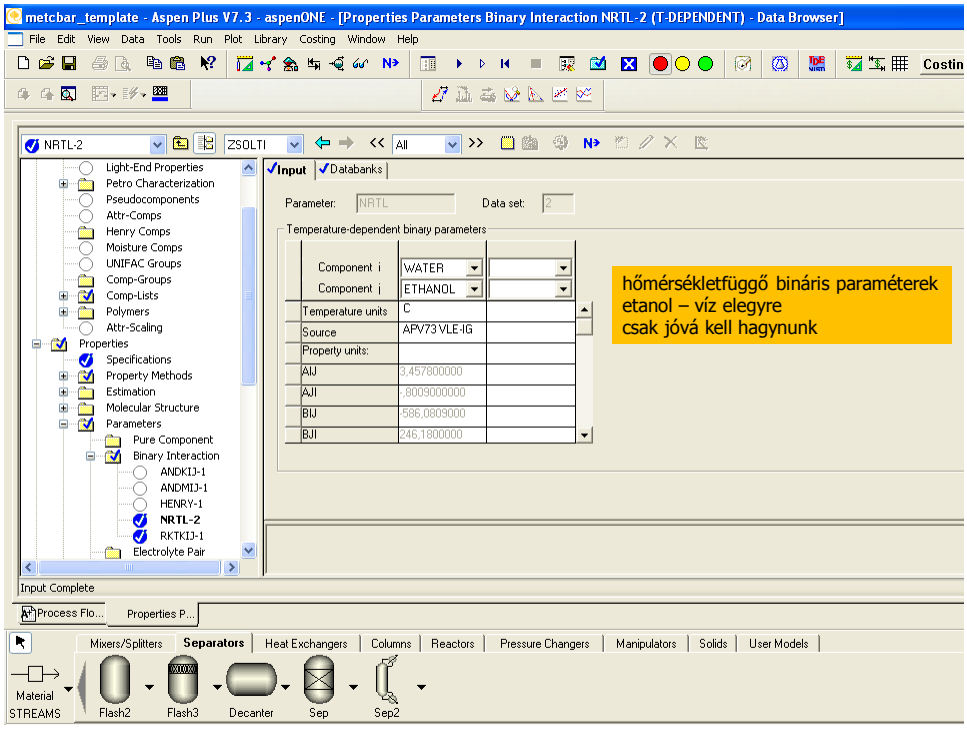

V7.3 - aspenONE - [Results Summary Equipment Summary - Data Browser]
Costing: Evaluated
Summary
Name
Summary
Total Capital Cost [EUR]
1,84719E+06
Total Raw Materials Cost [EUR/Year]
0
Total Product Sales [EUR/Year]
0
Total Utilities Cost [EUR/Year]
188553
P.O. Period [Year]
0
Capital – Beruházási költség (teljes üzemre!)
Utilities – Közművek (gőz, hűtővíz, elektromos áram) esetünkben a fűtőgőz
Summary
Equipment
DHE FLOAT HEAD
Heat Exchangers
Columns
Reactors
Pressure Changers
Manipulators
Solids
User Models
HXFlux

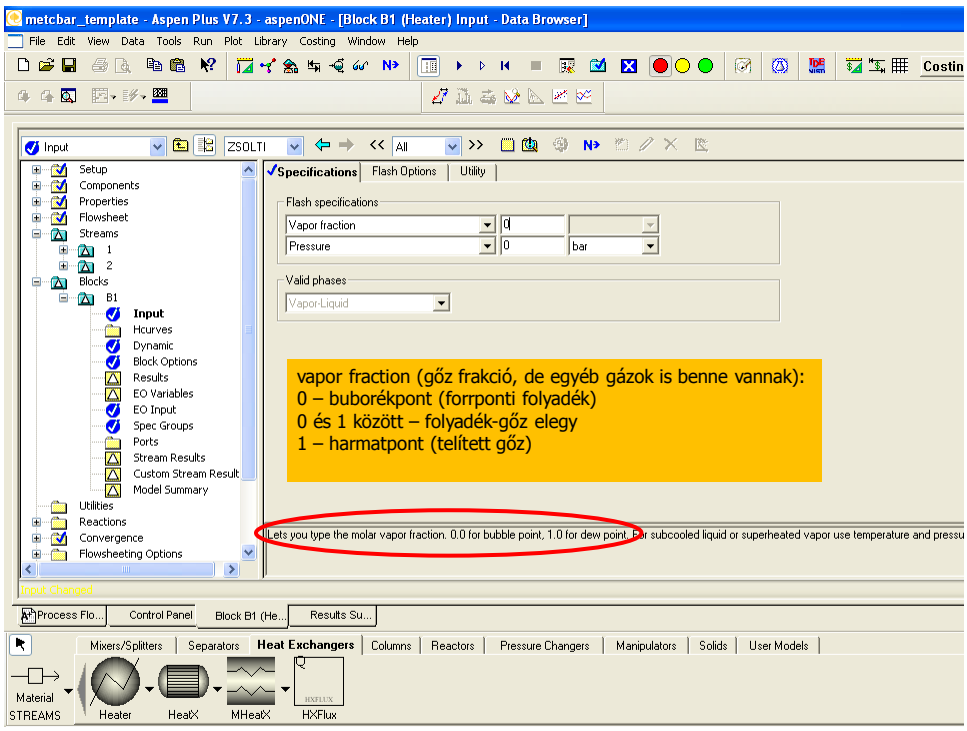

metcbar_template_demo - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Results Summary Equipment Summary - Data Browser]
File Edit View Data Tools Run Plot Library Costing Window Help
Equipment Summary
Setup
Components
Properties
Flowsheet
Streams
Blocks
Utilities
Reactions
Convergence
Flowsheeting Options
Model Analysis Tools
EO Configuration
Results Summary
Run Status
Streams
Convergence
Operating Cost Summary
CO2 Emission Summary
Custom Stream Summary
Model Summary
Equipment Summary
Dynamic Configuration
Name
Group
Type
Equipment Cost [EUR]
Total Direct Cost [EUR]
Equipment Weight [K
B1
DHE FLOAT HEA
10000
66400
540
-a készülék költsége (Equipment cost)
-a beszerelt készülék költsége (Total direct cost)
a készülék költsége mellett még tartalmazza
•beállítás
•csövezés
•szabályzók
•szigetelés
•festés
Summary
Equipment
DHE FLOAT HEAD
Process Flo...
Control Panel
Results Sum...
Mixers/Splitters
Separators
Heat Exchangers
Columns
Reactors
Pressure Changers
Manipulators
Solids
User Models
Material
STREAMS
Heater
HeatX
MHeatX
HXFlux

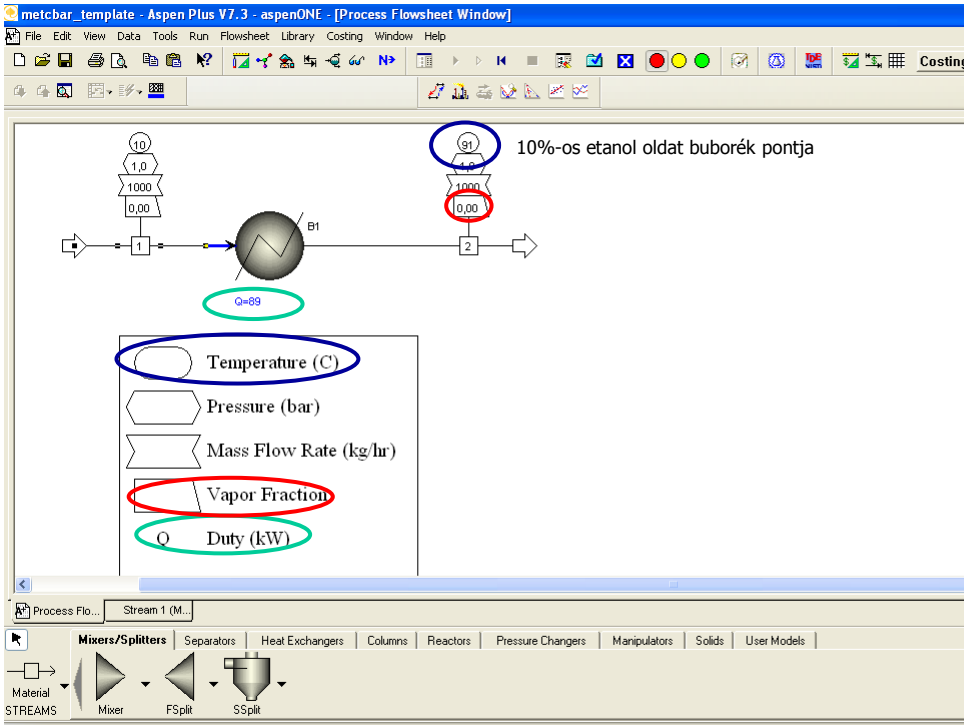

metcbar_template_demo - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Results Summary Equipment Summary - Data Browser]
File Edit View Data Tools Run Plot Library Costing Window Help
Equipment Summary
Setup
Components
Properties
Flowsheet
Streams
Blocks
Utilities
Reactions
Convergence
Flowsheeting Options
Model Analysis Tools
EO Configuration
Results Summary
Run Status
Streams
Convergence
Operating Cost Summary
CO2 Emission Summary
Custom Stream Summary
Model Summary
Equipment Summary
Dynamic Configuration
Item Reference Number 1,00
Remarks 1 Equipment mapp
Item description B1
User tag number B1
Quoted cost per item [EUR]
Currency unit for matl cost
Number of identical items 1,00
Heat transfer area [M2] 5,4157
Number of shells
Tube material
Tube design gauge pressure [KPAG] 758,171
Tube design temperature [DEG C] 194,3
Tube operating temperature [DEG C] 182,078
Tube outside diameter [MM] 25,4
Summary
Equipment
DHE FLOAT HEAD
Process Flo...
Control Panel
Results Sum...
Mixers/Splitters
Separators
Heat Exchangers
Columns
Reactors
Pressure Changers
Manipulators
Solids
User Models
Material
STREAMS
Heater
HeatX
MHeatX
HXFlux

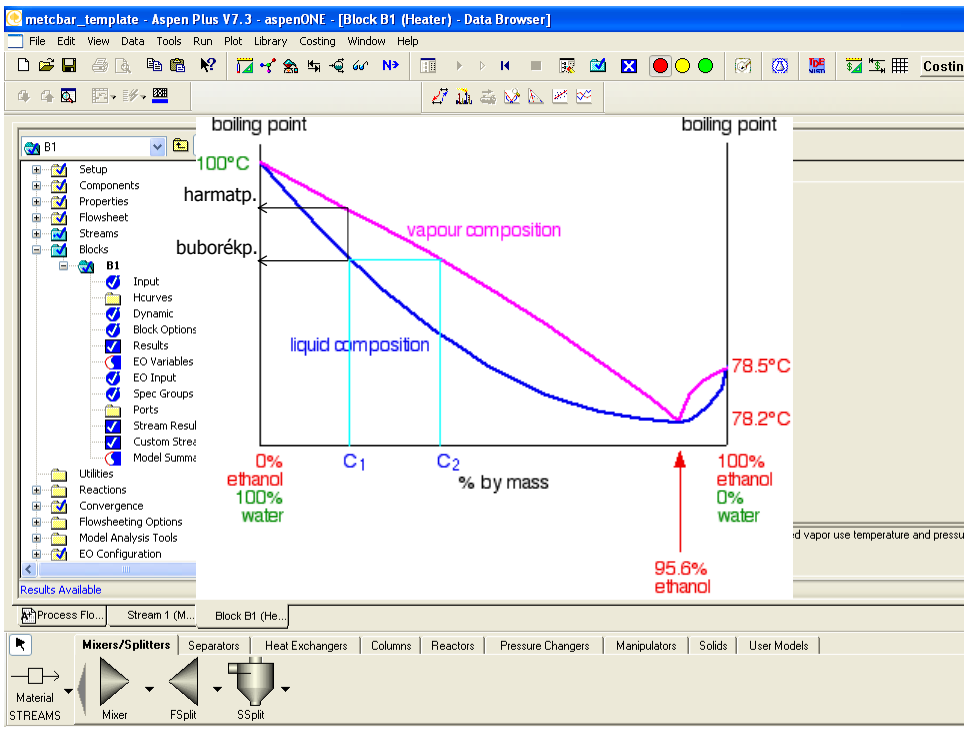
- Mekkora hőcserélő teljesítmény szükséges 1000 kg/h, 10%-os etanol oldat buborékpontra és harmatpontra történő melegítéséhez légköri nyomáson?
- 10% konvencionálisan tömegszázalékot jelent
- buborékpont?
- harmatpont?

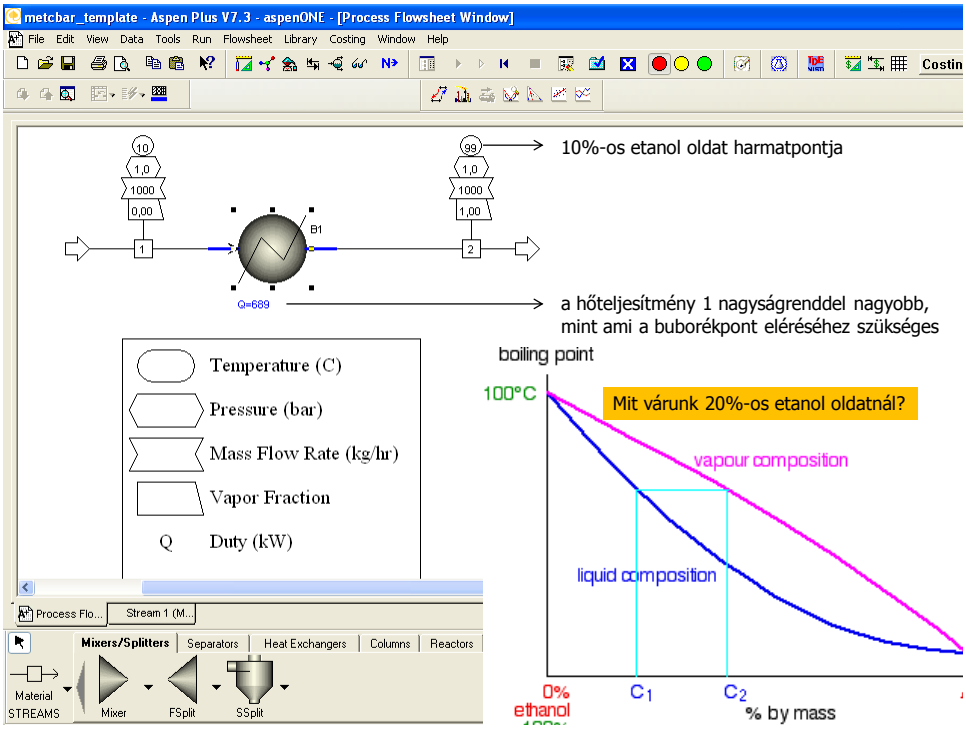


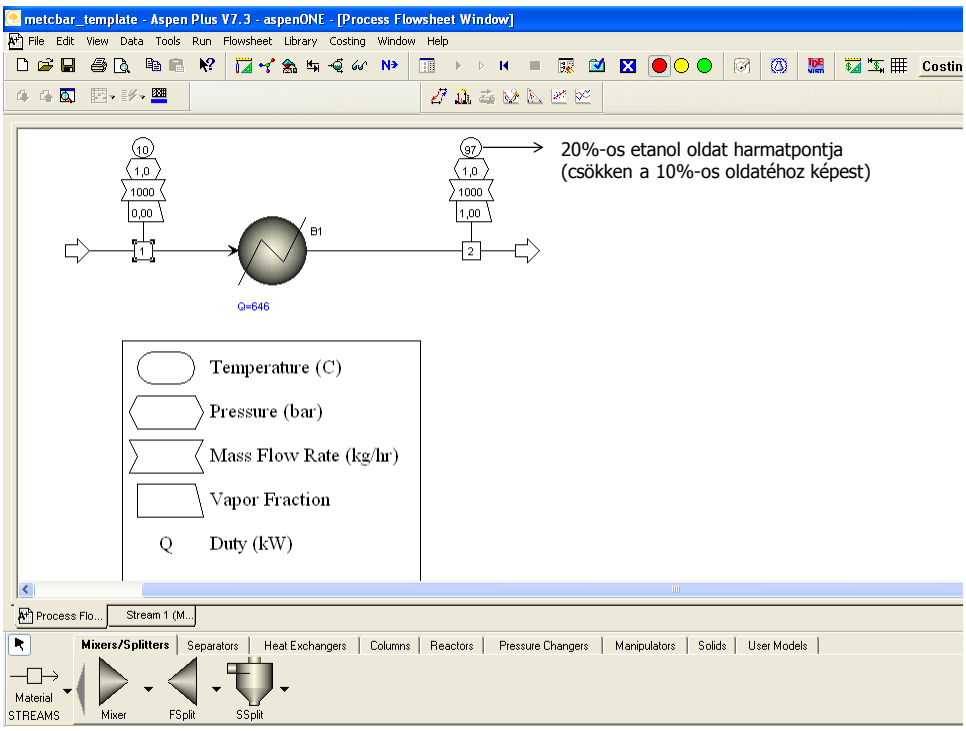

metcbar_template - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Properties Parameters Binary Interaction NRTL-2 (T-DEPENDENT) - Data Browser]
File Edit View Data Tools Run Plot Library Costing Window Help
NRTL-2
ZSOLTI
Input
Databanks
Parameter:
NRTL
Data set:
2
Temperature-dependent binary parameters
Component i
WATER
Component j
ETHANOL
Temperature units
C
Source
APV73 VLE-IG
Property units:
AIJ
3.457800000
AJI
-.8009000000
BIJ
-586.0809000
BJI
246.1800000
hőmérsékletfüggő bináris paraméterek
etanol – víz elegyre
csak jóvá kell hagynunk
Input Complete
Mixers/Splitters
Separators
Heat Exchangers
Columns
Reactors
Pressure Changers
Manipulators
Solids
User Models
Material
STREAMS
Flash2
Flash3
Decanter
Sep
Sep2

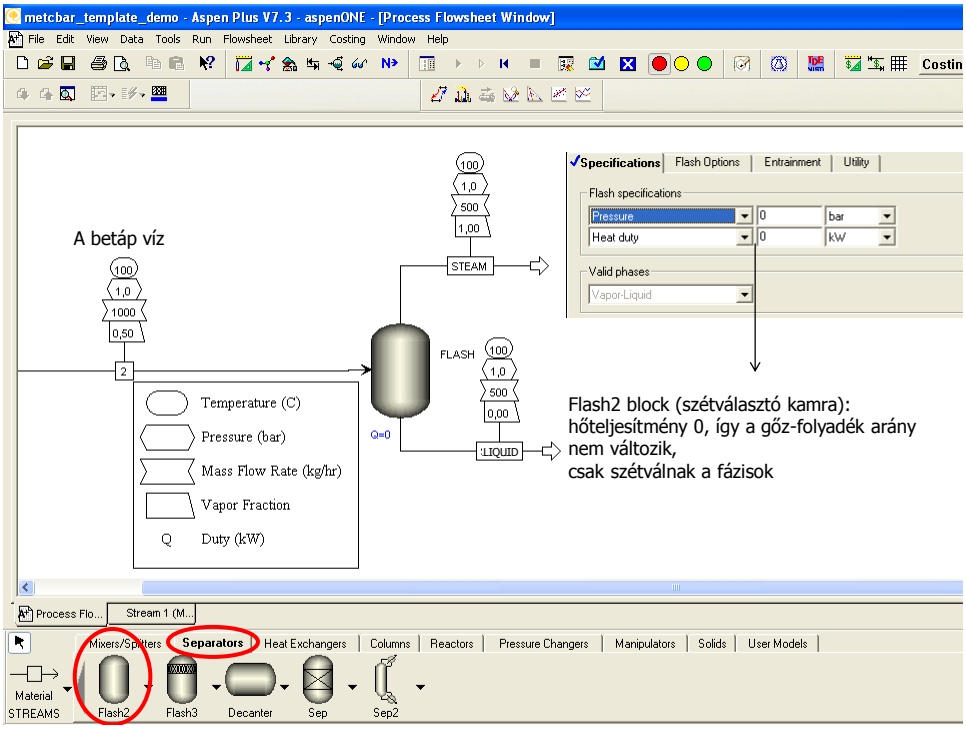

metcbar_template - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Block B1 (Heater) Input - Data Browser]
File Edit View Data Tools Run Plot Library Costing Window Help
Input
ZSOLTI
Specifications
Flash Options
Utility
Flash specifications
Vapor fraction
0
Pressure
0
bar
Valid phases
Vapor-Liquid
vapor fraction (gőz frakció, de egyéb gázok is benne vannak):
0 – buborékpont (forrponti folyadék)
0 és 1 között – folyadék-gőz elegy
1 – harmatpont (telített gőz)
Lets you type the molar vapor fraction. 0.0 for bubble point, 1.0 for dew point. For subcooled liquid or superheated vapor use temperature and pressu
Input Changed
Mixers/Splitters
Separators
Heat Exchangers
Columns
Reactors
Pressure Changers
Manipulators
Solids
User Models
Material
STREAMS
Heater
HeatX
MHeatX
HXFlux


metcbar_template - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Process Flowsheet Window]
10%-os etanol oldat buborék pontja
B1
Q=89
Temperature (C)
Pressure (bar)
Mass Flow Rate (kg/hr)
Vapor Fraction
Duty (kW)
Mixers/Splitters
Separators
Heat Exchangers
Columns
Reactors
Pressure Changers
Manipulators
Solids
User Models
Material
STREAMS
Mixer
FSplit
SSplit


metcbar_template - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Block B1 (Heater) - Data Browser]
boiling point
boiling point
100°C
harmatp.
buborékp.
vapour composition
liquid composition
78.5°C
78.2°C
0%
ethanol
100%
water
C1
C2
% by mass
100%
ethanol
0%
water
95.6%
ethanol
Results Available
Mixers/Splitters
Separators
Heat Exchangers
Columns
Reactors
Pressure Changers
Manipulators
Solids
User Models
Material
STREAMS
Mixer
FSplit
SSplit


metcbar_template - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Process Flowsheet Window]
10%-os etanol oldat harmatpontja
a hőteljesítmény 1 nagyságrenddel nagyobb, mint ami a buborékpont eléréséhez szükséges
Temperature (C)
Pressure (bar)
Mass Flow Rate (kg/hr)
Vapor Fraction
Q Duty (kW)
boiling point
100°C
Mit várunk 20%-os etanol oldatnál?
vapour composition
liquid composition
0% ethanol
C1
C2
% by mass


metcbar_template - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Process Flowsheet Window]
20%-os etanol oldat harmatpontja (csökken a 10%-os oldatéhoz képest)
Temperature (C)
Pressure (bar)
Mass Flow Rate (kg/hr)
Vapor Fraction
Q Duty (kW)

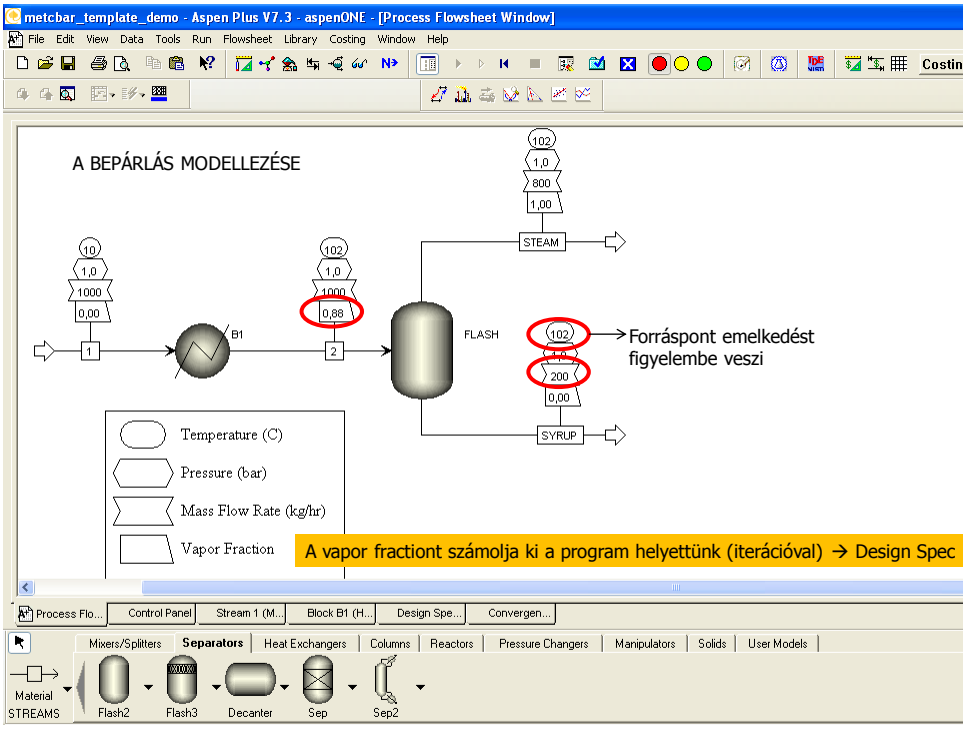


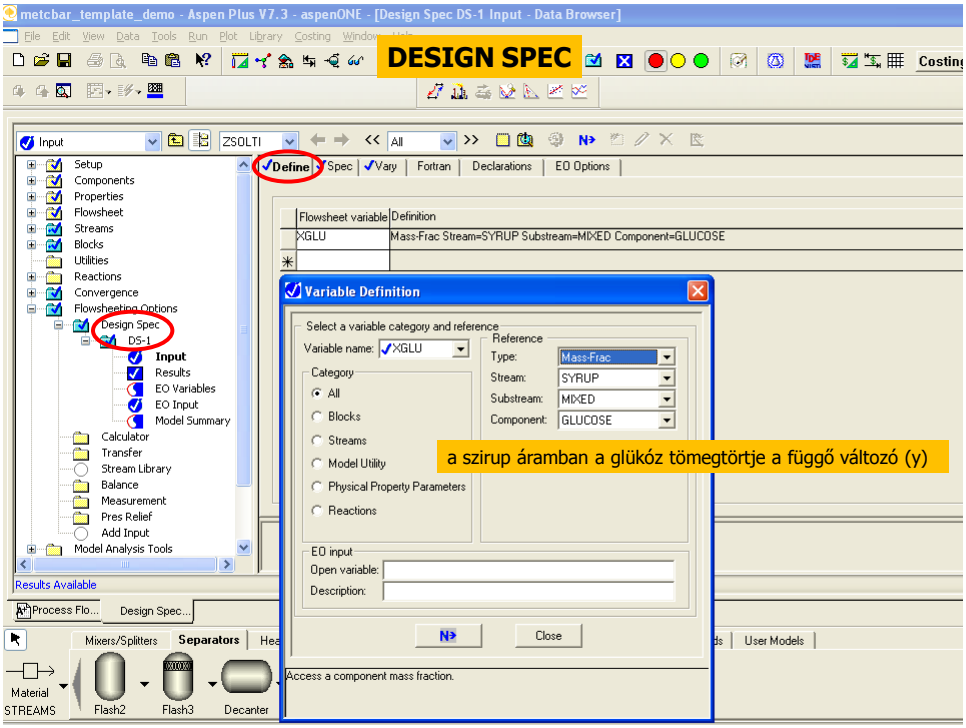
Bepárlás

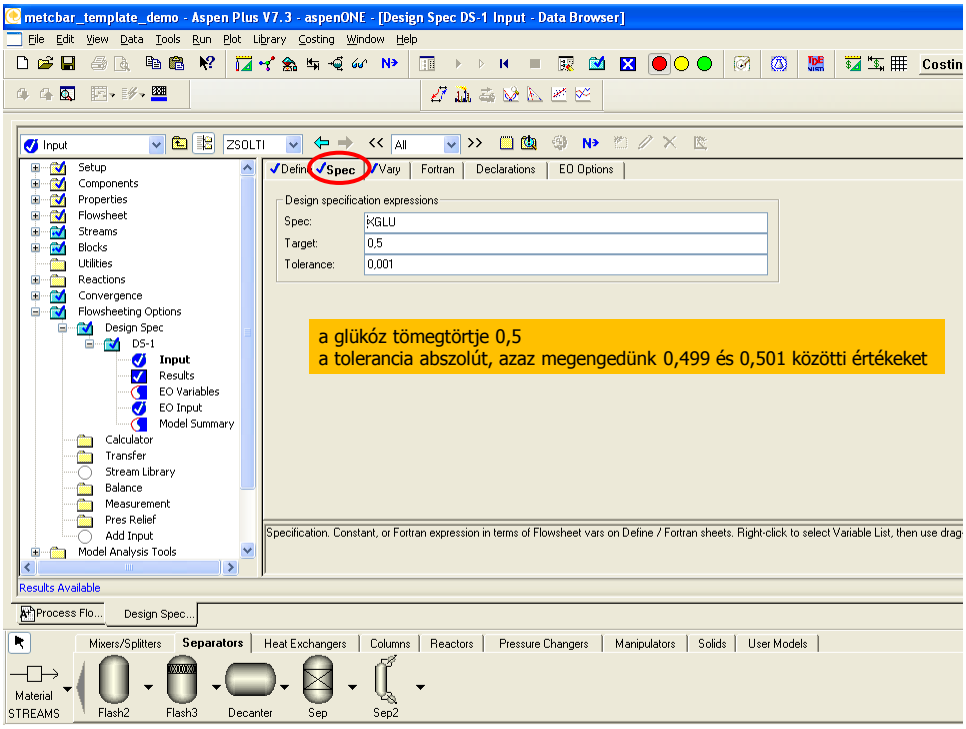
- Bepárlás:
  10°C-os, 1000 kg/h, 10%-os glükóz oldat bepárlása 50%-osra légköri nyomáson

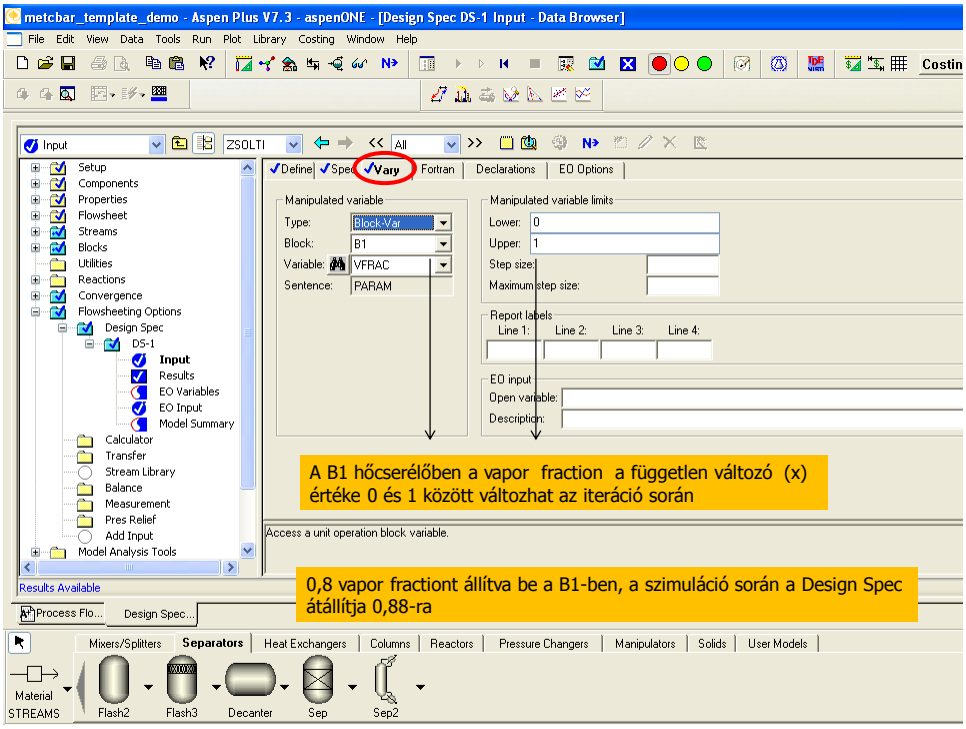
- Nincs bepárló block
- Helyette: hőcserélő + flash2 block kombinálása

- Számolás vapor fraction alapján
- 100 kg/h glükóz mellett 100 kg/h víz lesz a szirupban
  800 kg/h vizet kell elpárologtatni a kiindulási 900 kg/h-ból
  csak a víz válik gőzzé → 800/900 = 0,88 a vapor fraction


metcbar_template_demo - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Process Flowsheet Window]
A BEPÁRLÁS MODELLEZÉSE
STEAM
SYRUP
B1
FLASH
Forráspont emelkedést figyelembe veszi
Temperature (C)
Pressure (bar)
Mass Flow Rate (kg/hr)
Vapor Fraction
A vapor fractiont számolja ki a program helyettünk (iterációval) → Design Spec


metcbar_template_demo - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Design Spec DS-1 Input - Data Browser]
DESIGN SPEC
Variable Definition
Select a variable category and reference
Variable name: XGLU
Type: Mass-Frac
Stream: SYRUP
Substream: MIXED
Component: GLUCOSE
a szirup áramban a glükóz tömegtörtje a függő változó (y)

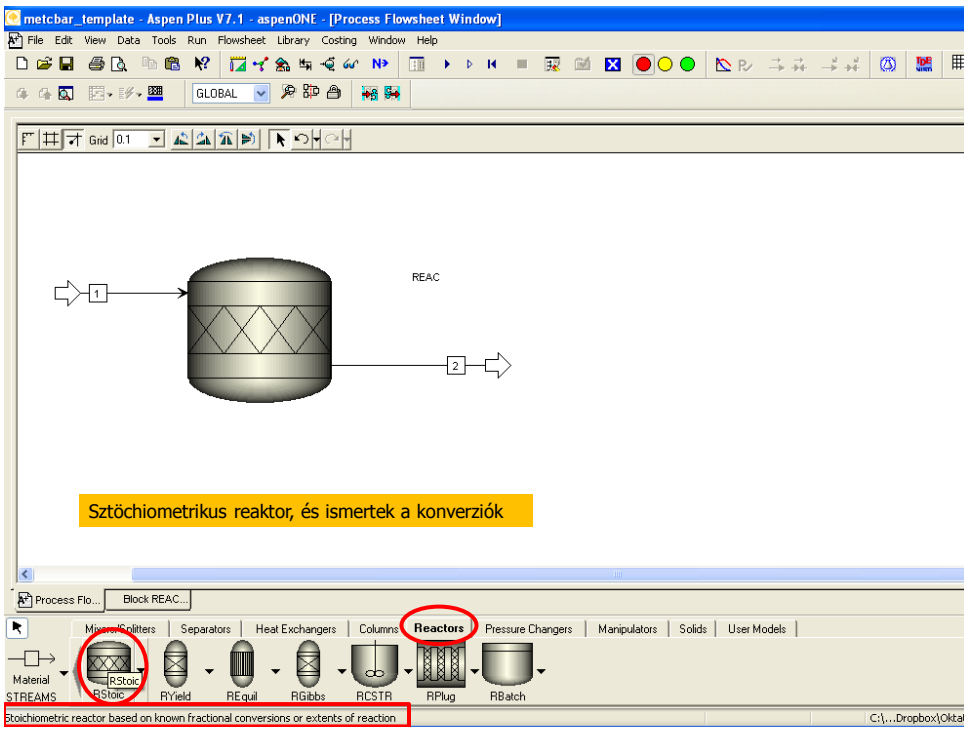

metcbar_template_demo - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Design Spec DS-1 Input - Data Browser]
Design specification expressions
Spec: KGLU
Target: 0,5
Tolerance: 0,001
a glükóz tömegtörtje 0,5
a tolerancia abszolút, azaz megengedünk 0,499 és 0,501 közötti értékeket

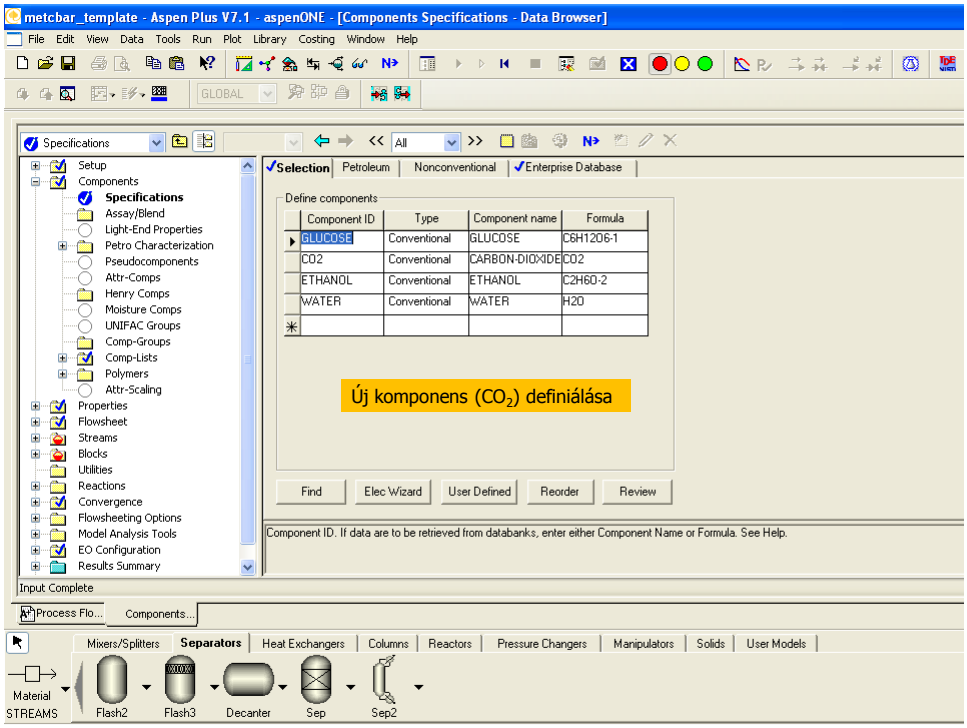

metcbar_template_demo - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Design Spec DS-1 Input - Data Browser]
Manipulated variable
Type: Block-Var
Block: B1
Variable: VFRAC
Sentence: PARAM
Manipulated variable limits
Lower: 0
Upper: 1
A B1 hőcserélőben a vapor fraction a független változó (x) értéke 0 és 1 között változhat az iteráció során
0,8 vapor fractiont állítva be a B1-ben, a szimuláció során a Design Spec átállítja 0,88-ra

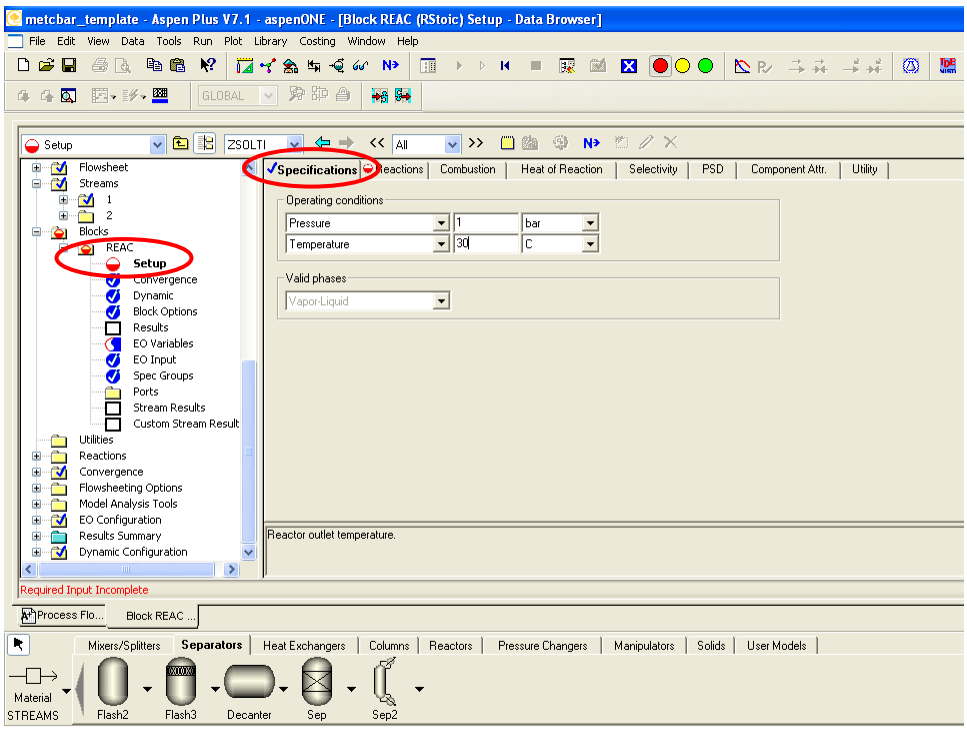
Fermentor modellezése – etanolerjesztés

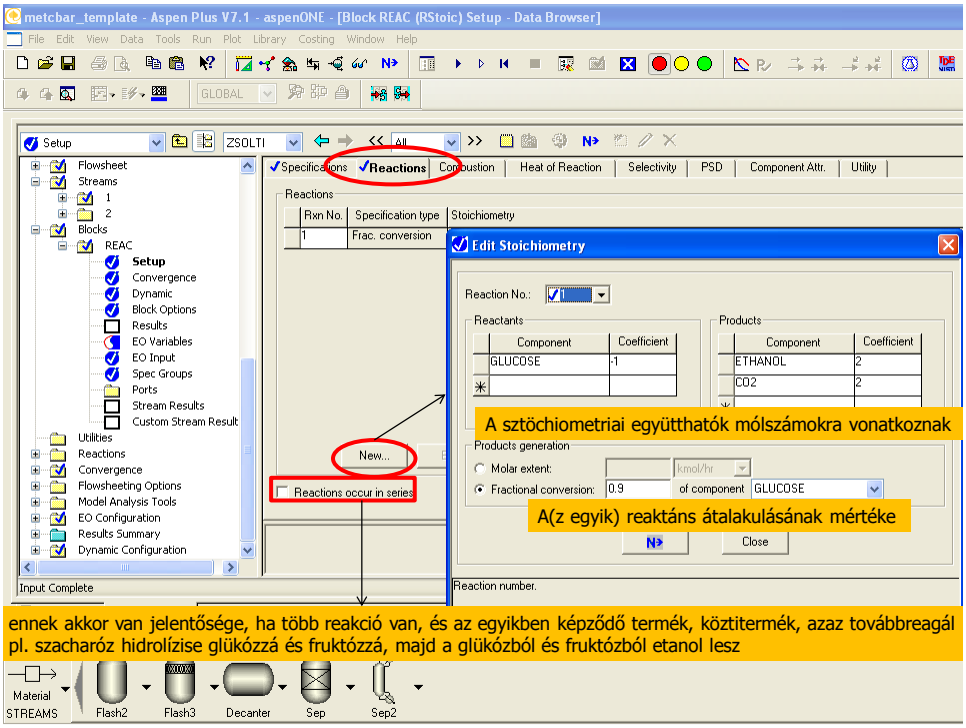
- Reaktor + …
  - Légköri nyomáson etanol képződik
  - Egy reakció: glükóz → 2 etanol + 2 CO_2
  - 90% az etanol hozam → a glükóz-etanol konverzió 90%
  - Exoterm a reakció és állandó hőmérsékletet (30°C) tartunk → el kell vonni a hőt hűtővízzel
  - Az élesztő tfh. immobilizált (ritka, de van rá példa)

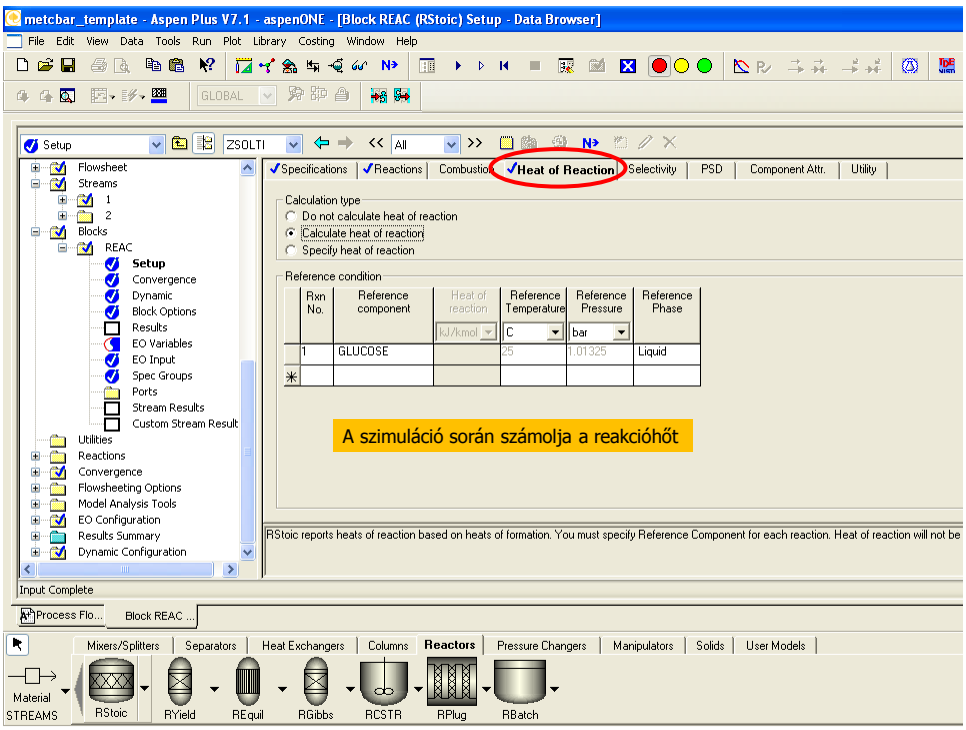
- … + szeparátor
  - A gázelvezetés modellezésére

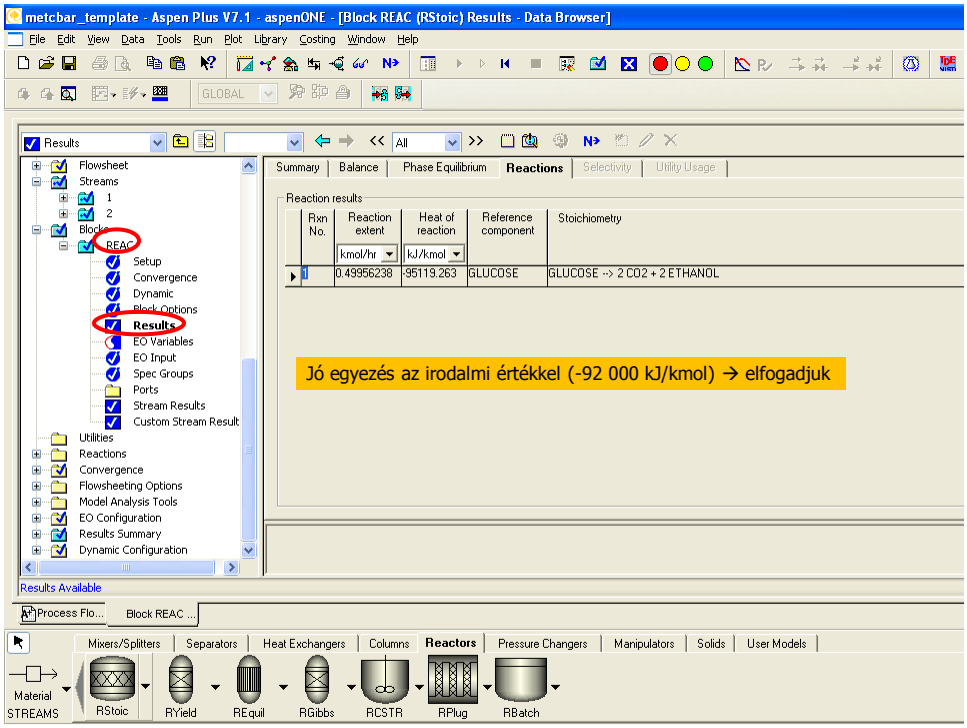


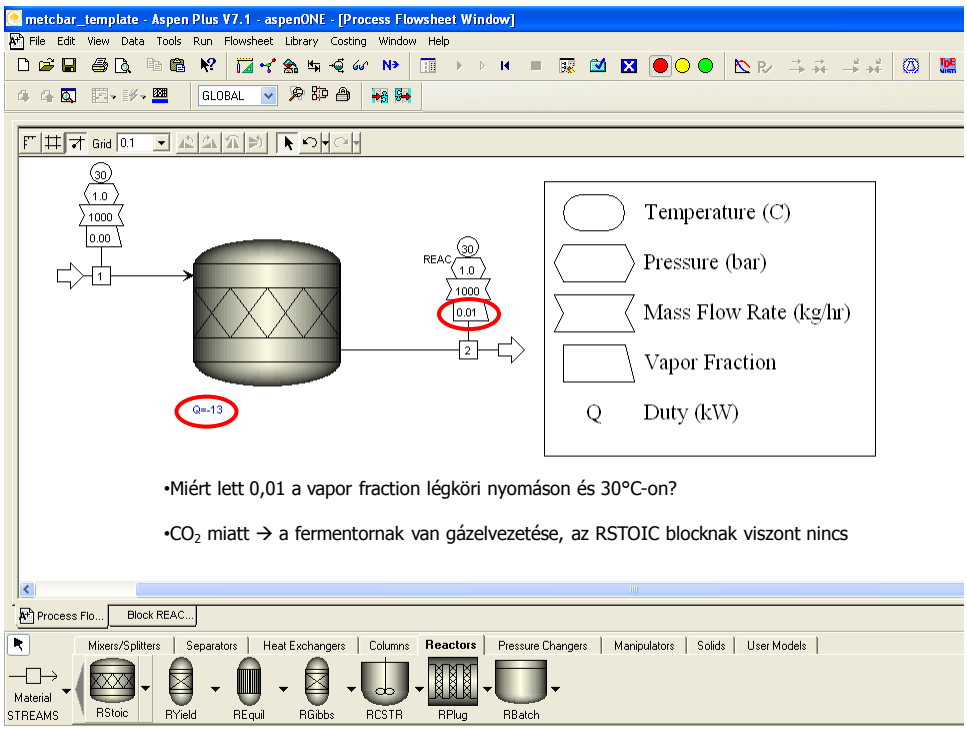

metcbar_template - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Components Specifications - Data Browser]
Specifications
Selection
Petroleum
Nonconventional
Enterprise Database
Define components
Component ID
Type
Component name
Formula
GLUCOSE
Conventional
GLUCOSE
C6H12O6-1
CO2
Conventional
CARBON-DIOXIDE
CO2
ETHANOL
Conventional
ETHANOL
C2H6O-2
WATER
Conventional
WATER
H2O
Új komponens (CO2) definiálása
Find
Elec Wizard
User Defined
Reorder
Review
Component ID. If data are to be retrieved from databanks, enter either Component Name or Formula. See Help.
Input Complete
Mixers/Splitters
Separators
Heat Exchangers
Columns
Reactors
Pressure Changers
Manipulators
Solids
User Models
Material
STREAMS
Flash2
Flash3
Decanter
Sep
Sep2

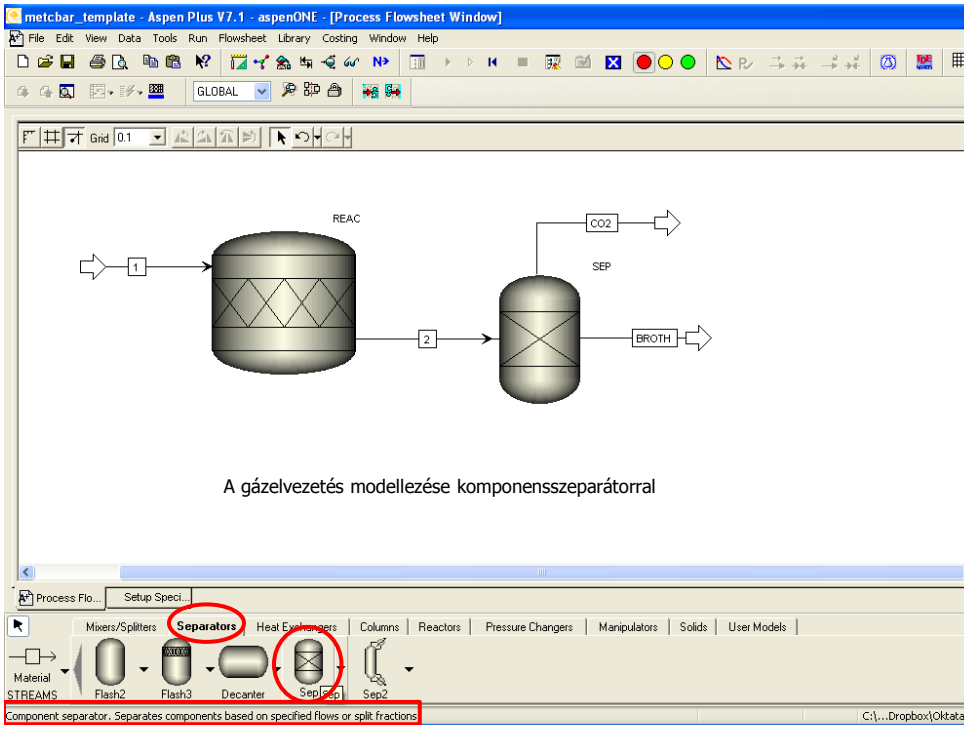

metcbar_template - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Block REAC (RStoic) Setup - Data Browser]
Setup
ZSOLTI
Specifications
Reactions
Combustion
Heat of Reaction
Selectivity
PSD
Component Attr.
Utility
Operating conditions
Pressure
1
bar
Temperature
30
C
Valid phases
Vapor-Liquid
Reactor outlet temperature.
Required Input Incomplete
Mixers/Splitters
Separators
Heat Exchangers
Columns
Reactors
Pressure Changers
Manipulators
Solids
User Models
Material
STREAMS
Flash2
Flash3
Decanter
Sep
Sep2


metcbar_template - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Block REAC (RStoic) Setup - Data Browser]
Edit Stoichiometry
Reaction No.: 1
Reactants
Component
Coefficient
GLUCOSE
-1
Products
ETHANOL
2
CO2
2
A sztöchiometriai együtthatók mólszámokra vonatkoznak
Products generation
Molar extent:
Fractional conversion:
0.9
of component
GLUCOSE
A(z egyik) reaktáns átalakulásának mértéke
New...
Reactions occur in series
Close
Reaction number.
ennek akkor van jelentősége, ha több reakció van, és az egyikben képződő termék, köztitermék, azaz továbbreagál
pl. szacharóz hidrolízise glükózzá és fruktózzá, majd a glükózból és fruktózból etanol lesz

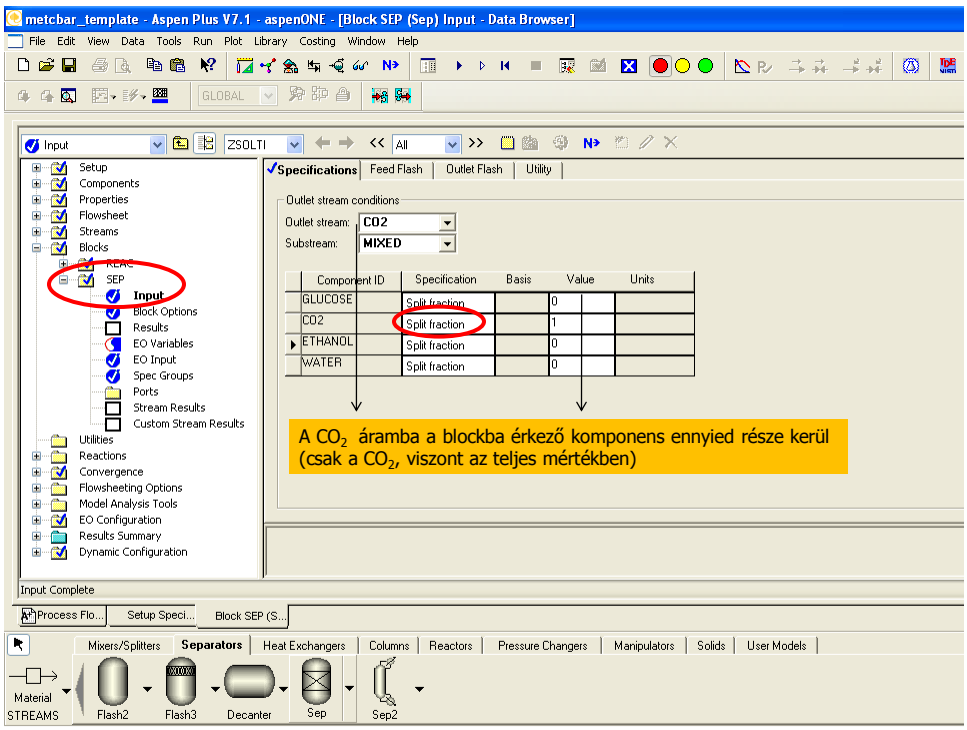

metcbar_template - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Block REAC (RStoic) Setup - Data Browser]
Heat of Reaction
Calculation type
Do not calculate heat of reaction
Calculate heat of reaction
Specify heat of reaction
Reference condition
Rxn No.
Reference component
Heat of reaction
Reference Temperature
Reference Pressure
Reference Phase
kJ/kmol
C
bar
1
GLUCOSE
25
1.01325
Liquid
A szimuláció során számolja a reakcióhőt
RStoic reports heats of reaction based on heats of formation. You must specify Reference Component for each reaction. Heat of reaction will not be


metcbar_template - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Block REAC (RStoic) Results - Data Browser]
Summary
Balance
Phase Equilibrium
Reactions
Selectivity
Utility Usage
Reaction results
Rxn No.
Reaction extent
Heat of reaction
Reference component
Stoichiometry
kmol/hr
kJ/kmol
0.49956238
-95119.263
GLUCOSE
GLUCOSE --> 2 CO2 + 2 ETHANOL
Jó egyezés az irodalmi értékkel (-92 000 kJ/kmol) → elfogadjuk

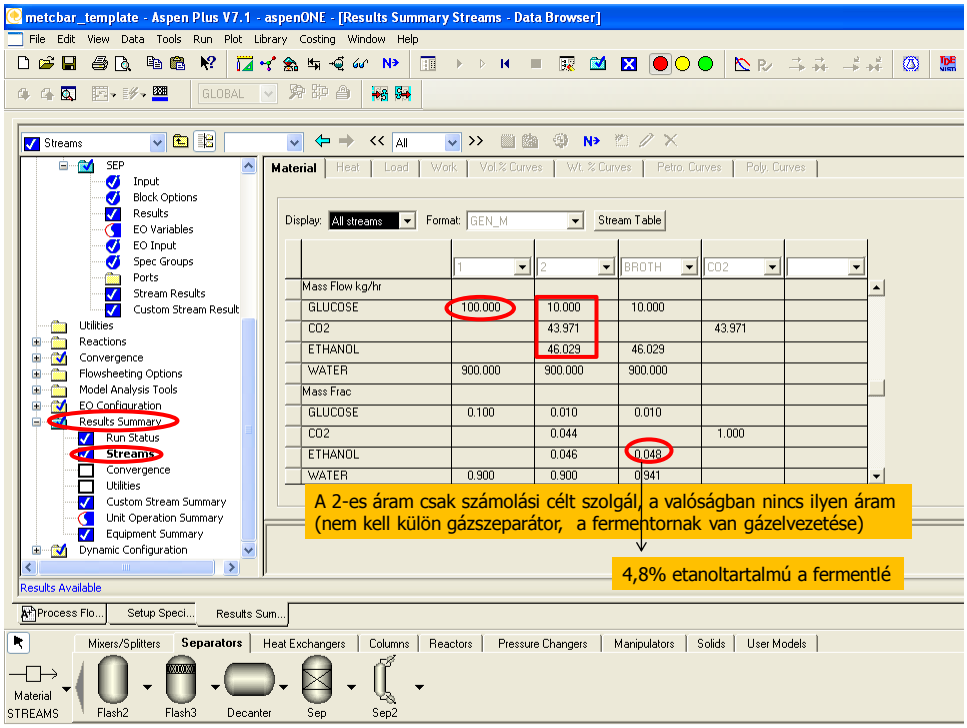

metcbar_template - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Process Flowsheet Window]
Temperature (C)
Pressure (bar)
Mass Flow Rate (kg/hr)
Vapor Fraction
Q
Duty (kW)
•Miért lett 0,01 a vapor fraction légköri nyomáson és 30°C-on?
•CO2 miatt → a fermentornak van gázelvezetése, az RSTOIC blocknak viszont nincs



A gázelvezetés modellezése komponenssszeparátorral

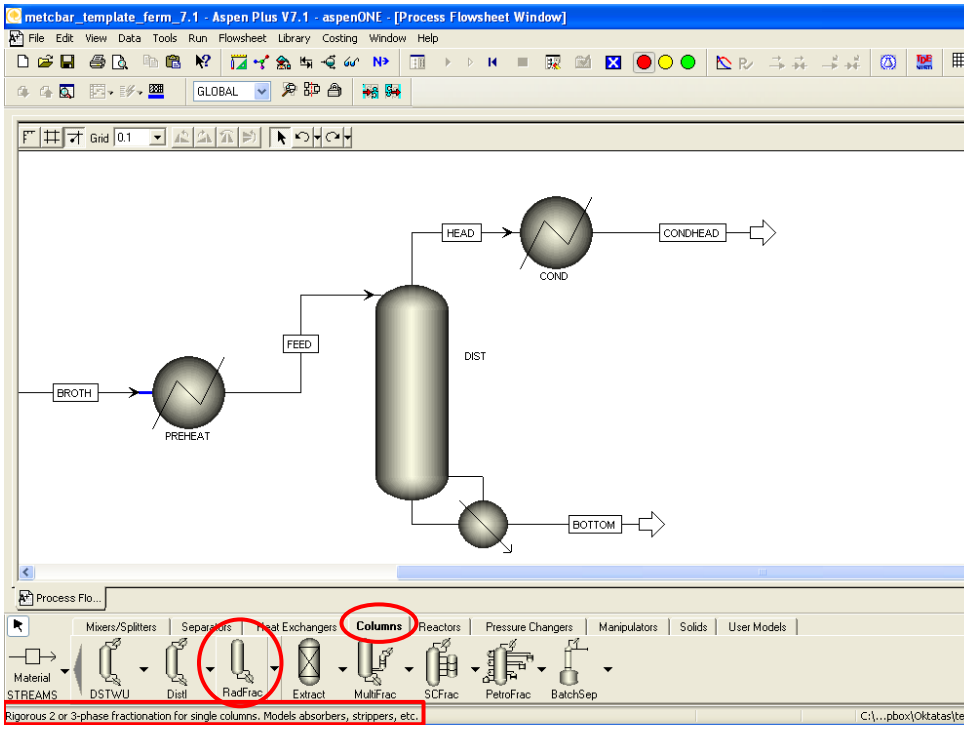


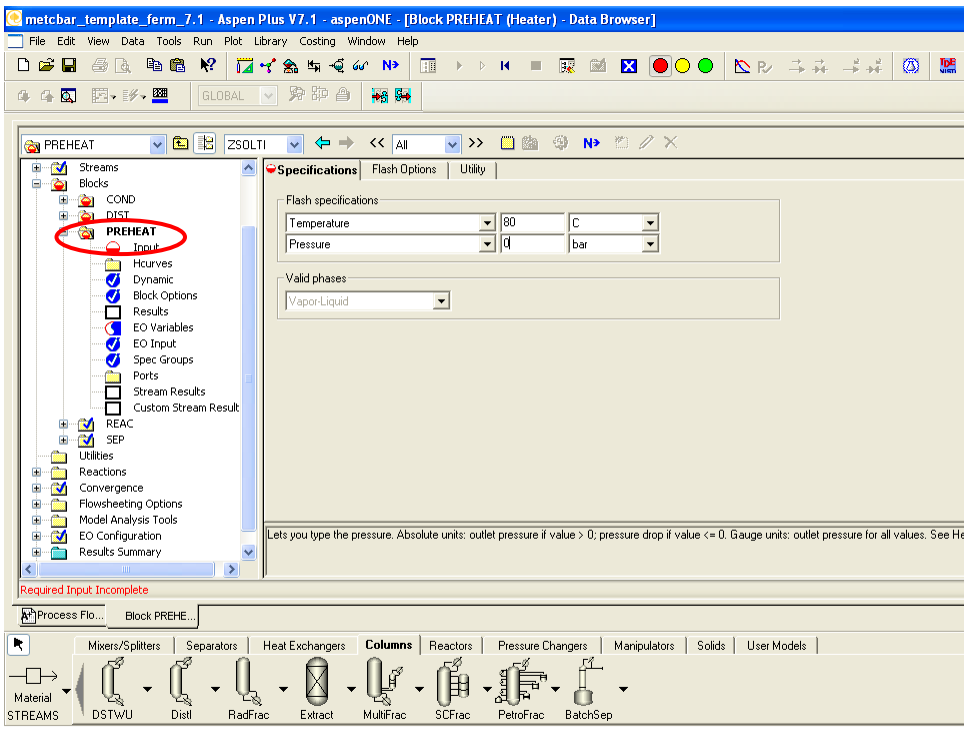
A CO_2 áramba a blockba érkező komponens ennyied része kerül (csak a CO_2, viszont az teljes mértékben)

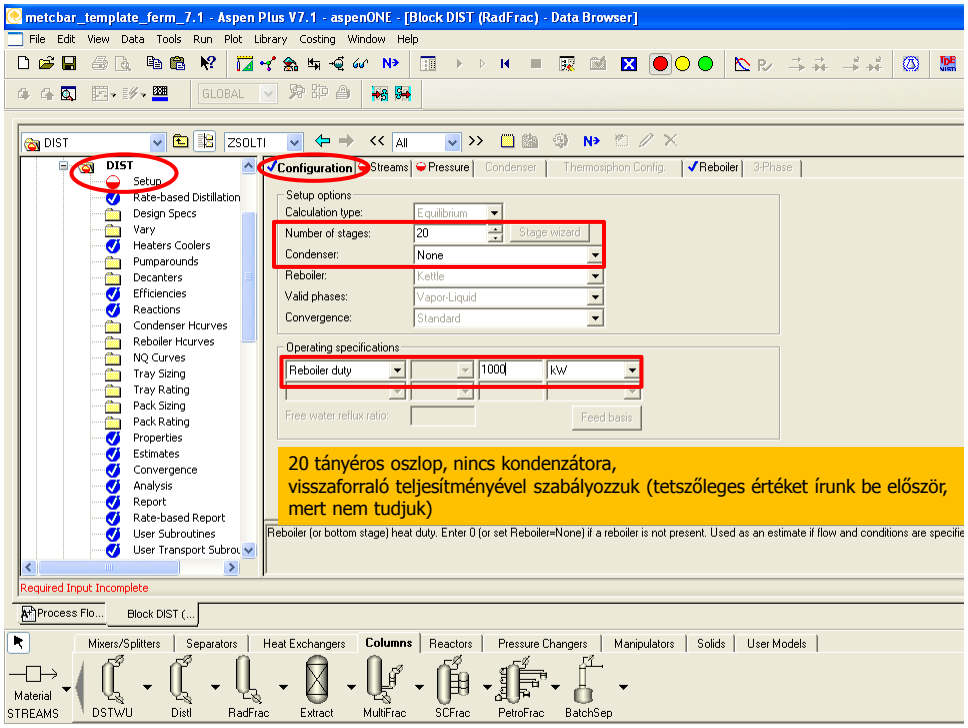


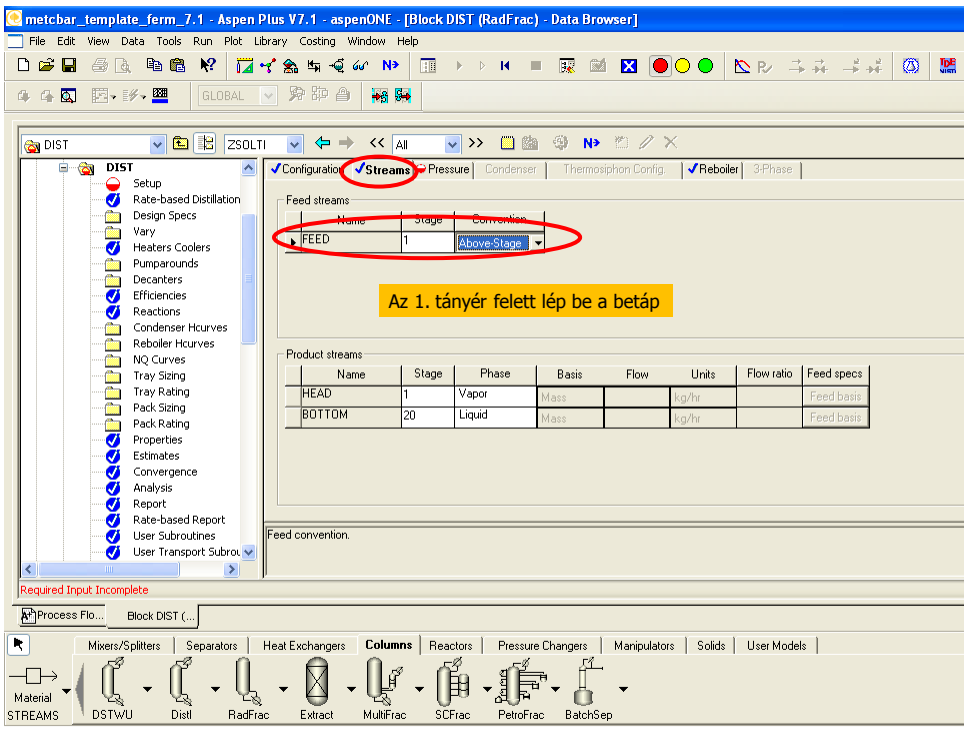
Nyersszesz előállítása

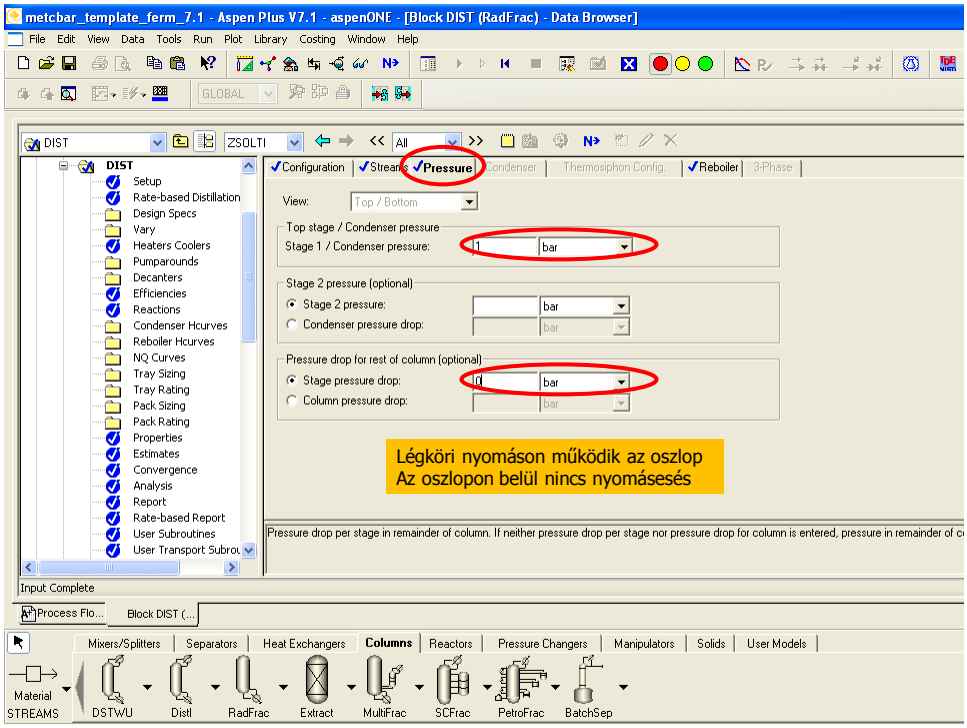
- Desztillációval
  - Légköri nyomáson
  - 20 tányéros oszlop
  - Nincs kondenzátora
  - A 80°C-ra előmelegített fermentlé (BROTH) az első tányérra érkezik, és gőzt vezetünk el fejtermékként, amelyet később külön hőcserélőben kondenzáltatunk
  - Etanol kinyerés: 99%, azaz a kiindulási etanol mennyiség 99%-át kapjuk a fejtermék áramban
  - Az etanol kinyerést a visszaforraló teljesítményével szabályozzuk
- Érzékenységi vizsgálat (Sensitivity analysis) a megfelelő visszaforraló teljesítménytartomány megállapítására
- Design specifikáció a visszaforraló teljesítményérték beállítására

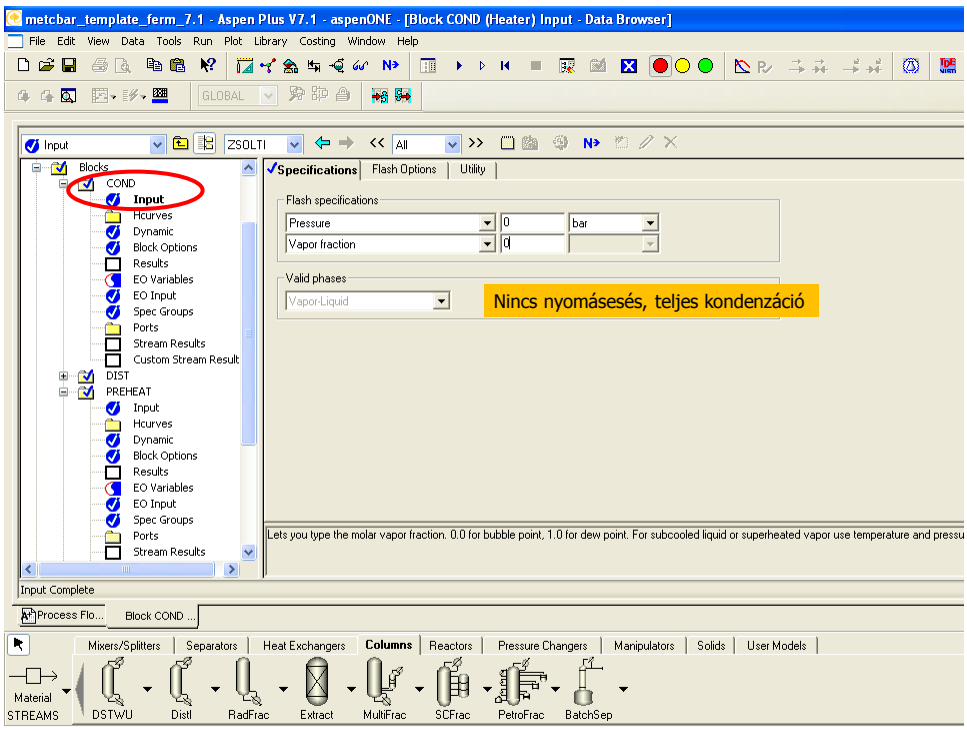

metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Process Flowsheet Window]
File Edit View Data Tools Run Flowsheet Library Costing Window Help
GLOBAL
Grid 0.1
HEAD
CONDHEAD
COND
FEED
DIST
BROTH
PREHEAT
BOTTOM
Process Flo...
Mixers/Splitters Separators Heat Exchangers Columns Reactors Pressure Changers Manipulators Solids User Models
Material STREAMS
DSTWU DistI RadFrac Extract MultiFrac SCFrac PetroFrac BatchSep
Rigorous 2 or 3-phase fractionation for single columns. Models absorbers, strippers, etc.

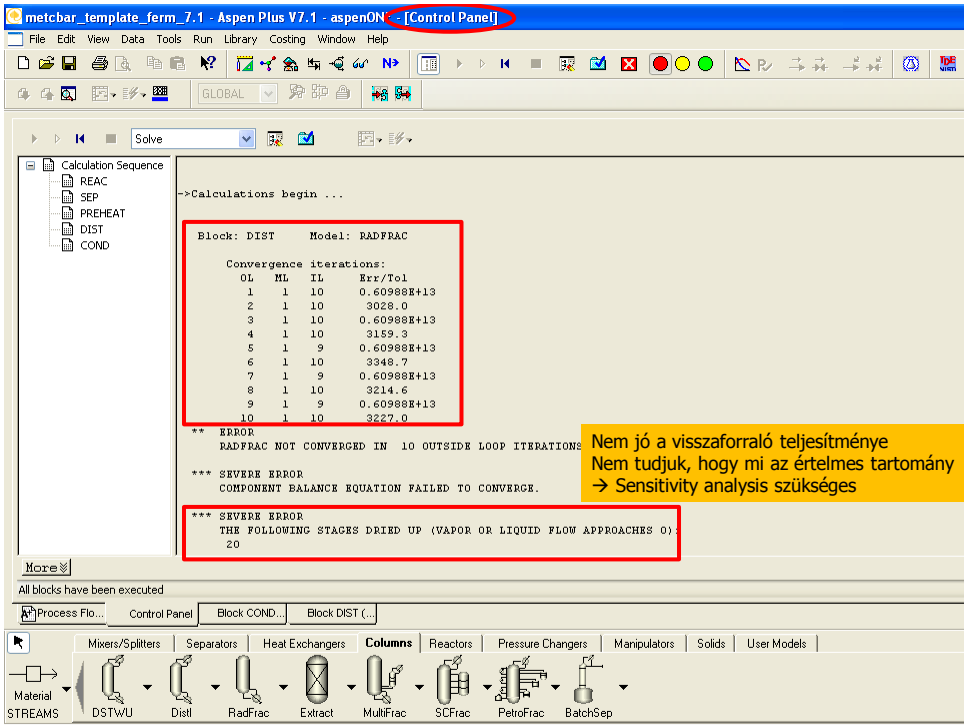

metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Block PREHEAT (Heater) - Data Browser]
File Edit View Data Tools Run Plot Library Costing Window Help
GLOBAL
PREHEAT
ZSOLTI
All
Streams
Blocks
COND
DIST
PREHEAT
Input
Hcurves
Dynamic
Block Options
Results
EO Variables
EO Input
Spec Groups
Ports
Stream Results
Custom Stream Result
REAC
SEP
Utilities
Reactions
Convergence
Flowsheeting Options
Model Analysis Tools
EO Configuration
Results Summary
Specifications Flash Options Utility
Flash specifications
Temperature 80 C
Pressure 0 bar
Valid phases
Vapor-Liquid
Lets you type the pressure. Absolute units: outlet pressure if value > 0; pressure drop if value <= 0. Gauge units: outlet pressure for all values. See He
Required Input Incomplete
Process Flo... Block PREHE...
Mixers/Splitters Separators Heat Exchangers Columns Reactors Pressure Changers Manipulators Solids User Models
Material STREAMS
DSTWU DistI RadFrac Extract MultiFrac SCFrac PetroFrac BatchSep

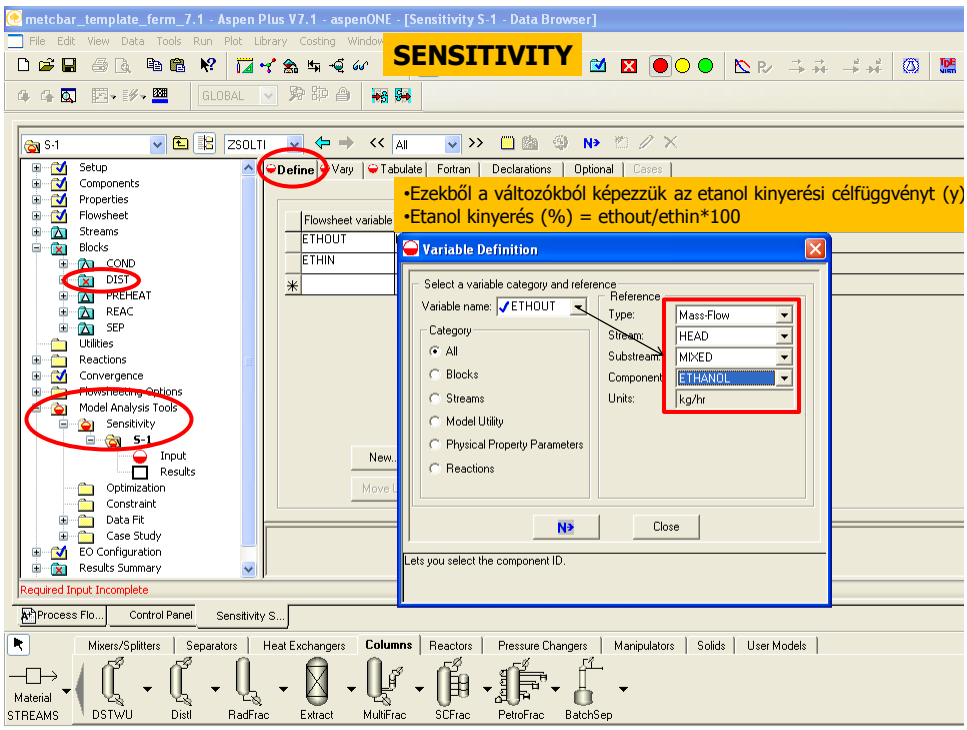

metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Block DIST (RadFrac) - Data Browser]
Configuration
Setup options
Calculation type: Equilibrium
Number of stages: 20
Condenser: None
Reboiler: Kettle
Valid phases: Vapor-Liquid
Convergence: Standard
Operating specifications
Reboiler duty 1000 kW
20 tányéros oszlop, nincs kondenzátora,
visszaforraló teljesítményével szabályozzuk (tetszőleges értéket írunk be először, mert nem tudjuk)

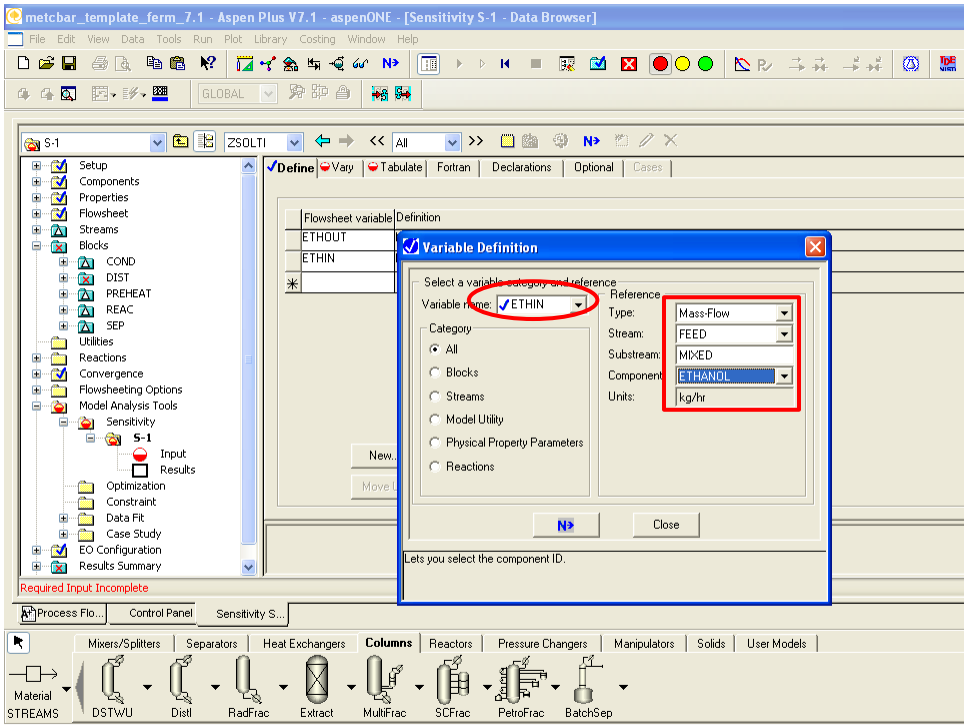

metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Block DIST (RadFrac) - Data Browser]
Streams
Feed streams
FEED 1 Above-Stage
Az 1. tányér felett lép be a betáp
Product streams
HEAD 1 Vapor
BOTTOM 20 Liquid

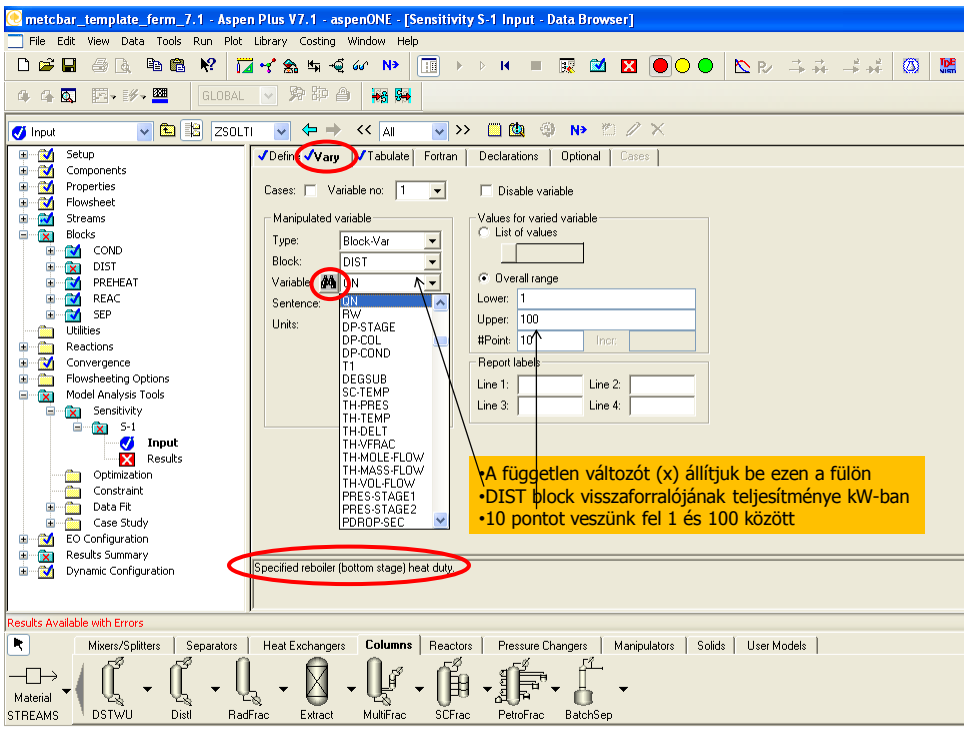

metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Block DIST (RadFrac) - Data Browser]
Configuration
Pressure
Reboiler
Top stage / Condenser pressure
Stage 1 / Condenser pressure:
Stage 2 pressure (optional)
Pressure drop for rest of column (optional)
Stage pressure drop:
Column pressure drop:
Légköri nyomáson működik az oszlop
Az oszlopon belül nincs nyomásesés
Input Complete

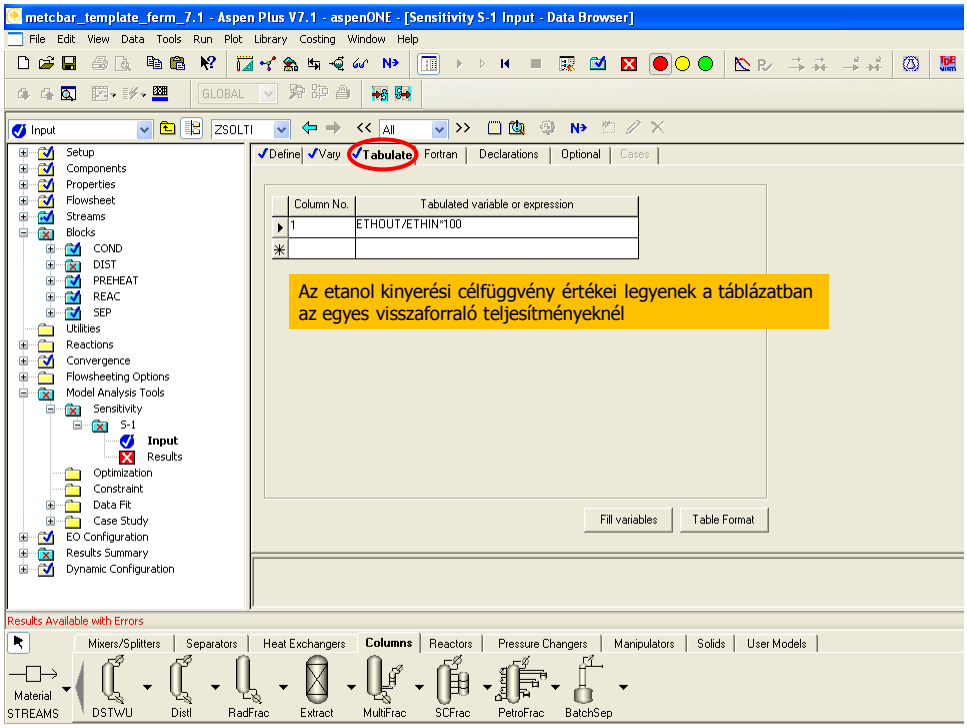

metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Block COND (Heater) Input - Data Browser]
Specifications
Flash Options
Utility
Flash specifications
Pressure
Vapor fraction
Valid phases
Vapor-Liquid
Nincs nyomásesés, teljes kondenzáció
Input Complete

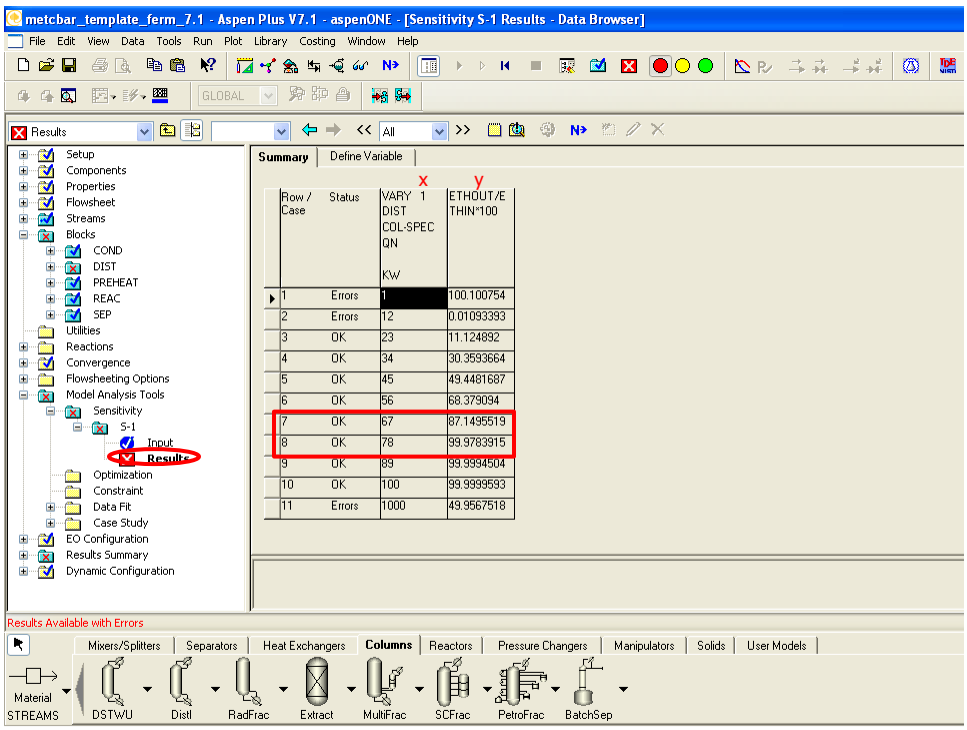

metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Control Panel]
->Calculations begin ...
Block: DIST Model: RADFRAC
Convergence iterations:
** ERROR
RADFRAC NOT CONVERGED IN 10 OUTSIDE LOOP ITERATIONS
*** SEVERE ERROR
COMPONENT BALANCE EQUATION FAILED TO CONVERGE.
*** SEVERE ERROR
THE FOLLOWING STAGES DRIED UP (VAPOR OR LIQUID FLOW APPROACHES 0):
Nem jó a visszaforraló teljesítménye
Nem tudjuk, hogy mi az értelmes tartomány
→ Sensitivity analysis szükséges

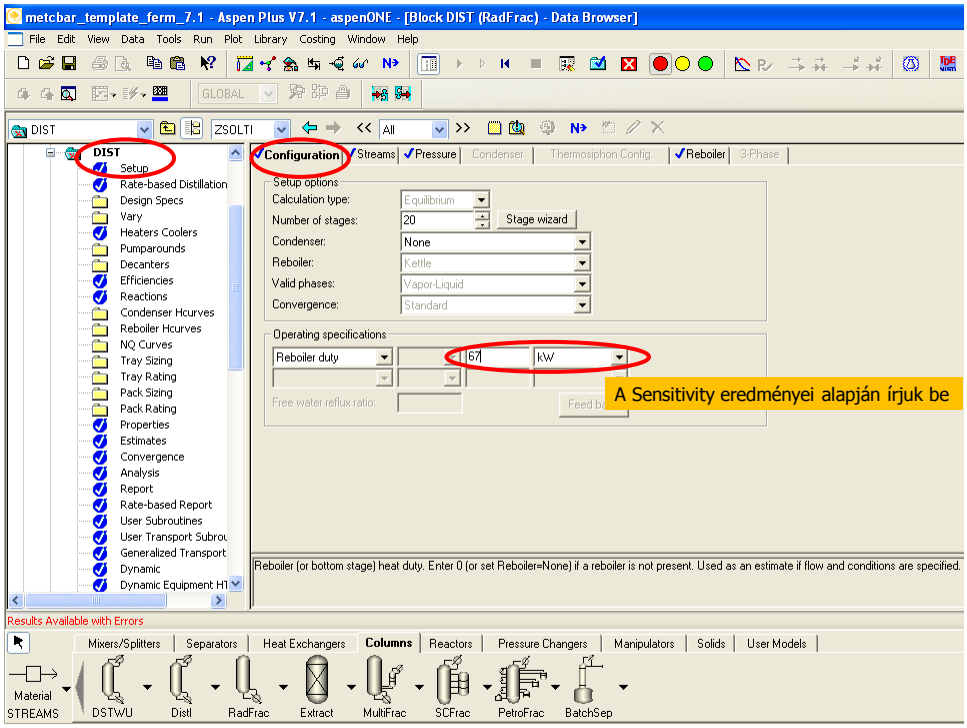

metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Sensitivity S-1 - Data Browser]
SENSITIVITY
•Ezekből a változókból képezzük az etanol kinyerési célfüggvényt (y)
•Etanol kinyerés (%) = ethout/ethin*100
Variable Definition
Select a variable category and reference
Variable name: ETHOUT
Reference
Type: Mass-Flow
Stream: HEAD
Substream: MIXED
Component: ETHANOL
Units: kg/hr
Category
All
Blocks
Streams
Model Utility
Physical Property Parameters
Reactions
Close
Lets you select the component ID.
Required Input Incomplete

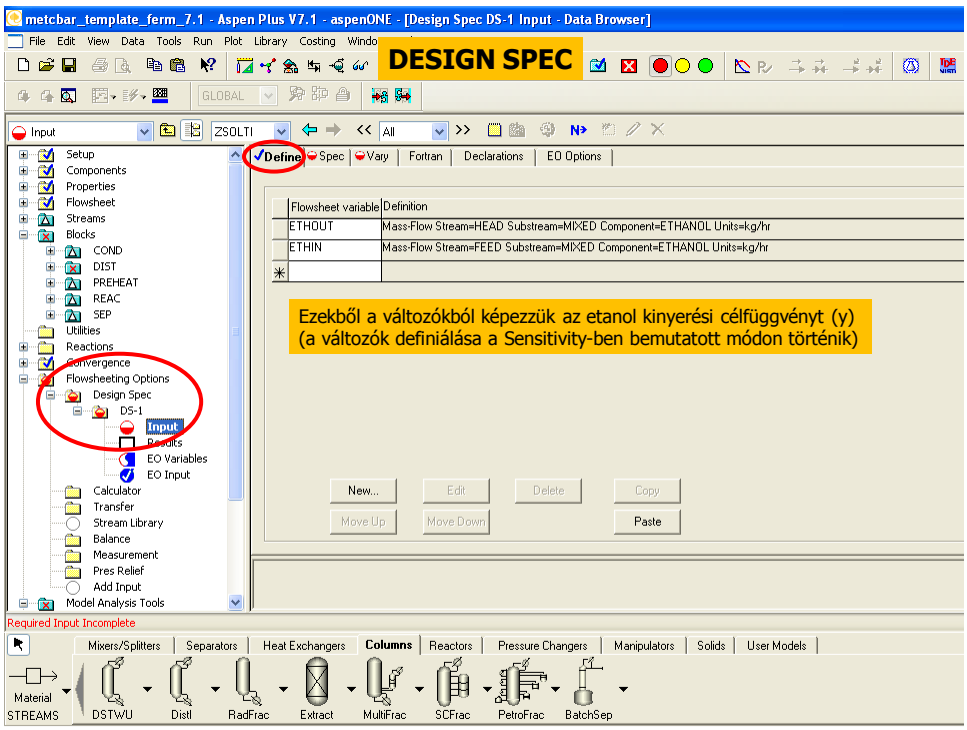

metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Sensitivity S-1 - Data Browser]
Variable Definition
Select a variable category and reference
Variable name: ETHIN
Category
All
Blocks
Streams
Model Utility
Physical Property Parameters
Reactions
Reference
Type: Mass-Flow
Stream: FEED
Substream: MIXED
Component: ETHANOL
Units: kg/hr
Close
Lets you select the component ID.
Required Input Incomplete

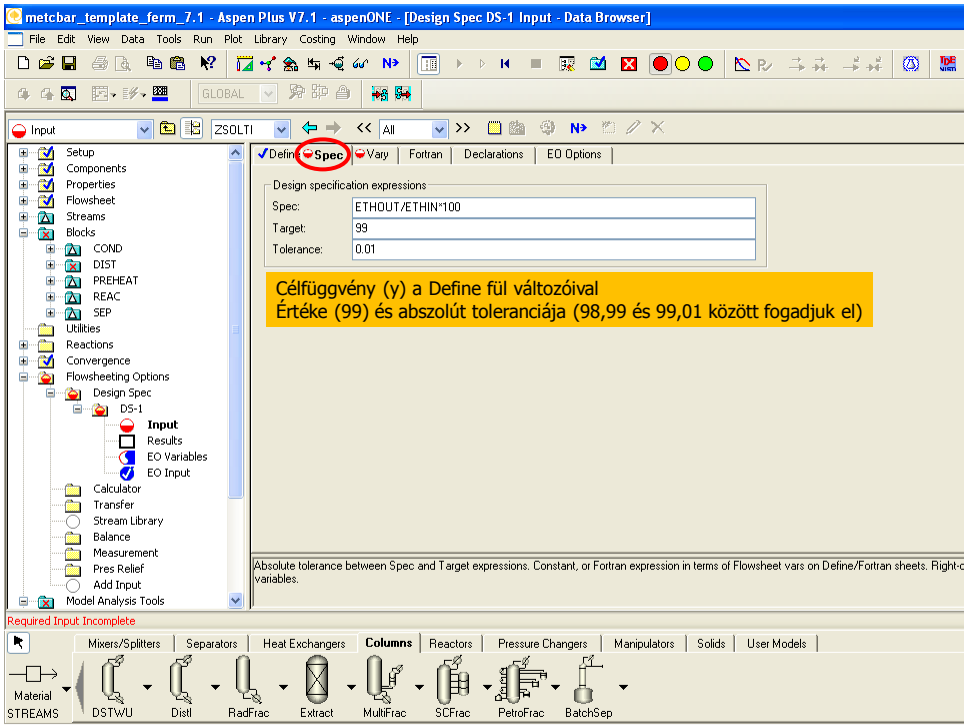

metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Sensitivity S-1 Input - Data Browser]
Manipulated variable
Type: Block-Var
Block: DIST
Variable: DN
Sentence:
Units:
Values for varied variable
List of values
Overall range
Lower: 1
Upper: 100
#Point: 10
Report labels
Specified reboiler (bottom stage) heat duty
•A független változót (x) állítjuk be ezen a fülön
•DIST block visszaforralójának teljesítménye kW-ban
•10 pontot veszünk fel 1 és 100 között
Results Available with Errors

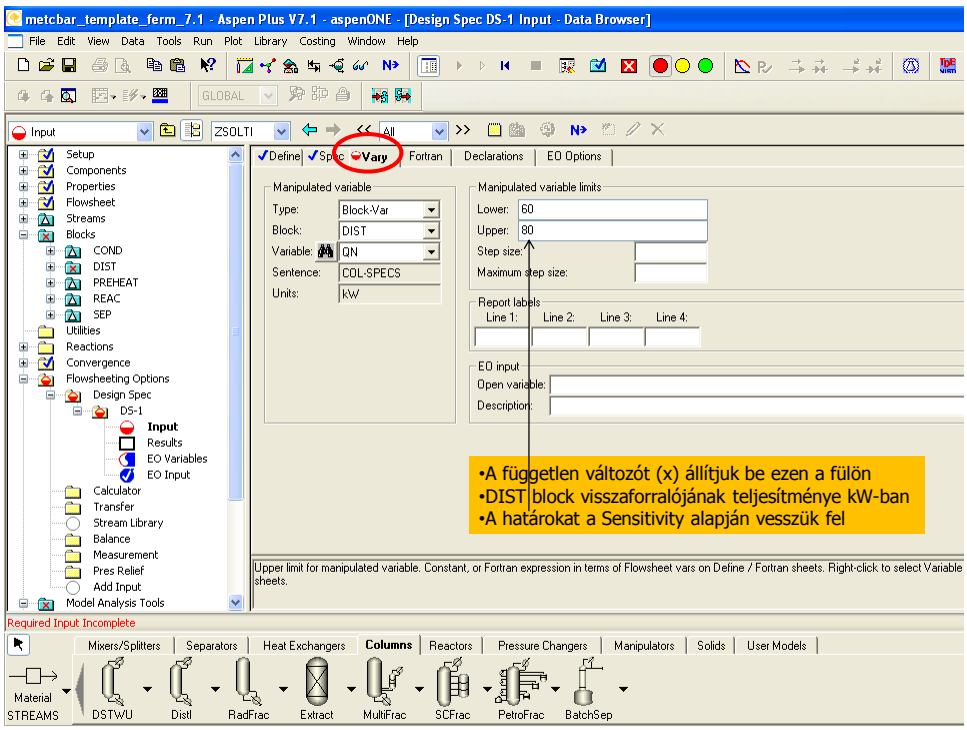

metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Sensitivity S-1 Input - Data Browser]
Define
Vary
Tabulate
Fortran
Declarations
Optional
Column No.
Tabulated variable or expression
1
ETHOUT/ETHIN*100
Az etanol kinyerési célfüggvény értékei legyenek a táblázatban az egyes visszaforraló teljesítményeknél
Fill variables
Table Format
Results Available with Errors
Mixers/Splitters
Separators
Heat Exchangers
Columns
Reactors
Pressure Changers
Manipulators
Solids
User Models
Material
STREAMS
DSTWU
Distl
RadFrac
Extract
MultiFrac
SCFrac
PetroFrac
BatchSep

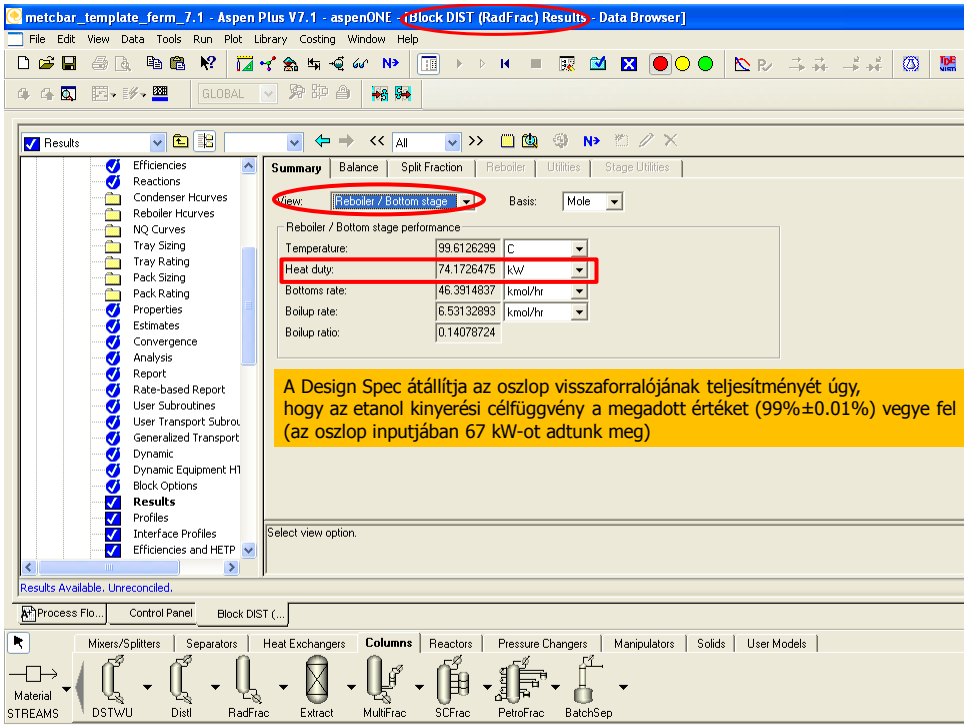

metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Sensitivity S-1 Results - Data Browser]
Summary
Define Variable
X
Y
Row / Case
Status
VARY 1 DIST COL-SPEC QN KW
ETHOUT/ETHIN*100
1 Errors 1 100.100754
2 Errors 12 0.01093393
3 OK 23 11.124892
4 OK 34 30.3593664
5 OK 45 49.4481687
6 OK 56 68.379094
7 OK 67 87.1495519
8 OK 78 99.9783915
9 OK 89 99.9994504
10 OK 100 99.9999593
11 Errors 1000 49.9567518
Results Available with Errors
Mixers/Splitters
Separators
Heat Exchangers
Columns
Reactors
Pressure Changers
Manipulators
Solids
User Models
Material
STREAMS
DSTWU
Distl
RadFrac
Extract
MultiFrac
SCFrac
PetroFrac
BatchSep

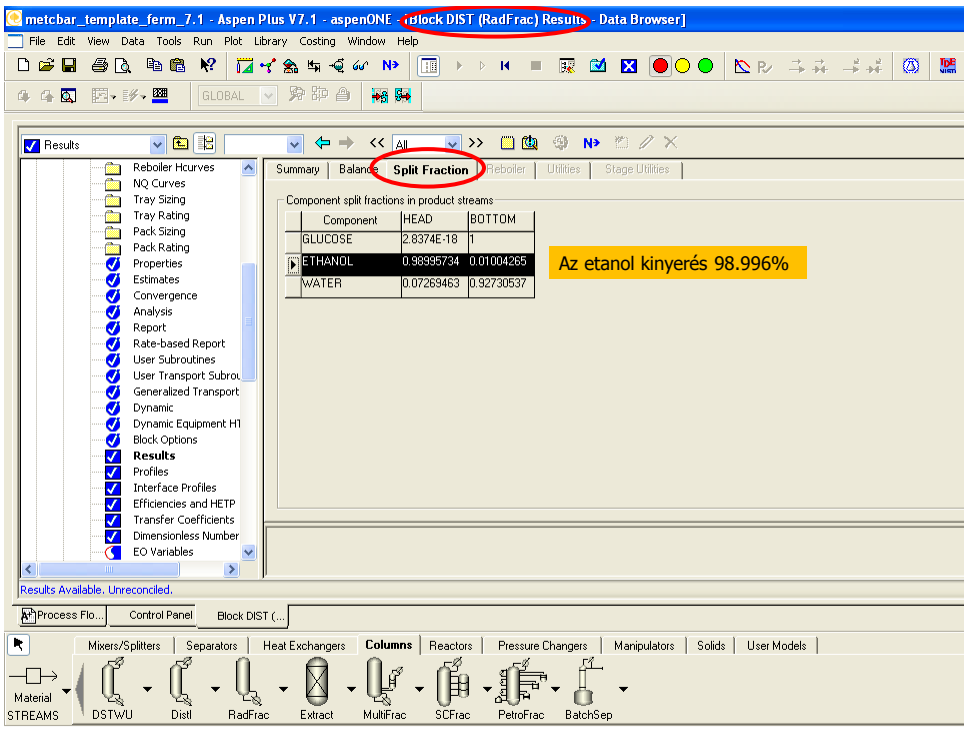

metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Block DIST (RadFrac) - Data Browser]
Configuration
Setup options
Calculation type: Equilibrium
Number of stages: 20
Stage wizard
Condenser: None
Reboiler: Kettle
Valid phases: Vapor-Liquid
Convergence: Standard
Operating specifications
Reboiler duty
67
kW
A Sensitivity eredményei alapján írjuk be
Reboiler (or bottom stage) heat duty. Enter 0 (or set Reboiler=None) if a reboiler is not present. Used as an estimate if flow and conditions are specified.
Results Available with Errors

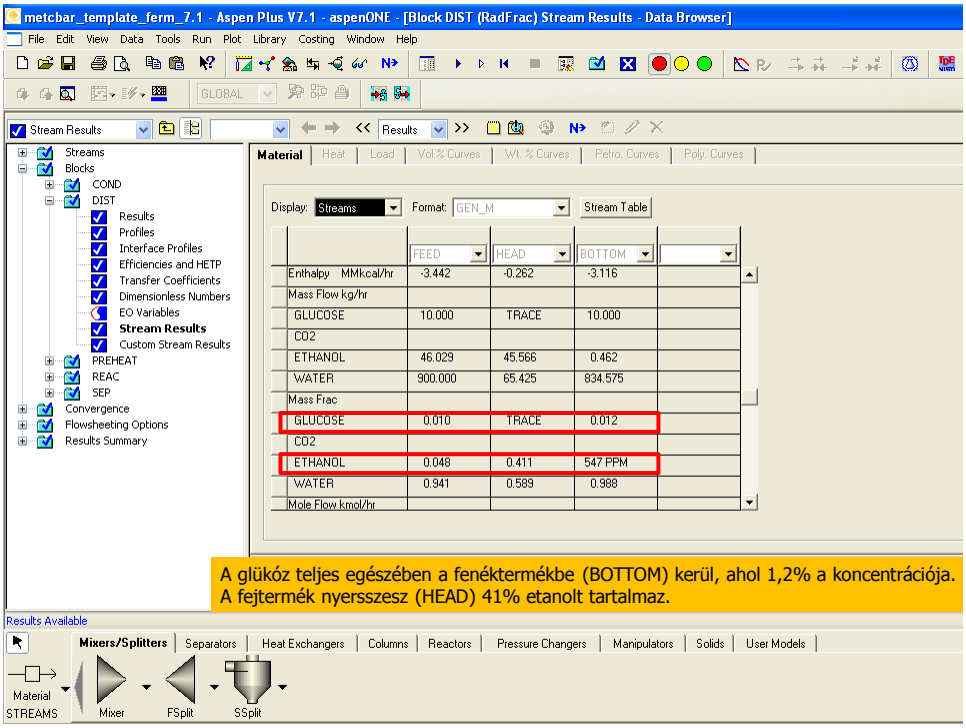

metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Design Spec DS-1 Input - Data Browser]
DESIGN SPEC
Define
Spec
Vary
Fortran
Declarations
EO Options
Flowsheet variable
Definition
ETHOUT
Mass-Flow Stream=HEAD Substream=MIXED Component=ETHANOL Units=kg/hr
ETHIN
Mass-Flow Stream=FEED Substream=MIXED Component=ETHANOL Units=kg/hr
Ezekből a változókból képezzük az etanol kinyerési célfüggvényt (y)
(a változók definiálása a Sensitivity-ben bemutatott módon történik)
New...
Edit
Delete
Copy
Move Up
Move Down
Paste
Required Input Incomplete

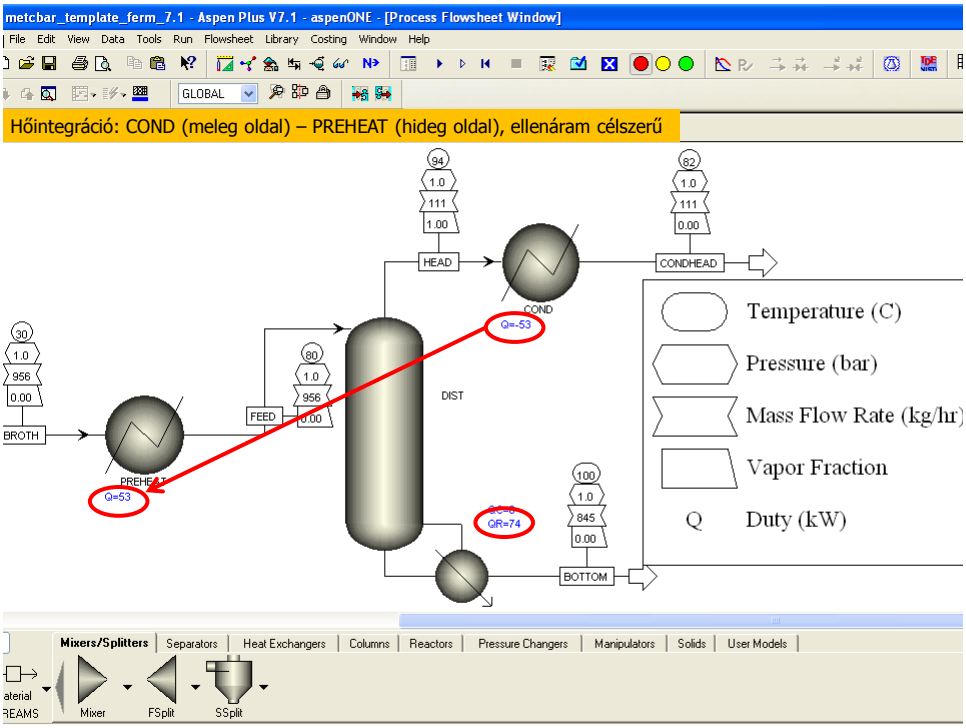

metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Design Spec DS-1 Input - Data Browser]
Define
Spec
Vary
Fortran
Declarations
EO Options
Design specification expressions
Spec: ETHOUT/ETHIN*100
Target: 99
Tolerance: 0.01
Célfüggvény (y) a Define fül változóival
Értéke (99) és abszolút toleranciája (98,99 és 99,01 között fogadjuk el)
Absolute tolerance between Spec and Target expressions. Constant, or Fortran expression in terms of Flowsheet vars on Define/Fortran sheets. Right-c
variables.
Required Input Incomplete


metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Design Spec DS-1 Input - Data Browser]
Define
Spec
Vary
Fortran
Declarations
EO Options
Manipulated variable
Type: Block-Var
Block: DIST
Variable: QN
Sentence: COL-SPECS
Units: kW
Manipulated variable limits
Lower: 60
Upper: 80
Step size:
Maximum step size:
Report labels
Line 1:
Line 2:
Line 3:
Line 4:
EO input
Open variable:
Description:
•A független változót (x) állítjuk be ezen a fülön
•DIST block visszaforralójának teljesítménye kW-ban
•A határokat a Sensitivity alapján vesszük fel
Upper limit for manipulated variable. Constant, or Fortran expression in terms of Flowsheet vars on Define / Fortran sheets. Right-click to select Variable
sheets.
Required Input Incomplete

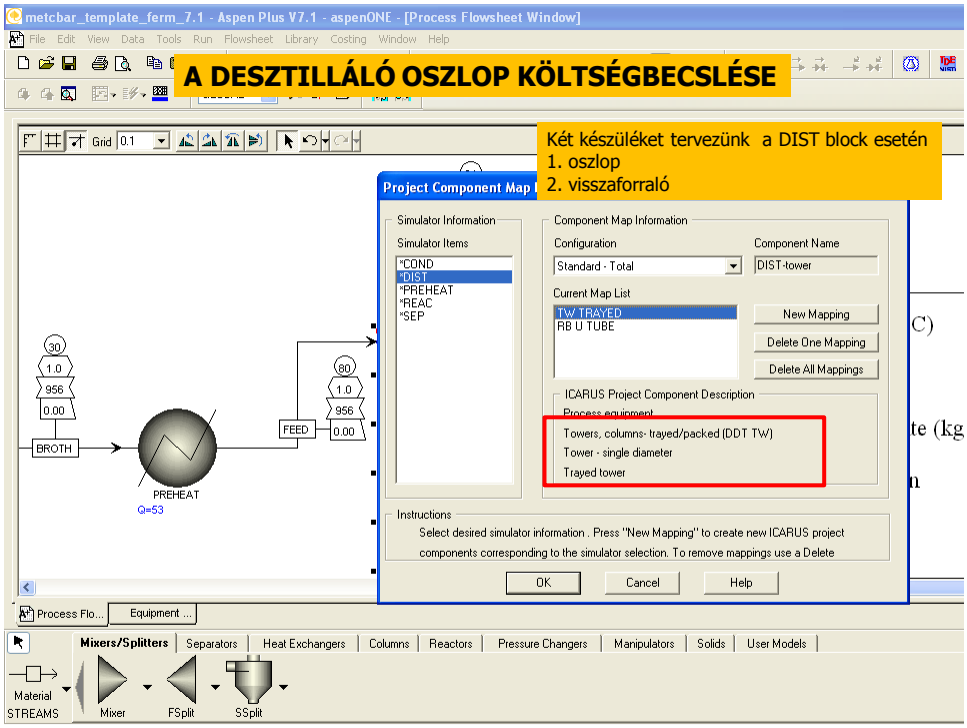

metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Block DIST (RadFrac) Results - Data Browser]
File Edit View Data Tools Run Plot Library Costing Window Help
Summary Balance Split Fraction Reboiler Utilities Stage Utilities
View: Reboiler / Bottom stage
Basis: Mole
Reboiler / Bottom stage performance
Temperature: 99.6126299 C
Heat duty: 74.1726475 kW
Bottoms rate: 46.3914837 kmol/hr
Boilup rate: 6.53132893 kmol/hr
Boilup ratio: 0.14078724
A Design Spec átállítja az oszlop visszaforralójának teljesítményét úgy, hogy az etanol kinyerési célfüggvény a megadott értéket (99%±0.01%) vegye fel (az oszlop inputjában 67 kW-ot adtunk meg)
Results Available. Unreconciled.
Mixers/Splitters Separators Heat Exchangers Columns Reactors Pressure Changers Manipulators Solids User Models
Material STREAMS DSTWU Distl RadFrac Extract MultiFrac SCFrac PetroFrac BatchSep

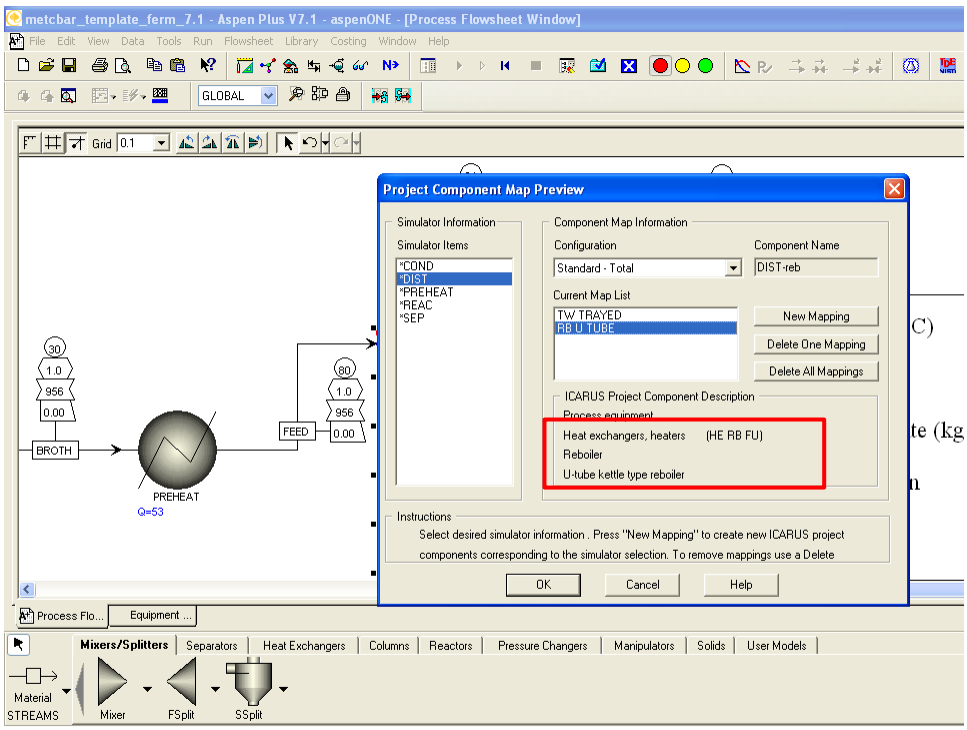

metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Block DIST (RadFrac) Results - Data Browser]
File Edit View Data Tools Run Plot Library Costing Window Help
Summary Balance Split Fraction Reboiler Utilities Stage Utilities
Component split fractions in product streams
Component HEAD BOTTOM
GLUCOSE 2.8374E-18 1
ETHANOL 0.98995734 0.01004265
WATER 0.07269463 0.92730537
Az etanol kinyerés 98.996%
Results Available. Unreconciled.
Mixers/Splitters Separators Heat Exchangers Columns Reactors Pressure Changers Manipulators Solids User Models
Material STREAMS DSTWU Distl RadFrac Extract MultiFrac SCFrac PetroFrac BatchSep

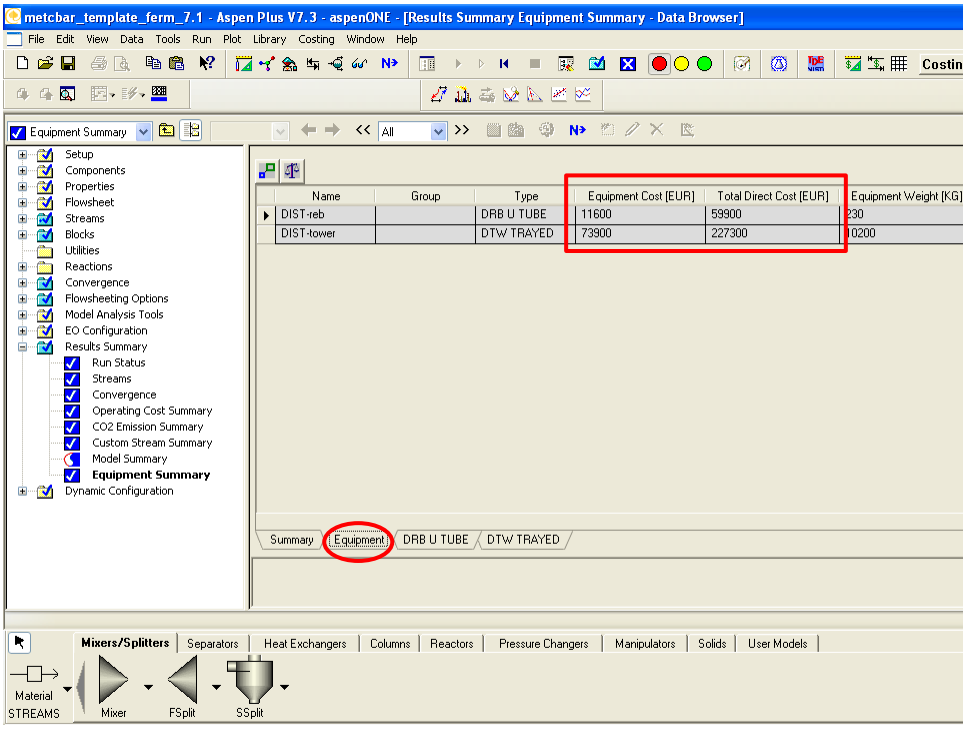

metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Block DIST (RadFrac) Stream Results - Data Browser]
Material
Heat
Load
Vol.% Curves
Wt.% Curves
Petro. Curves
Poly. Curves
Display: Streams
Format: GEN_M
Stream Table
FEED
HEAD
BOTTOM
Enthalpy MMkcal/hr -3.442 -0.262 -3.116
Mass Flow kg/hr
GLUCOSE 10.000 TRACE 10.000
CO2
ETHANOL 46.029 45.566 0.462
WATER 900.000 65.425 834.575
Mass Frac
GLUCOSE 0.010 TRACE 0.012
CO2
ETHANOL 0.048 0.411 547 PPM
WATER 0.941 0.589 0.988
Mole Flow kmol/hr
A glükóz teljes egészében a fenéktermékbe (BOTTOM) kerül, ahol 1,2% a koncentrációja.
A fejtermék nyersszesz (HEAD) 41% etanolt tartalmaz.
Results Available
Mixers/Splitters
Separators
Heat Exchangers
Columns
Reactors
Pressure Changers
Manipulators
Solids
User Models
Material
STREAMS
Mixer
FSplit
SSplit

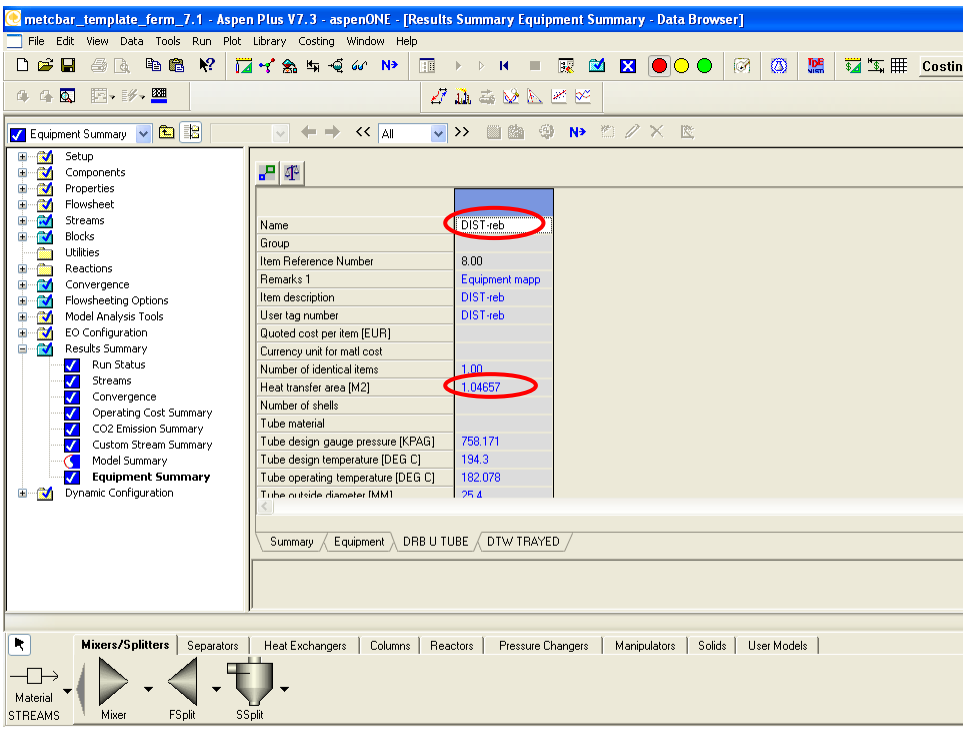

metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.1 - aspenONE - [Process Flowsheet Window]
Hőintegráció: COND (meleg oldal) – PREHEAT (hideg oldal), ellenáram célszerű
94
82
HEAD
CONDHEAD
COND
Q=-53
30
BROTH
80
FEED
DIST
PREHEAT
Q=53
QR=74
100
BOTTOM
Temperature (C)
Pressure (bar)
Mass Flow Rate (kg/hr)
Vapor Fraction
Q Duty (kW)
Mixers/Splitters
Separators
Heat Exchangers
Columns
Reactors
Pressure Changers
Manipulators
Solids
User Models
Mixer
FSplit
SSplit

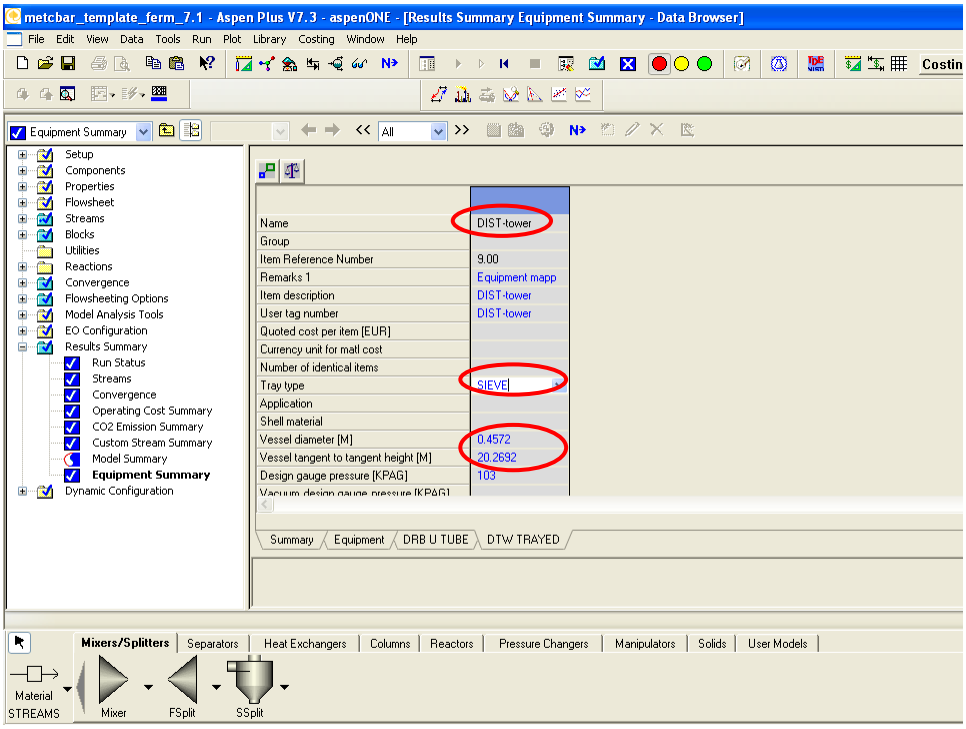
A DESZTILLÁLÓ OSZLOP KÖLTSÉGBECSLÉSE






metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Results Summary Equipment Summary - Data Browser]
File Edit View Data Tools Run Plot Library Costing Window Help
Equipment Summary
Setup
Components
Properties
Flowsheet
Streams
Blocks
Utilities
Reactions
Convergence
Flowsheeting Options
Model Analysis Tools
EO Configuration
Results Summary
Run Status
Streams
Convergence
Operating Cost Summary
CO2 Emission Summary
Custom Stream Summary
Model Summary
Equipment Summary
Dynamic Configuration
Name
Group
Type
Equipment Cost [EUR]
Total Direct Cost [EUR]
Equipment Weight [KG]
DIST-reb
DRB U TUBE
11600
59900
230
DIST-tower
DTW TRAYED
73900
227300
10200
Summary
Equipment
DRB U TUBE
DTW TRAYED
Mixers/Splitters
Separators
Heat Exchangers
Columns
Reactors
Pressure Changers
Manipulators
Solids
User Models
Material
STREAMS
Mixer
FSplit
SSplit

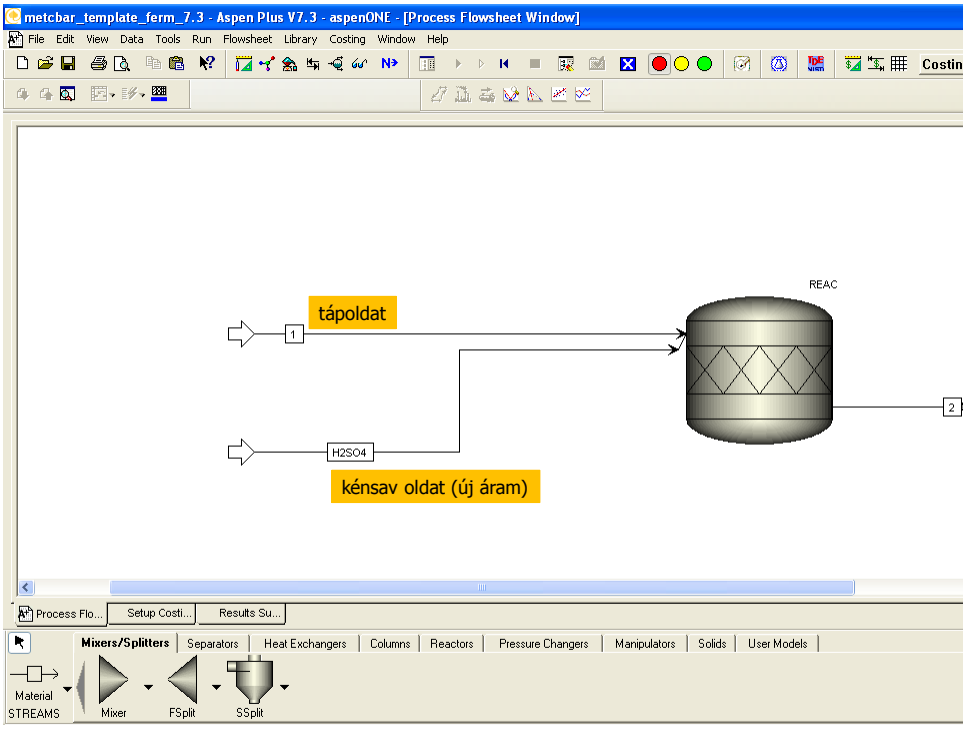

metcbar_template_ferm_7.1 - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Results Summary Equipment Summary - Data Browser]
File Edit View Data Tools Run Plot Library Costing Window Help
Equipment Summary
Setup
Components
Properties
Flowsheet
Streams
Blocks
Utilities
Reactions
Convergence
Flowsheeting Options
Model Analysis Tools
EO Configuration
Results Summary
Run Status
Streams
Convergence
Operating Cost Summary
CO2 Emission Summary
Custom Stream Summary
Model Summary
Equipment Summary
Dynamic Configuration
Name
DIST-reb
Group
Item Reference Number
8.00
Remarks 1
Equipment mapp
Item description
DIST-reb
User tag number
DIST-reb
Quoted cost per item [EUR]
Currency unit for matl cost
Number of identical items
1.00
Heat transfer area [M2]
1.04657
Number of shells
Tube material
Tube design gauge pressure [KPAG]
758.171
Tube design temperature [DEG C]
194.3
Tube operating temperature [DEG C]
182.078
Summary
Equipment
DRB U TUBE
DTW TRAYED
Mixers/Splitters
Separators
Heat Exchangers
Columns
Reactors
Pressure Changers
Manipulators
Solids
User Models
Material
STREAMS
Mixer
FSplit
SSplit

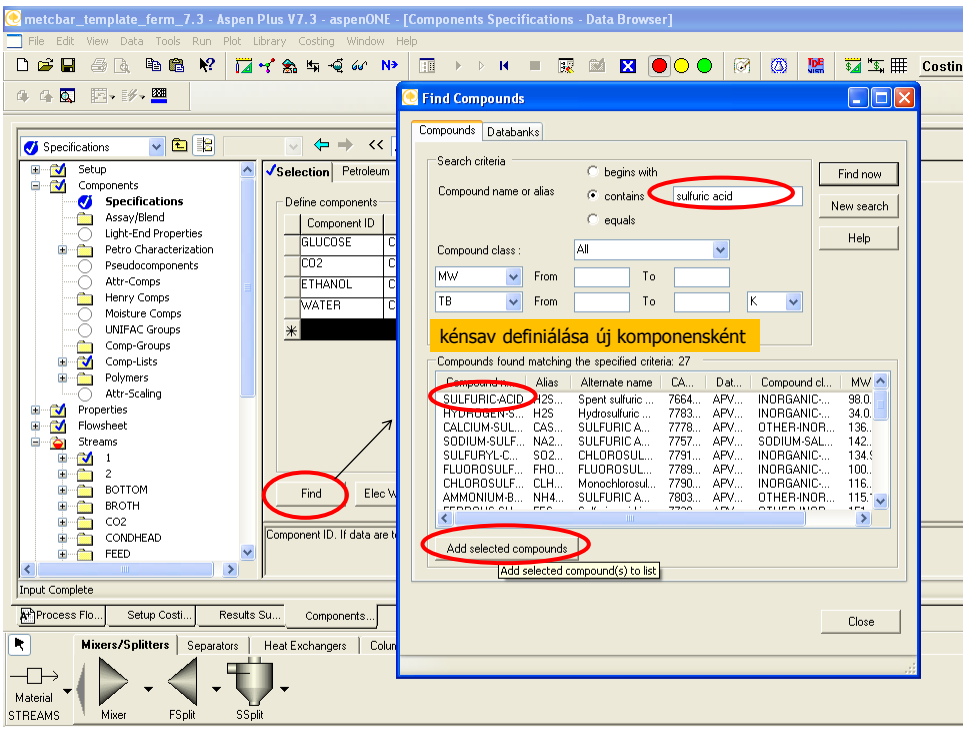


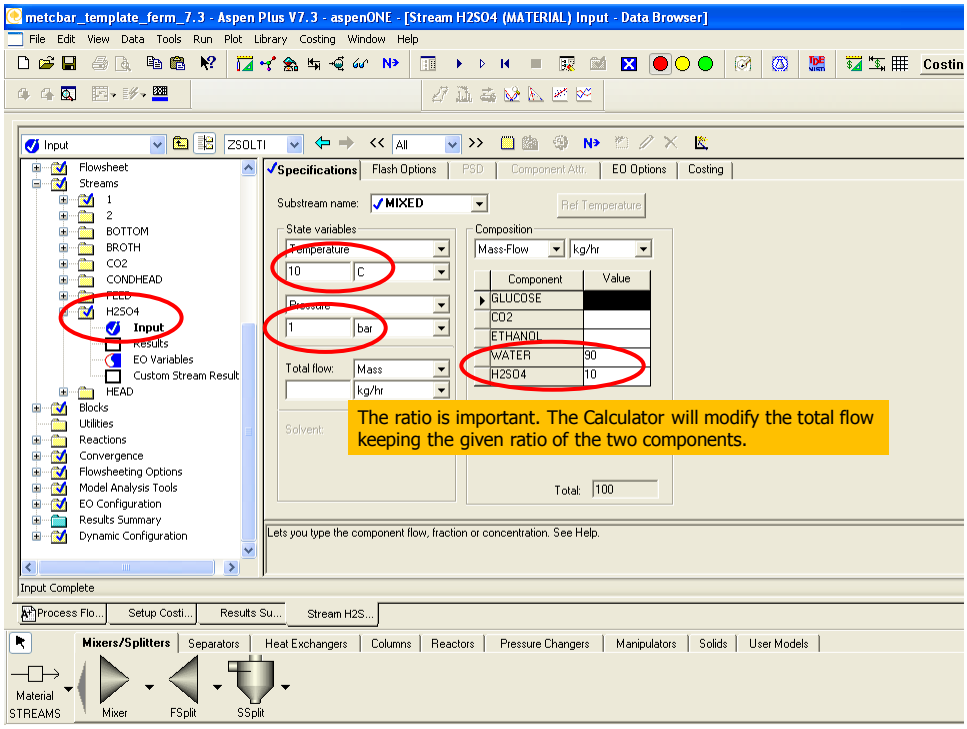
Calculator

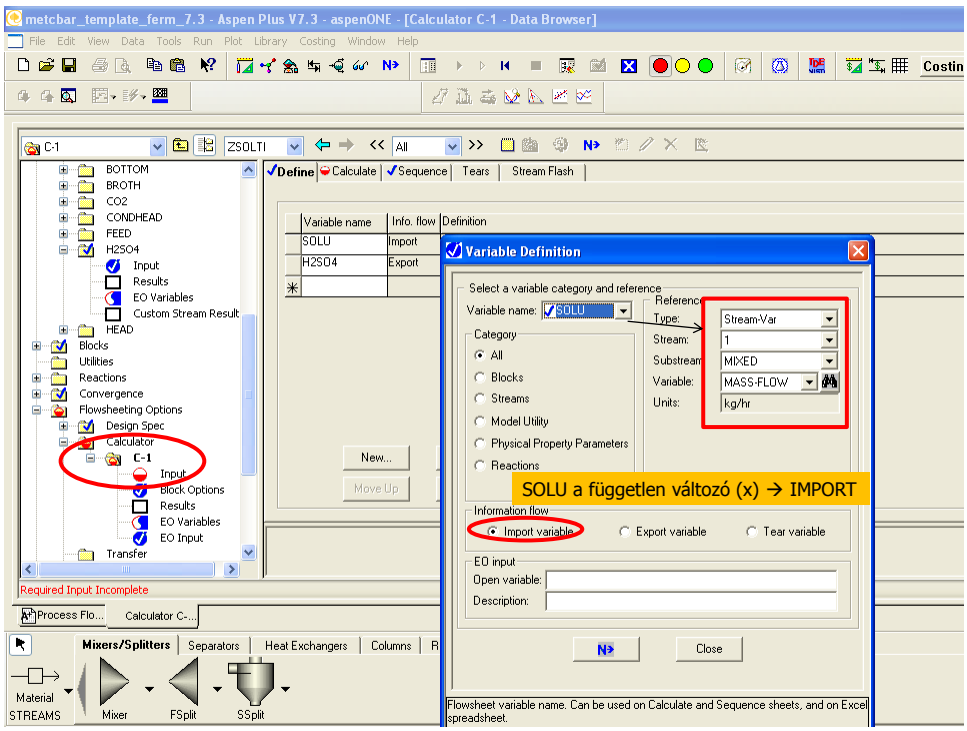
- Ismert az y = f (x) összefüggés
- Példa:
  fermentáció előtt pH állításhoz kísérletekből ismert, hogy 1 kg tápoldathoz 0,05 kg 10%-os kénsav oldatot kell adni

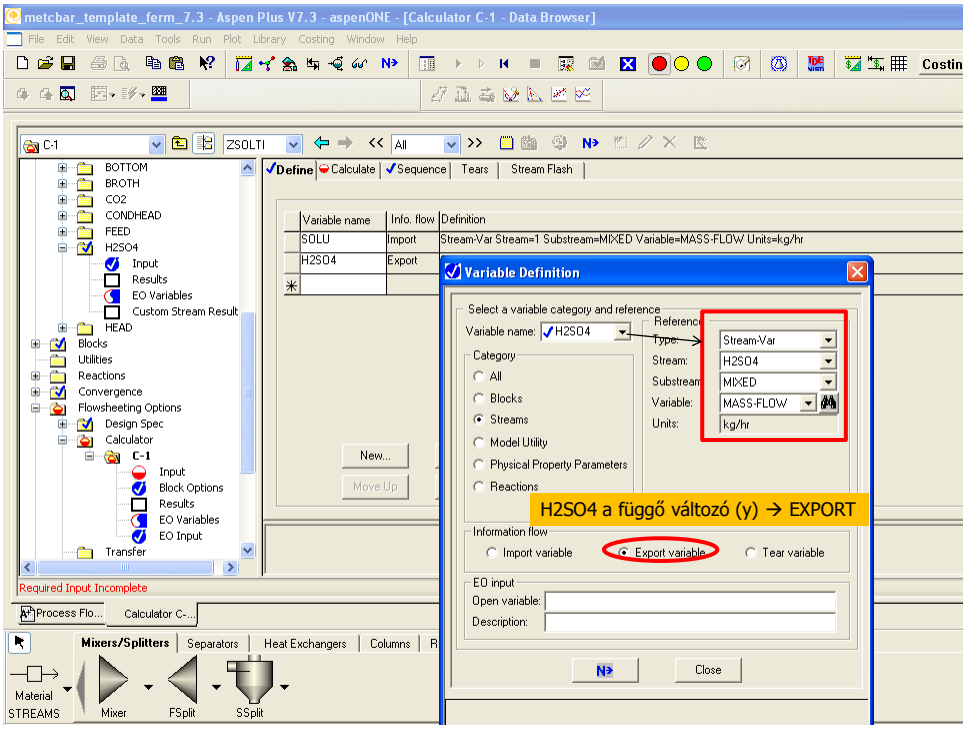
- y a kénsav oldat tömegárama → H2SO4
- x a tápoldat tömegárama → SOLU
- összefüggés y = f (x) alakban:
- H2SO4 = 0,05 * SOLU

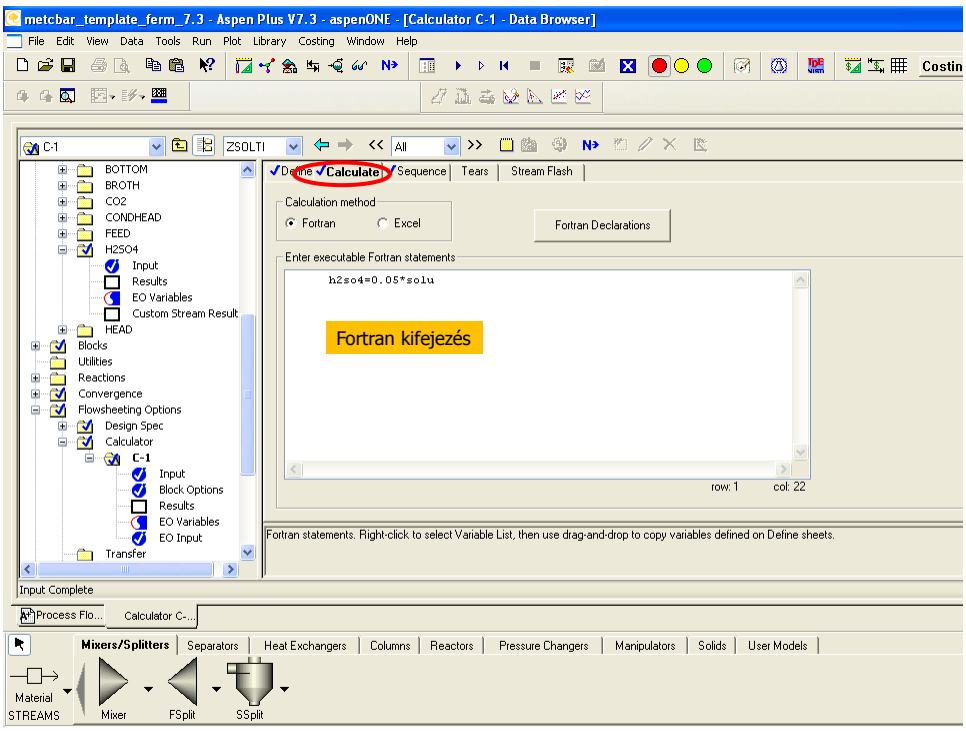

metcbar_template_ferm_7.3 - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Process Flowsheet Window]
REAC
tápoldat
1
2
H2SO4
kénsav oldat (új áram)
Mixers/Splitters
Separators
Heat Exchangers
Columns
Reactors
Pressure Changers
Manipulators
Solids
User Models
Material
STREAMS
Mixer
FSplit
SSplit

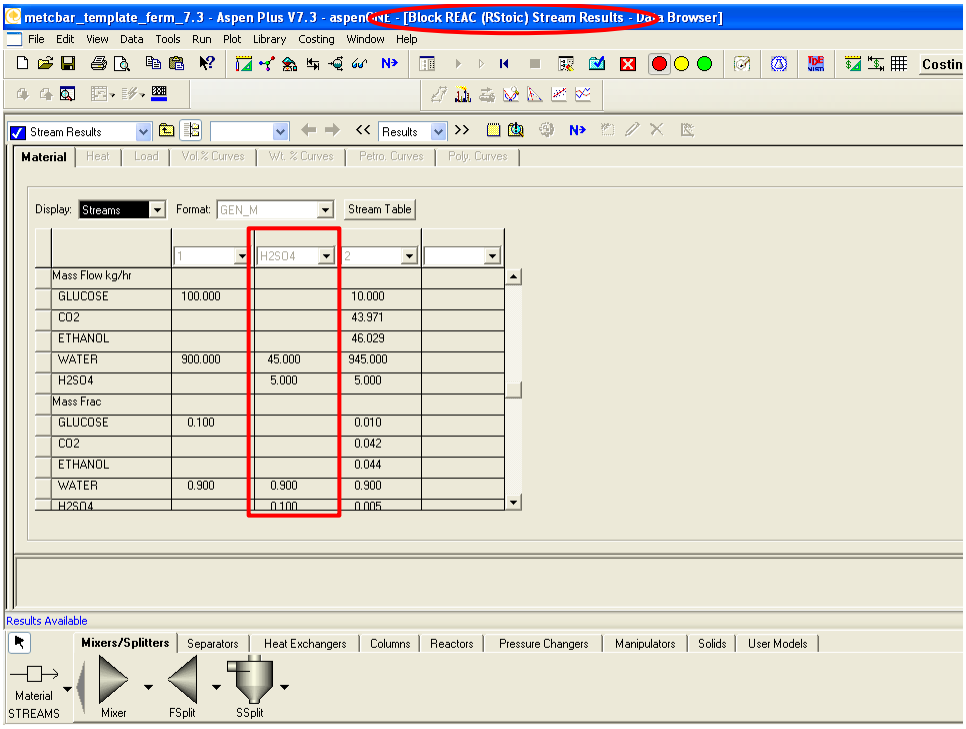

metcbar_template_ferm_7.3 - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Components Specifications - Data Browser]
Find Compounds
Compounds
Databanks
Search criteria
begins with
contains
sulfuric acid
equals
Find now
New search
Help
Compound class :
All
MW
TB
From
To
K
kénsav definiálása új komponensként
Compounds found matching the specified criteria: 27
SULFURIC-ACID
Add selected compounds
Add selected compound(s) to list
Close
Specifications
Setup
Components
Specifications
Assay/Blend
Light-End Properties
Petro Characterization
Pseudocomponents
Attr-Comps
Henry Comps
Moisture Comps
UNIFAC Groups
Comp-Groups
Comp-Lists
Polymers
Attr-Scaling
Properties
Flowsheet
Streams
Selection
Petroleum
Define components
Component ID
GLUCOSE
CO2
ETHANOL
WATER
Find
Input Complete
Components...
Mixers/Splitters
Material
STREAMS
Mixer
FSplit
SSplit


metcbar_template_ferm_7.3 - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Stream H2SO4 (MATERIAL) Input - Data Browser]
Substream name: MIXED
State variables
Temperature
10
C
1
bar
Total flow:
Mass
kg/hr
Composition
Mass-Flow
kg/hr
Component
Value
GLUCOSE
CO2
ETHANOL
WATER
90
H2SO4
10
Total: 100
The ratio is important. The Calculator will modify the total flow keeping the given ratio of the two components.
Lets you type the component flow, fraction or concentration. See Help.
Input Complete


metcbar_template_ferm_7.3 - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Calculator C-1 - Data Browser]
Variable Definition
Select a variable category and reference
Variable name: SOLU
Category
All
Blocks
Streams
Model Utility
Physical Property Parameters
Reactions
Type: Stream-Var
Stream: 1
Substream: MIXED
Variable: MASS-FLOW
Units: kg/hr
SOLU a független változó (x) → IMPORT
Information flow
Import variable
Export variable
Tear variable
EO input
Open variable:
Description:
Close
Flowsheet variable name. Can be used on Calculate and Sequence sheets, and on Excel spreadsheet.
Required Input Incomplete


metcbar_template_ferm_7.3 - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Calculator C-1 - Data Browser]
Variable Definition
Select a variable category and reference
Variable name: H2SO4
Stream-Var
H2SO4
MIXED
MASS-FLOW
kg/hr
Category
All
Blocks
Streams
Model Utility
Physical Property Parameters
Reactions
H2SO4 a függő változó (y) → EXPORT
Information flow
Import variable
Export variable
Tear variable
EO input
Open variable:
Description:
Close
Required Input Incomplete

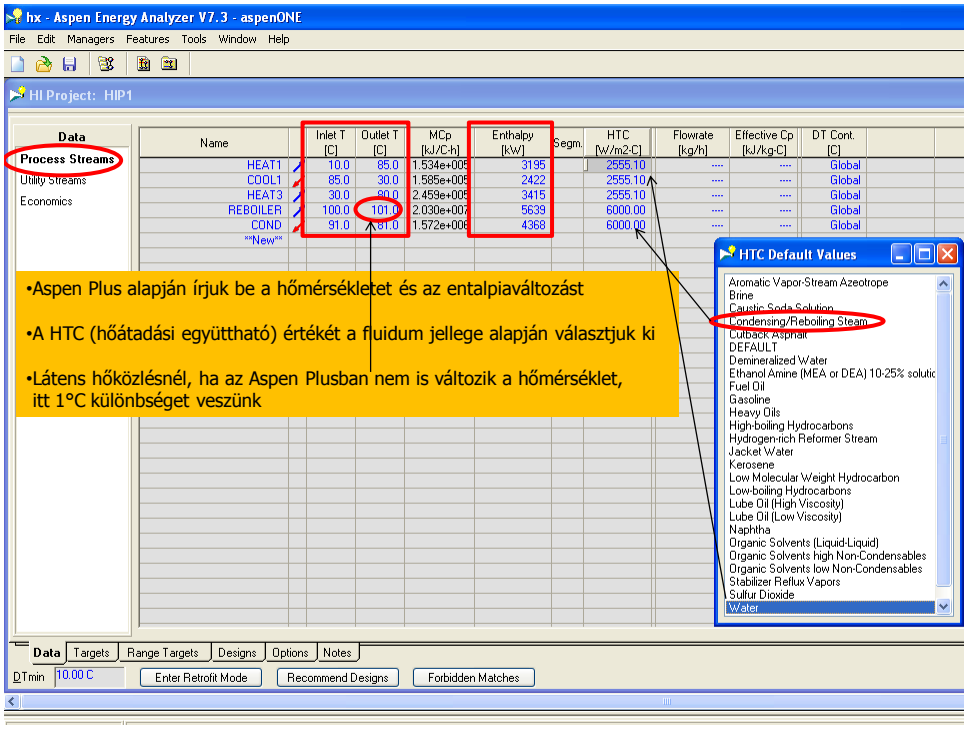

metcbar_template_ferm_7.3 - Aspen Plus V7.3 - aspenONE - [Calculator C-1 - Data Browser]
Calculation method
Fortran
Excel
Fortran Declarations
Enter executable Fortran statements
h2so4=0.05*solu
Fortran kifejezés
row: 1
col: 22
Fortran statements. Right-click to select Variable List, then use drag-and-drop to copy variables defined on Define sheets.
Input Complete

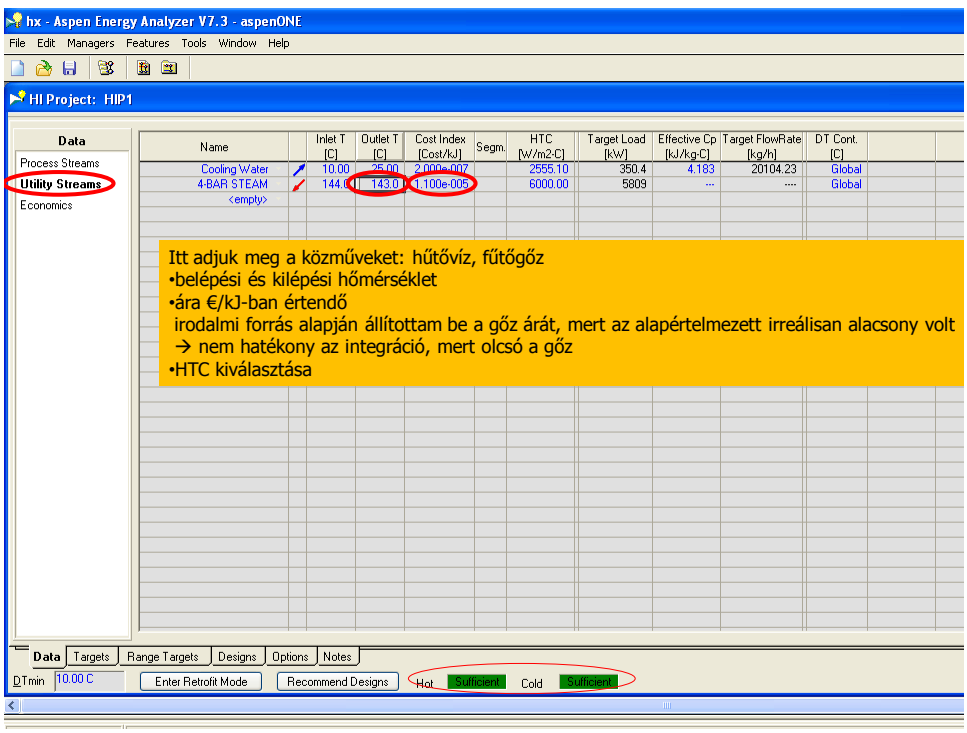


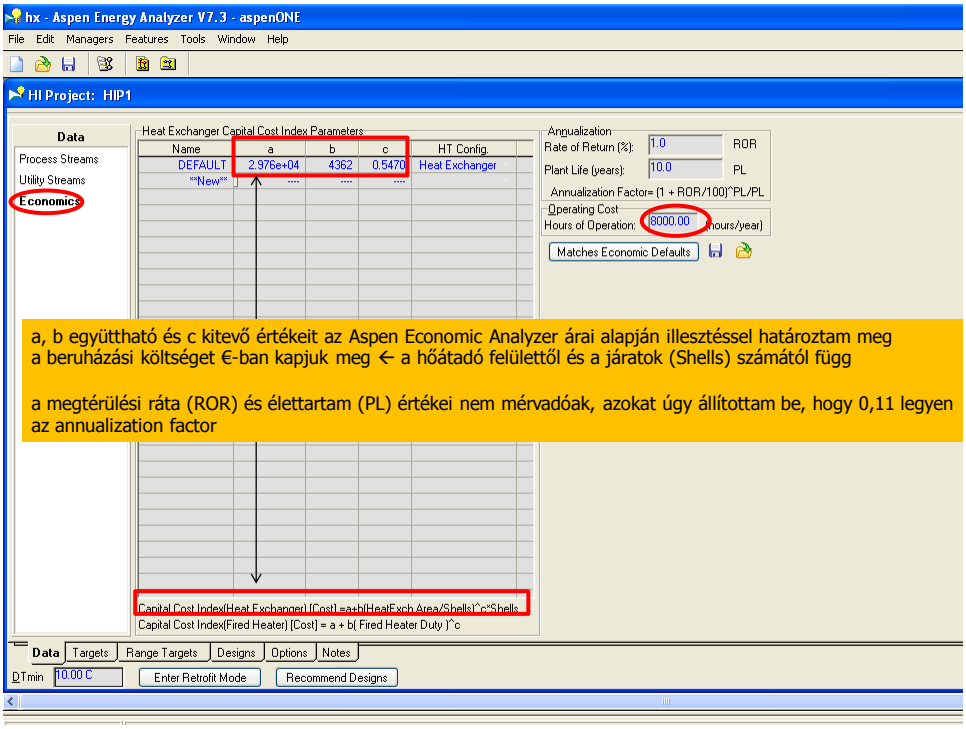
Hőintegráció, Aspen Energy Analyzer

Példa: kukoricadara alapú alkoholgyártás

- amiláz enzimes elfolyósítás 85°C-on
- fermentáció 30°C-on
- fermentlé előmelegítése 80°C-ra
- desztilláció légköri nyomáson
  - visszaforraló 100°C-on üzemel
  - fejtermék kondenzációja 91°C → 81°C


hx - Aspen Energy Analyzer V7.3 - aspenONE
File Edit Managers Features Tools Window Help
HI Project: HIP1
Data
Process Streams
Utility Streams
Economics
Name
Inlet T [C]
Outlet T [C]
MCp [kJ/C-h]
Enthalpy [kW]
Segm.
HTC [W/m2-C]
Flowrate [kg/h]
Effective Cp [kJ/kg-C]
DT Cont. [C]
HEAT1 10.0 85.0 1.534e+005 3195 2555.10 Global
COOL1 85.0 30.0 1.585e+005 2422 2555.10 Global
HEAT3 30.0 90.0 2.459e+005 3415 2555.10 Global
REBOILER 100.0 101.0 2.030e+007 5639 6000.00 Global
COND 91.0 91.0 1.572e+006 4368 6000.00 Global
New
•Aspen Plus alapján írjuk be a hőmérsékletet és az entalpiaváltozást
•A HTC (hőátadási együttható) értékét a fluidum jellege alapján választjuk ki
•Látens hőközlésnél, ha az Aspen Plusban nem is változik a hőmérséklet, itt 1°C különbséget veszünk
HTC Default Values
Aromatic Vapor-Stream Azeotrope
Brine
Caustic Soda Solution
Condensing/Reboiling Steam
Cutback Asphalt
DEFAULT
Demineralized Water
Ethanol Amine (MEA or DEA) 10-25% solutic
Fuel Oil
Gasoline
Heavy Oils
High-boiling Hydrocarbons
Hydrogen-rich Reformer Stream
Jacket Water
Kerosene
Low Molecular Weight Hydrocarbon
Low-boiling Hydrocarbons
Lube Oil (High Viscosity)
Lube Oil (Low Viscosity)
Naphtha
Organic Solvents (Liquid-Liquid)
Organic Solvents high Non-Condensables
Organic Solvents low Non-Condensables
Stabilizer Reflux Vapors
Sulfur Dioxide
Water
Data Targets Range Targets Designs Options Notes
DTmin 10.00 C
Enter Retrofit Mode
Recommend Designs
Forbidden Matches

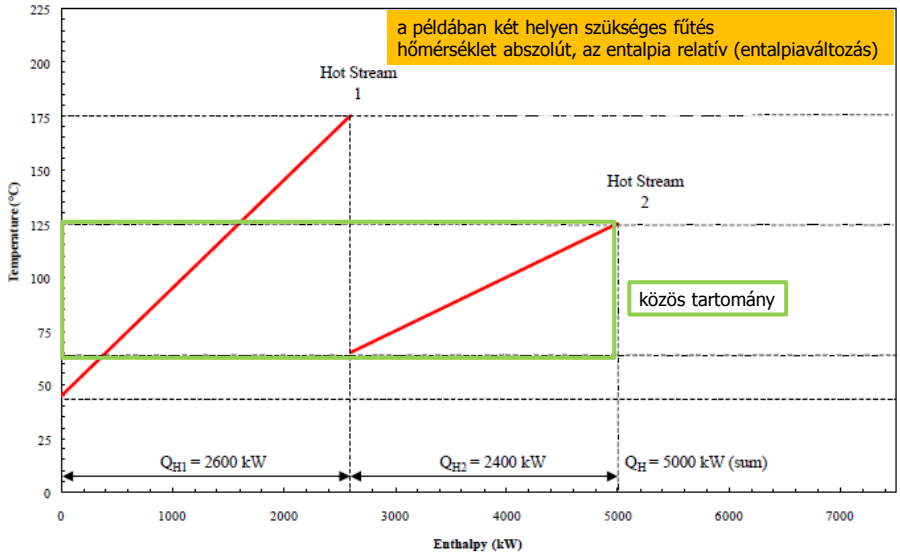

hx - Aspen Energy Analyzer V7.3 - aspenONE
File Edit Managers Features Tools Window Help
HI Project: HIP1
Data
Process Streams
Utility Streams
Economics
Name
Inlet T [C]
Outlet T [C]
Cost Index [Cost/kJ]
Segm.
HTC [W/m2-C]
Target Load [kW]
Effective Cp [kJ/kg-C]
Target FlowRate [kg/h]
DT Cont. [C]
Cooling Water 10.00 25.00 2.000e-007 2555.10 350.4 4.183 20104.23 Global
4-BAR STEAM 144.0 143.0 1.100e-005 6000.00 5809 Global
<empty>
Itt adjuk meg a közműveket: hűtővíz, fűtőgőz
•belépési és kilépési hőmérséklet
•ára €/kJ-ban értendő
irodalmi forrás alapján állítottam be a gőz árát, mert az alapértelmezett irreálisan alacsony volt
→ nem hatékony az integráció, mert olcsó a gőz
•HTC kiválasztása
Data Targets Range Targets Designs Options Notes
DTmin 10.00 C
Enter Retrofit Mode
Recommend Designs
Hot Sufficient
Cold Sufficient



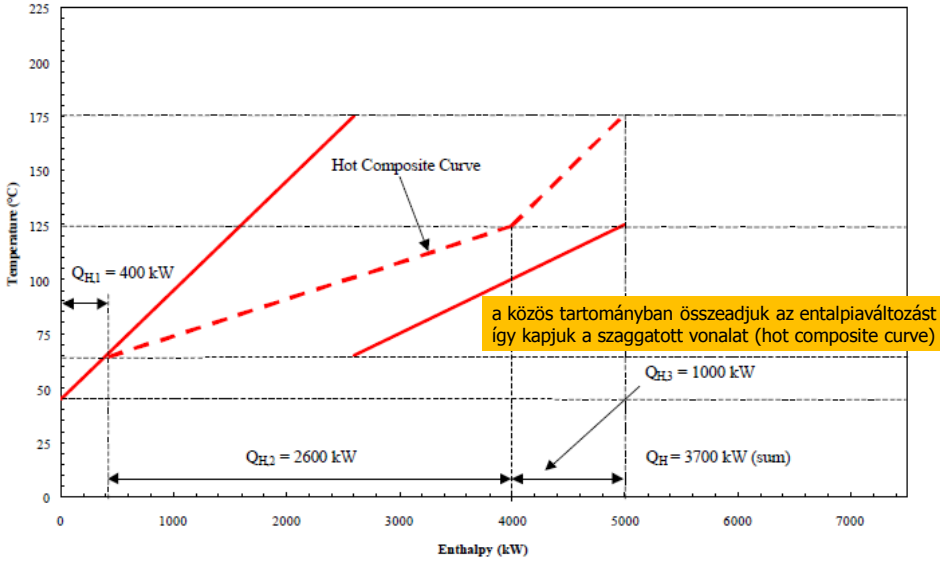
a, b együttható és c kitevő értékeit az Aspen Economic Analyzer árai alapján illesztéssel határoztam meg
a beruházási költséget €-ban kapjuk meg ← a hőátadó felülettől és a járatok (Shells) számától függ

a megtérülési ráta (ROR) és élettartam (PL) értékei nem mérvadóak, azokat úgy állítottam be, hogy 0,11 legyen az annualization factor

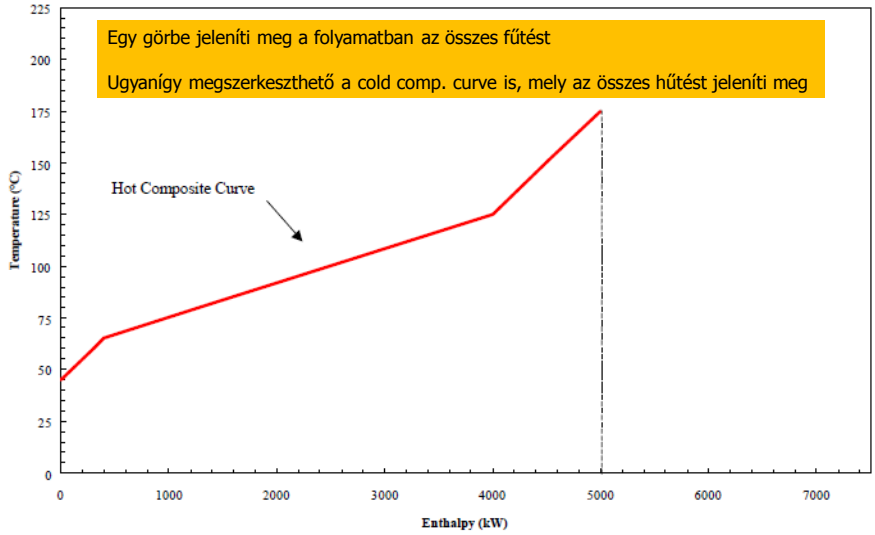
Hot composite curve szerkesztése 1.

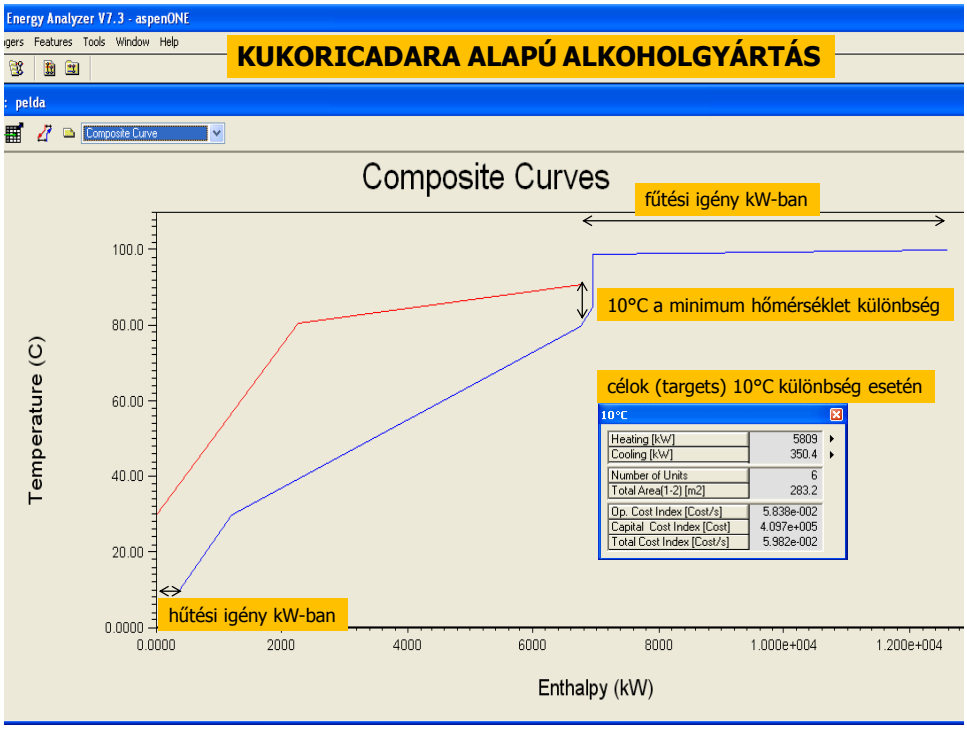


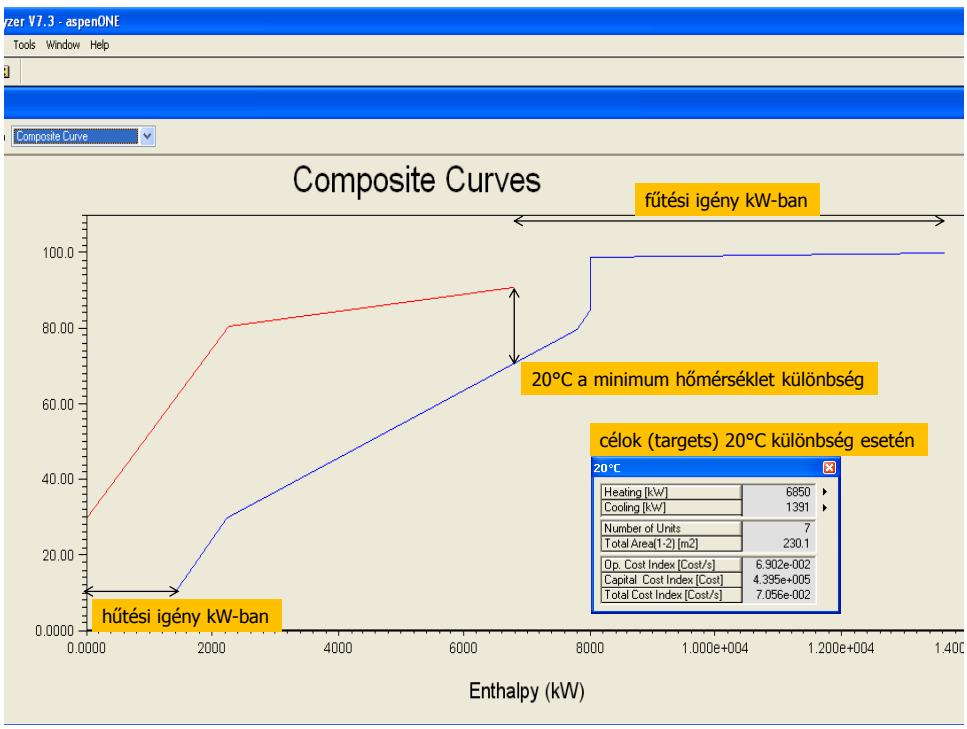
Hot composite curve szerkesztése 2.

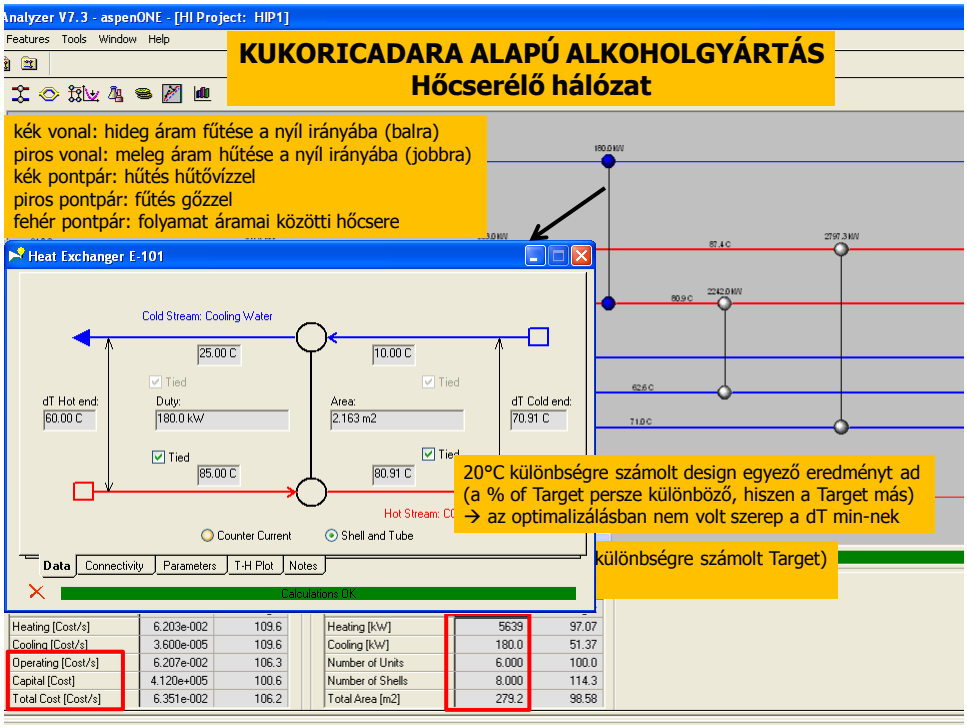


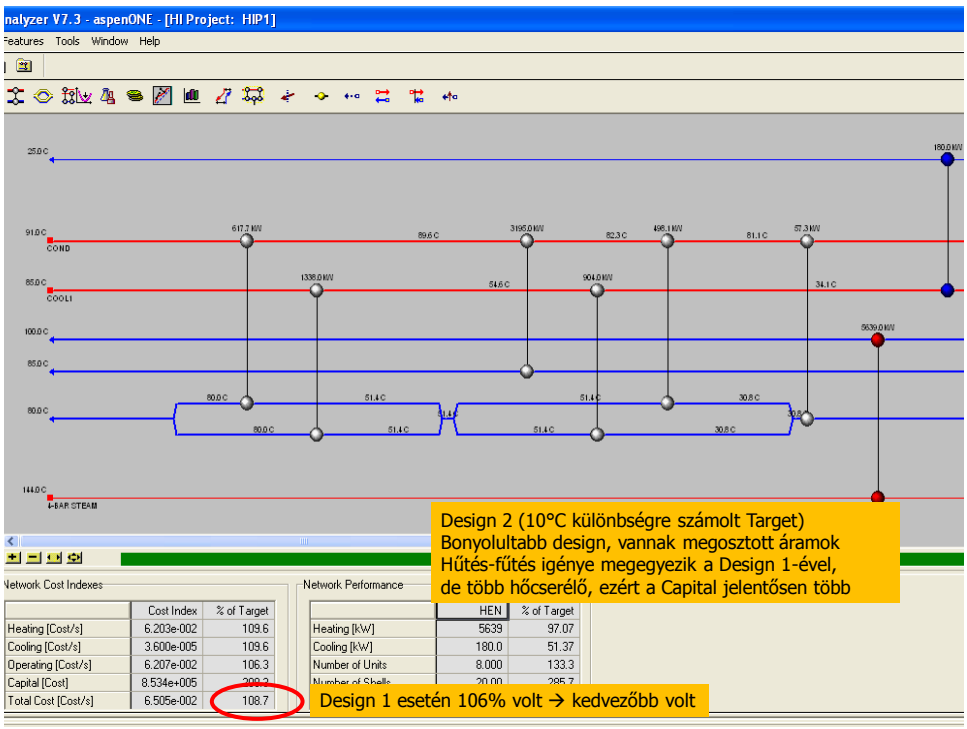
Hot composite curve szerkesztése 3.




Energy Analyzer V7.3 - aspenONE
gers Features Tools Window Help
KUKORICADARA ALAPÚ ALKOHOLGYÁRTÁS
: pelda
Composite Curve
Composite Curves
fűtési igény kW-ban
10°C a minimum hőmérséklet különbség
célok (targets) 10°C különbség esetén
10°C
Heating [kW] 5809
Cooling [kW] 350.4
Number of Units 6
Total Area[1-2] [m2] 283.2
Op. Cost Index [Cost/s] 5.838e-002
Capital Cost Index [Cost] 4.097e+005
Total Cost Index [Cost/s] 5.982e-002
hűtési igény kW-ban
Temperature (C)
100.0
80.00
60.00
40.00
20.00
0.0000
0.0000
2000
4000
6000
8000
1.000e+004
1.200e+004
Enthalpy (kW)


zer V7.3 - aspenONE
Tools Window Help
Composite Curve
Composite Curves
fűtési igény kW-ban
20°C a minimum hőmérséklet különbség
célok (targets) 20°C különbség esetén
20°C
Heating [kW] 6850
Cooling [kW] 1391
Number of Units 7
Total Area[1-2] [m2] 230.1
Op. Cost Index [Cost/s] 6.902e-002
Capital Cost Index [Cost] 4.395e+005
Total Cost Index [Cost/s] 7.056e-002
hűtési igény kW-ban
100.0
80.00
60.00
40.00
20.00
0.0000
0.0000
2000
4000
6000
8000
1.000e+004
1.200e+004
Enthalpy (kW)


Analyzer V7.3 - aspenONE - [HI Project: HIP1]
Features Tools Window Help
KUKORICADARA ALAPÚ ALKOHOLGYÁRTÁS
Hőcserélő hálózat
kék vonal: hideg áram fűtése a nyíl irányába (balra)
piros vonal: meleg áram hűtése a nyíl irányába (jobbra)
kék pontpár: hűtés hűtővízzel
piros pontpár: fűtés gőzzel
fehér pontpár: folyamat áramai közötti hőcsere
Heat Exchanger E-101
Cold Stream: Cooling Water
25.00 C
10.00 C
dT Hot end:
60.00 C
Duty:
180.0 kW
Area:
2.163 m2
dT Cold end:
70.91 C
85.00 C
80.91 C
Counter Current
Shell and Tube
Data
Connectivity
Parameters
T-H Plot
Notes
Calculations OK
20°C különbségre számolt design egyező eredményt ad
(a % of Target persze különböző, hiszen a Target más)
→ az optimalizálásban nem volt szerep a dT min-nek
különbségre számolt Target)
Heating [Cost/s] 6.203e-002 109.6
Cooling [Cost/s] 3.600e-005 109.6
Operating [Cost/s] 6.207e-002 106.3
Capital [Cost] 4.120e+005 100.6
Total Cost [Cost/s] 6.351e-002 106.2
Heating [kW] 5639 97.07
Cooling [kW] 180.0 51.37
Number of Units 6.000 100.0
Number of Shells 8.000 114.3
Total Area [m2] 279.2 98.58


Analyzer V7.3 - aspenONE - [HI Project: HIP1]
Features Tools Window Help
Design 2 (10°C különbségre számolt Target)
Bonyolultabb design, vannak megosztott áramok
Hűtés-fűtés igénye megegyezik a Design 1-ével,
de több hőcserélő, ezért a Capital jelentősen több
Network Cost Indexes
Cost Index % of Target
Heating [Cost/s] 6.203e-002 109.6
Cooling [Cost/s] 3.600e-005 109.6
Operating [Cost/s] 6.207e-002 106.3
Capital [Cost] 8.534e+005
Total Cost [Cost/s] 6.505e-002 108.7
Network Performance
HEN % of Target
Heating [kW] 5639 97.07
Cooling [kW] 180.0 51.37
Number of Units 8.000 133.3
Design 1 esetén 106% volt → kedvezőbb volt

Méretezés 1.

Az Aspen Plus-ban folyamatos üzemet modellezzünk állandósult állapotban

1. Szakaszos üzemű berendezések (fermentorok) méretezése manuálisan Excelben
   Számolnunk kell a holtidővel: két fermentáció között a leengedéshez, tisztításhoz, feltöltéshez, (sterilezéshez) szükséges idő

   Az ütemezés alapja a ciklusidő = fermentációs idő + holtidő
   Erjesztés melasz alapú etanolgyártásnál: ciklusidő 30 h, CIP
   Élesztőszaporítás: ciklusidő 15 h, steril – nyomásálló tartály
   100 m3/h hígított melasz érkezik a fermentációs üzembe, és tfh. egy etanolfermentorba ebből az anyagból maximum 250 m3 tölthető
   → 12 etanolfermentor szükséges,
   és azokat 15 órás eltolással indítva 6 élesztőszaporító fermentor képes ellátni
   Oltóágak inokulumaránya:
   Élesztőszaporításnál 7,5-10%
   10%-ra példa 1. lépték 1 m^3, 2. lépték 10 m^3, 3. lépték 100 m^3

CIP: Cleaning in place, helyben tisztítás

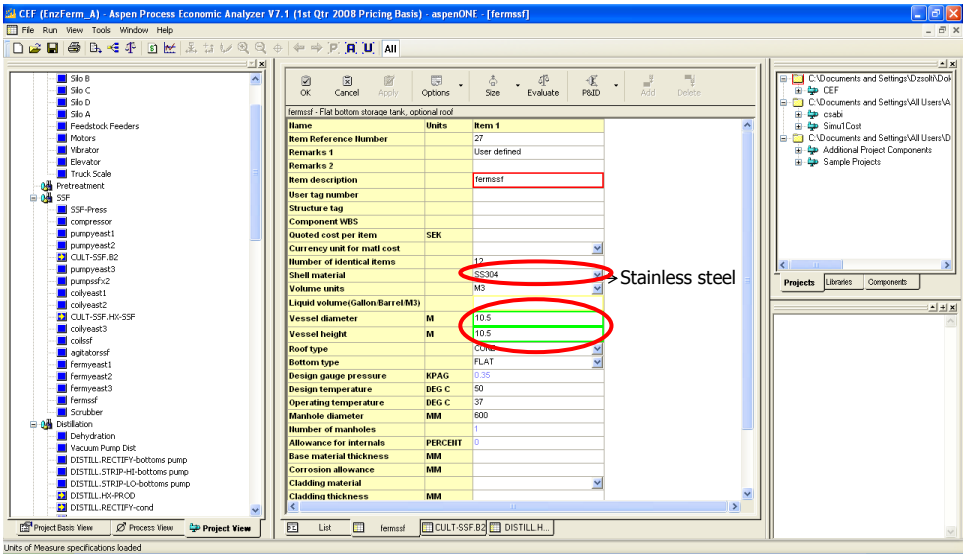
Méretezés 2.

Fermentorok méretezése
- Tartály:
  - hasznos térfogat 80%
  - H=D
- Csőkígyó:
  - hőátadási tényező 1 kW/(m^2°C)
- Keverő:
  - bekevert teljesítmény: 40 W/m^3
- Szivattyú:
  - szivattyúzási idő 1-4 h
- Kompresszor:
  - 0,5 VVM (levegő térfogat / fermentor hasznos térfogat / perc)

2. Aspen Process Economic Analyzer
   az Aspen Plus-ban kapott riport fájl alapján méretezi a készülékeket
   desztilláló oszlopok, puffertartályok

WIS: vízben nem oldható szilárdanyag

Aspen Economic Analyzer adatlap – Excelben méretezett fermentor



Állótőke-beruházás (Fixed Capital Investment)

1. Aspen Icarus / Aspen Economic Analyzer
   - <u>Közvetlen kötlségek</u>
     A beszerelt készülék költsége
     Üzemcsarnok is benne van
   - <u>Közvetett költségek</u>
     Mérnöki munka
     Építési költségek
     Ügyvédi díjak

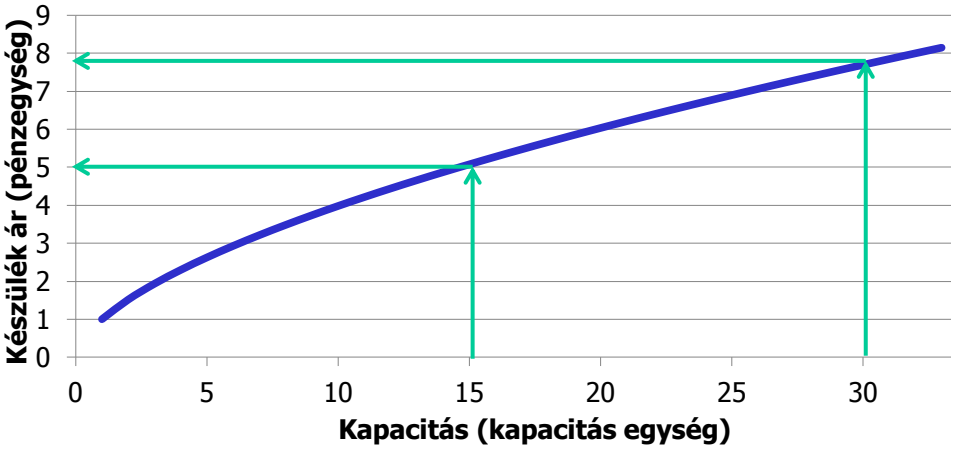
2. Árajánlat

   Etanolgyártásnál: abszolutizáló, szűrőprés, szárító, bojler

   A kitevő ökölszabály szerint 0,6, de ha több kapacitásra is van ár, illesztéssel számolható

$$\frac{Ár_2}{Ár_1} = \left(\frac{Kapacitás_2}{Kapacitás_1}\right)^{0,6}$$

Méretgazdaságosság



Forgótőke-beruházás, Évre vetített tőkeberuházás

Forgótőke (Working Capital Investment) Peters és Timmerhaus ajánlása szerint [1]

- 30 napra elegendő nyersanyag- és vegyszerkészlet
- 30 nap alatt előállított termék
- 30 nap alatt fizetett munkabér
- kimenő számlák értéke 30 napra nézve

Évre vetített tőkeberuházás

- Éves állótőke = állótőke · annualization factor (AF)

  $AF = r/[1-(1+r)^{-n}] = 0{,}11$

  r = kamatláb (7%)

  n = beruházás élettartama (15 év)

- Éves forgótőke = forgótőke · kamatláb (7%)

[1] Peters, M.S., Timmerhaus, K.D., *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, McGraw-Hill, New York, (1991)

Működési költségek, etanol előállítási költség

- Éves működési költségek
  - nyersanyag, vegyszerek, közművek, egyéb (bérek, biztosítás, karbantartás)
  - egy év alatt fogyasztott mennyiség x ár

- Etanol előállítási költség (€/liter)

$$\frac{\text{Évre vetített tőkeberuházás (álló és forgó)} + \text{Éves működési költség}}{\text{Éves termelt etanolmennyiség}}$$

ha van melléktermékből származó jövedelem, az a számlálóban negatív tagként jelenik meg