

Difúzní separační techniky

Podle toho, jak a z čeho extrahujeme, můžeme extrakci rozdělit na:

Dělení liquid –solid (loužení, leaching)

Macerace – **vyluhování** z pevných látek studeným rozpouštědlem

Digesce – macerace horkým rozpouštědlem (příklad – vaření čaje)

Dělení liquid – liquid (extrakce, extraction)

Vytřepávání – přerušovaná operace, při níž se do studeného rozpouštědla dostávají látky z lehčí (kapalina s nižší hustotou) nebo těžší kapaliny (s vyšší hustotou). Provádí se v dělicích nálevkách

Perforace – horkým rozpouštědlem (je účinnější)



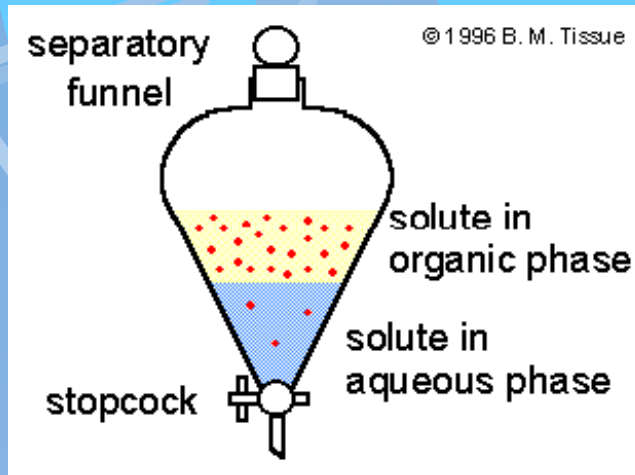
Extrakční kolona – vícenásobná extrakce (existuje i pro loužení)

Extrakce

Ternární soustavy typu

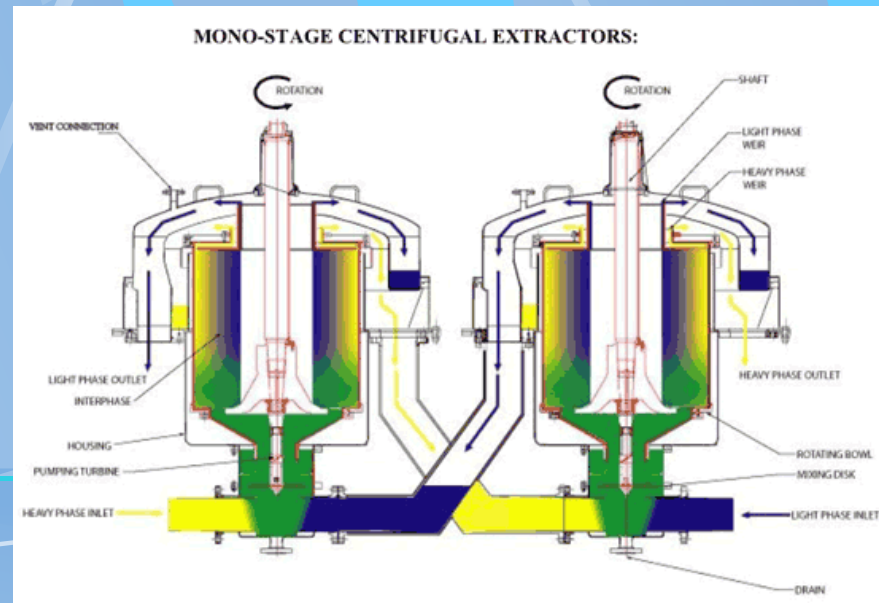
liquid-liquid

s vhodně skloněnými tie-lines



Laboratoř: vícenásobná extrakce čistým extrahovadlem (kterým šetříme).

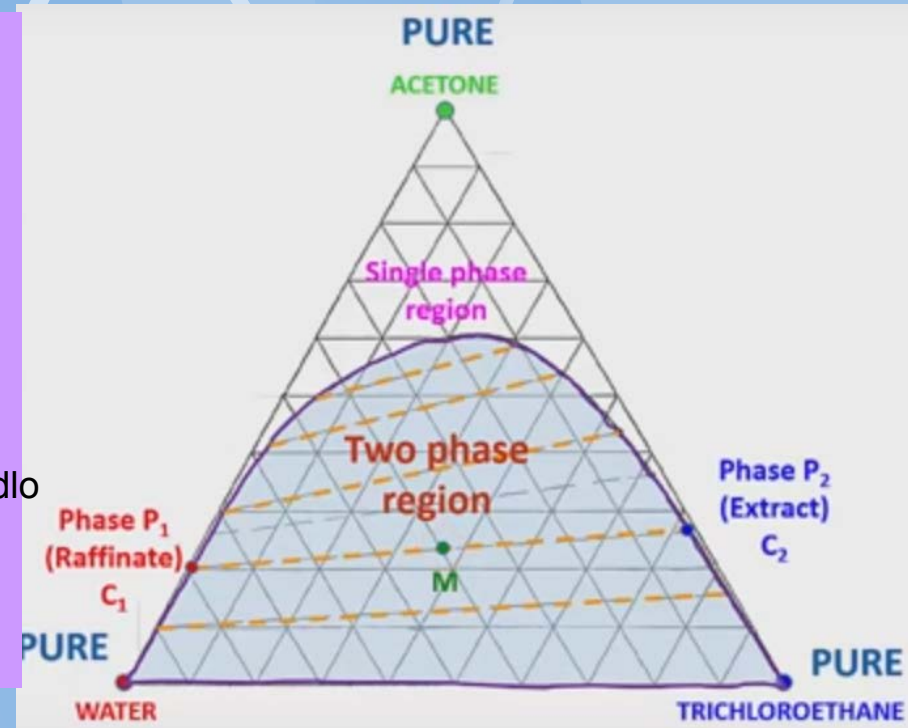
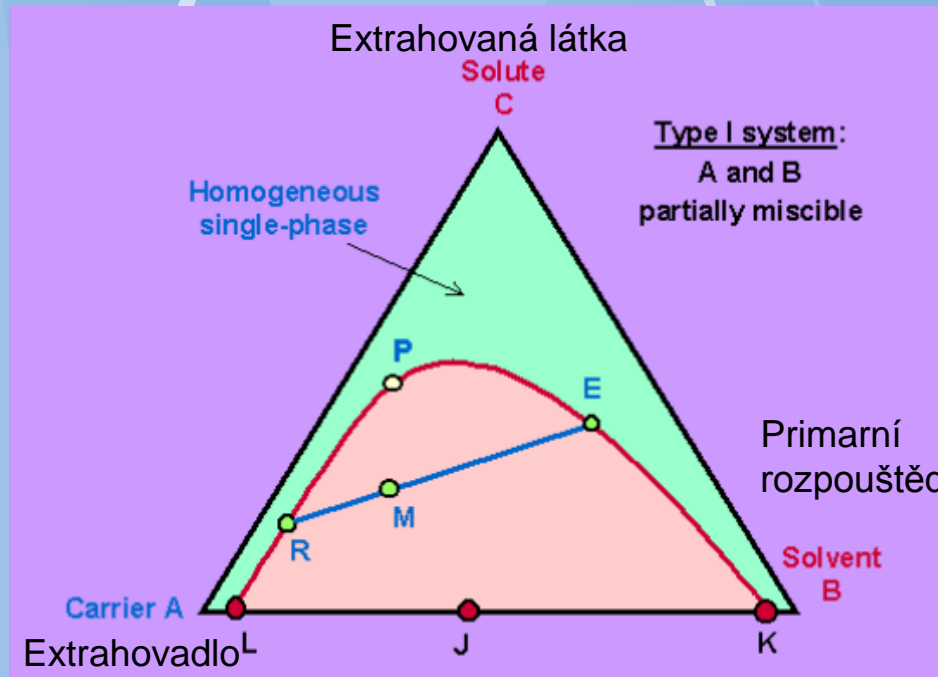
Technologie: vícenásobná extrakce extrahovadlem obohacným o solut (extrahovadlo regenerujeme např. destilací)



Extrakční systémy liquid-liquid

We can use also system with two liquid-liquid immiscible sub systems.

Type I System – technology (tie-lines slope goes down to the carrier. I. e. in two phase region: solut concentration in carrier higher then in solvent)
In a Type I System consisting of 3 components A, B and C, liquid C dissolves completely in A and B, but A and B dissolve only to a limited extent in each other.



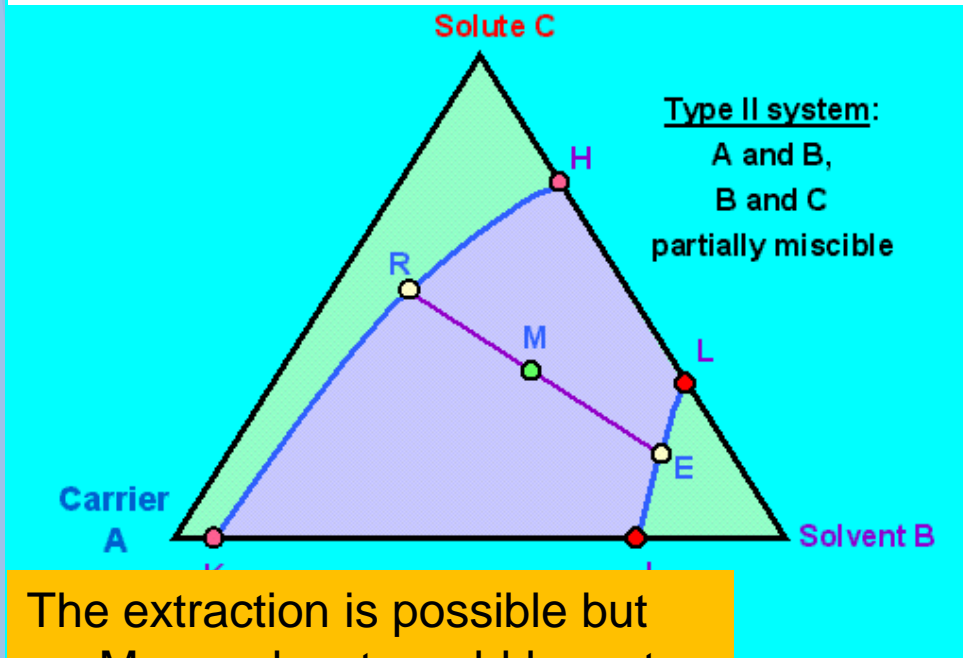
http://www.separationprocesses.com/Extraction/SE_Ch01b.htm

Extrahovadlo, obohaceno o látku C, se nazývá **extrakt**. Původní roztok, naopak očištěný o rozpuštěnou látku se nazývá **rafinát**.

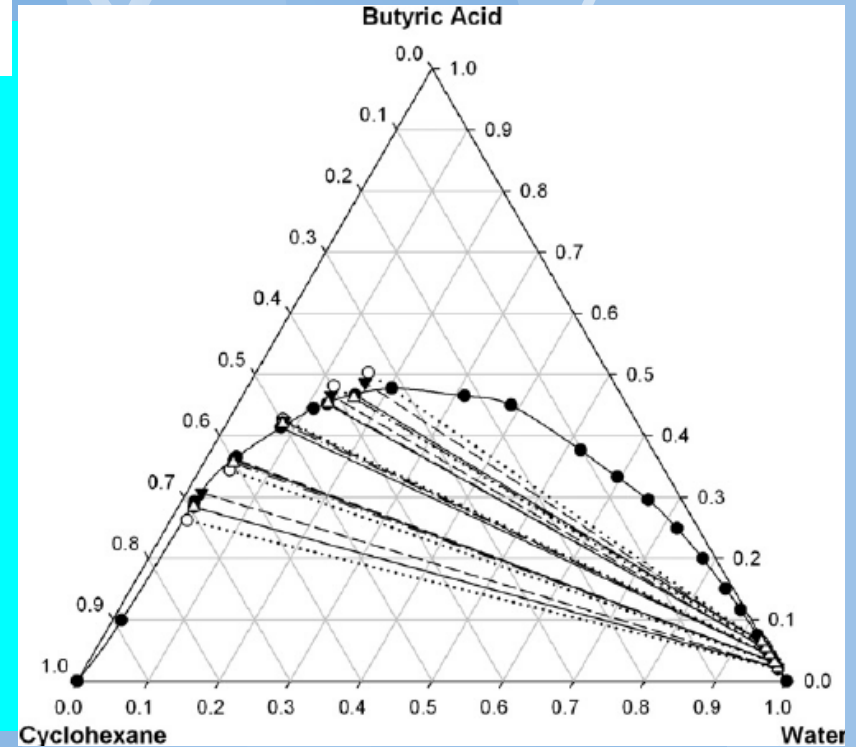
<https://www.youtube.com/watch?v=J3QFoXRoKEg>

**Type II – preferred in laboratory
(tie-lines slope goes down to the Solvent. I. e. in two phase region: solut concentration in carrier lower then in solvent).**

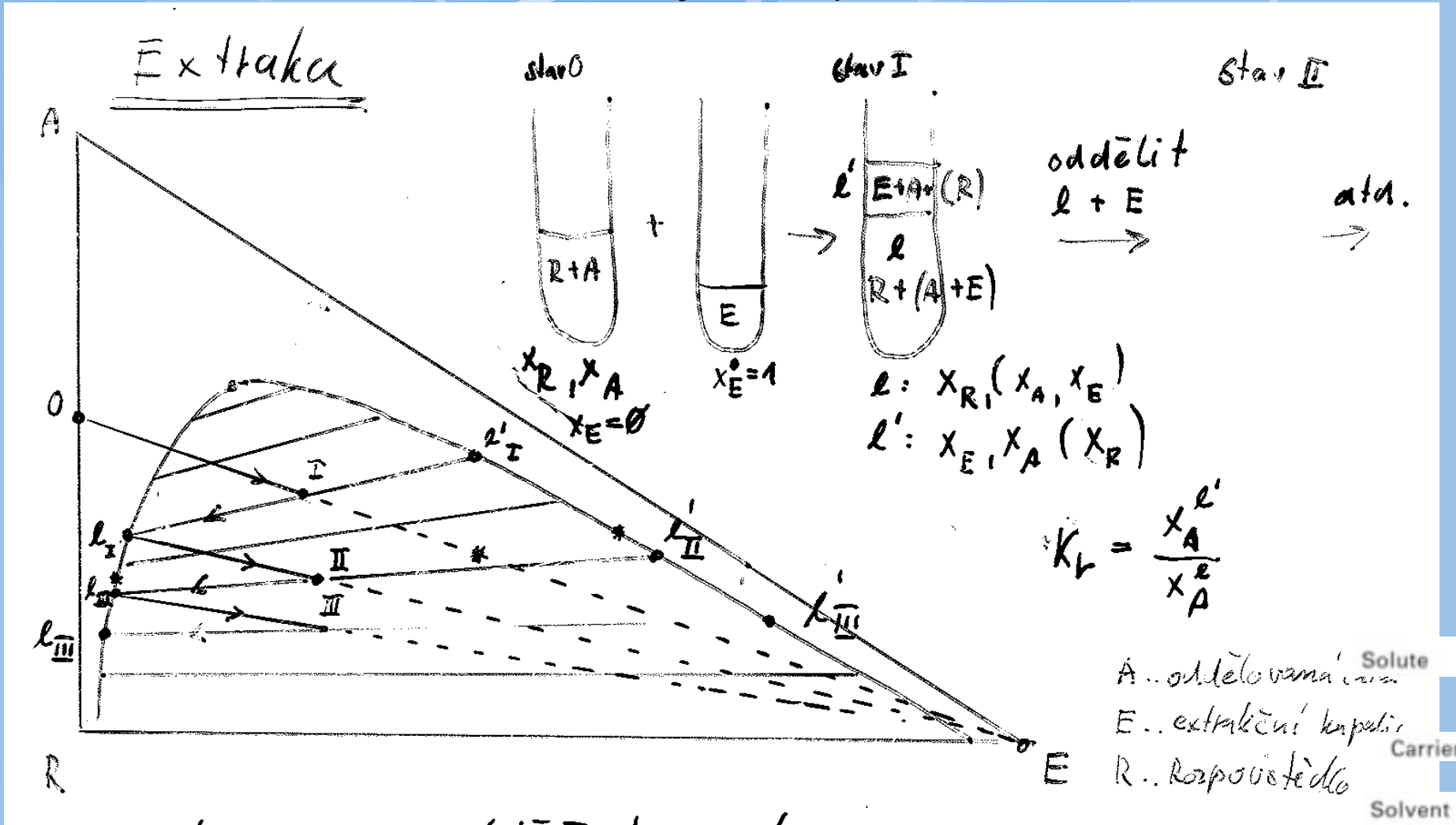
In Type II System with 3 components A, B and C, only A and C are completely soluble, while the pairs A-B and B-C showed only limited solubility.



- The extraction is possible but
- More solvent would have to use
 - The final extract would not be as rich in desired component



Laboratory extraction (type II + one immiscible subsystem)



Pozor změna orientace R-E a označení složek oproti předchozím slidům

- ⇒ kladný vliv na výtěžek reakce
- rozdělení objemu extrakční látky (min. vliv)
 - volba systému (extrahovadla)
 - směrnice TiE line maximálně \neq sm. OE (resp. $l_2 E$, atd.)
(jeli = pak. nelze dělit, tzv. soluttopický efekt)
 - složení l a l' co nejbliže stranám Δ ti. min.
rozpusťnost $R-E$

∇₀ $k_L \neq$ konstanta (pouze v určitém oboru x_c)

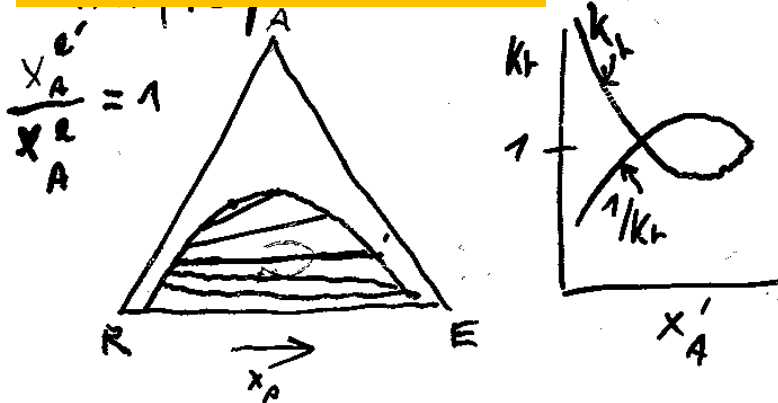
Správně:

$$K_L = \frac{x_A^{l'}(\vec{x}_c)}{x_A^c(\vec{x}_c)}$$

ti. vypočítat z fázových dat. dle vhodného model. a známých TD

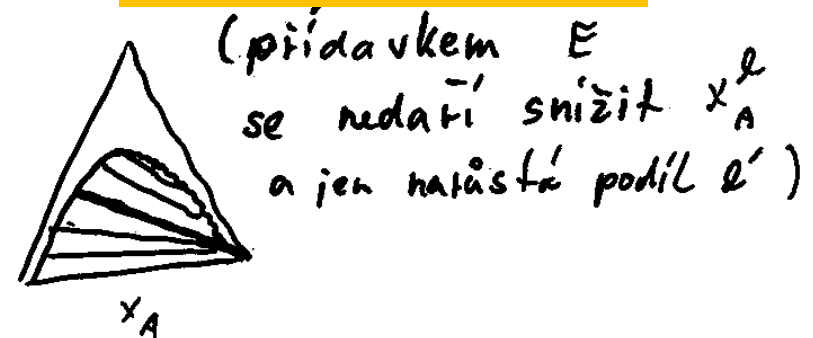
Negative effects of extraction

Solutropní efekt



$K_R > 1$ (A přechází do extrahovadla)
a pak
 $K_R < 1$ (A přechází z extrahovadla
do primárního roztoku)
Nesnižuje se koncentrace A v R A v
E je menší, extrakce jde pomalu

Alotropní efekt



Přídavek E nevede k změně
(snížení) koncentrace A v
extrahovaném zbytku (A+R).
**(Pouze této fáze ubývá díky
vzájemné rozpustnosti R-E)**

Solutrope

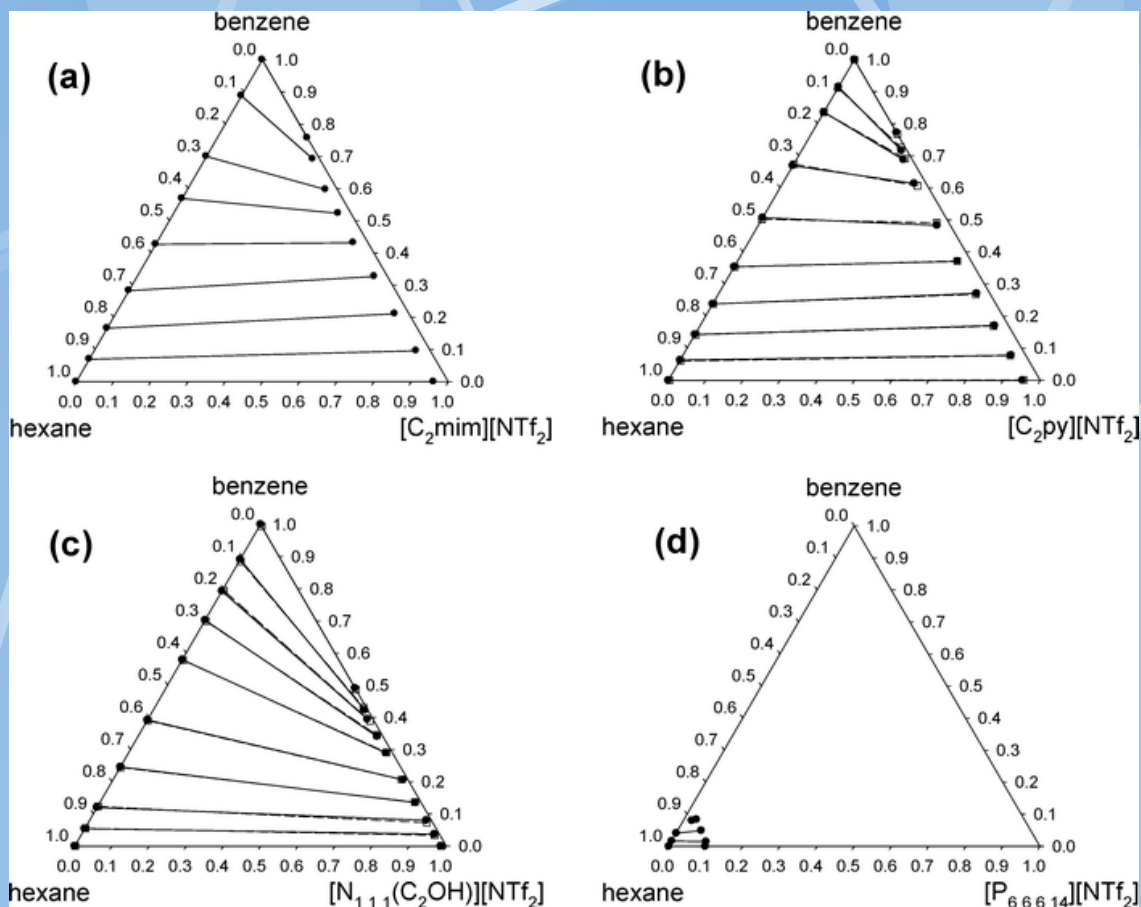


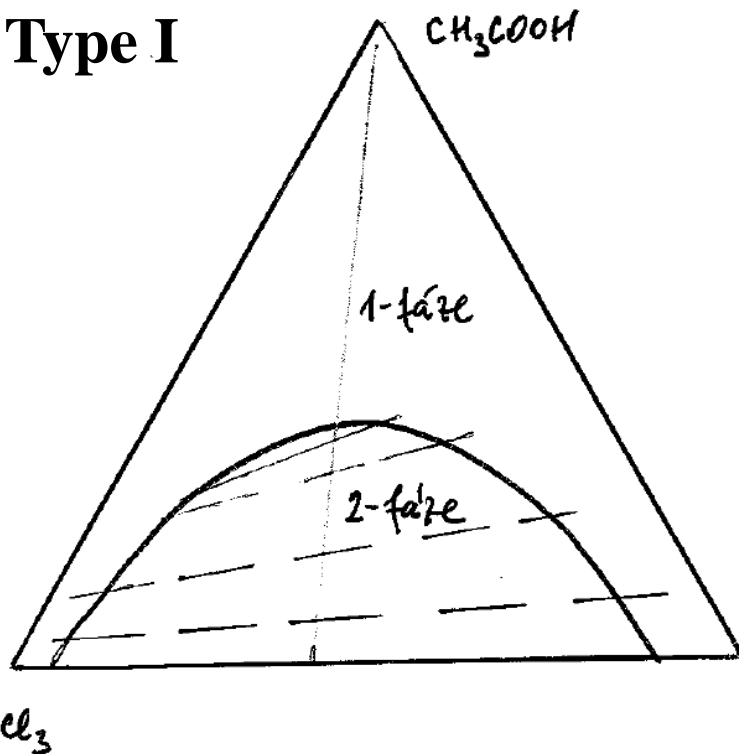
Fig. 2 Experimental (solid circles, solid lines) tie-lines for the LLE at 40 ° C of the ternary systems (a) (hexane + benzene + [C₂mim][NTf₂]),¹⁸ (b) (hexane + benzene + [C₂py][NTf₂]), and (c) (hexane + benzene + [N₁₁₁(C₂OH)][NTf₂]); and for the LLE at 25 ° C of the ternary system (hexane + benzene + [P₆₆₆₁₄][NTf₂]).²¹ For the novel two systems reported in the present work, the correlated tie-lines (NRTL, with $\alpha = 0.30$ and $\alpha = 0.20$ respectively) are also drawn (open squares, dashed lines).

Solutrop:

<http://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2009/gc/b814189d>

Extrakční soustavy examples

Type I

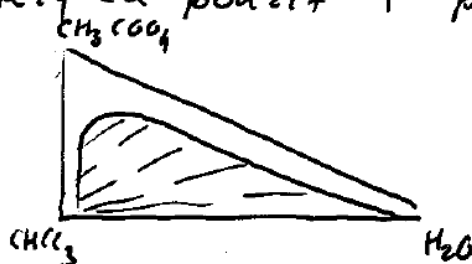


Řezy fázovým diagramem
vícesložkových soustav:
za konstantní:

- T (izotermické)
- p (izobatické)
- x_i (izokoncentrační)
- x_i, x_j (polyizokoncentrační)
- x_i/x_j (konstantní podíl složek)

- + kombinace (vyšší soustavy)

Pro řezy lze použít i pravouhlý trojúhelník

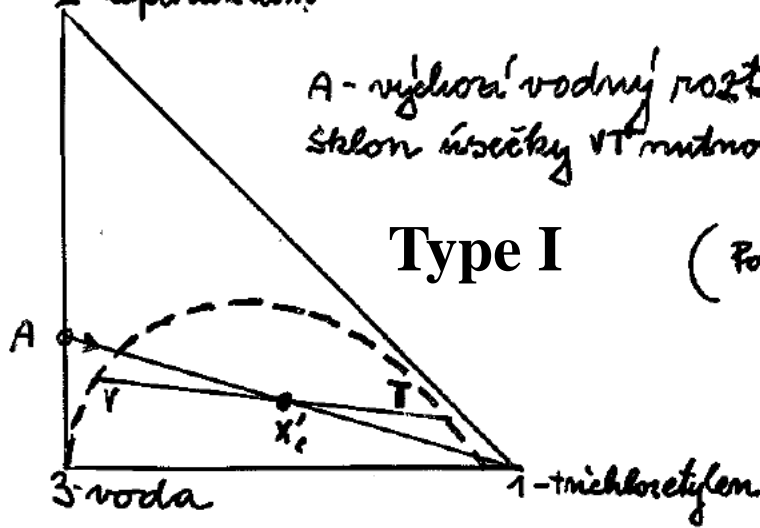


Extrakce kaprolaktamu (2) z vodného roztoku trichlorethylenem
2-kaprolaktam

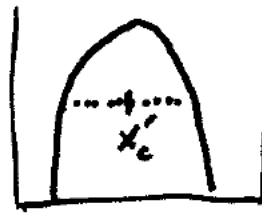
A - výhled vodný roztok
Střelou úsečky VT můžeme určit (exp. neb výp.)

Type I

(Podobně: fenol (2) - voda - butylacetát)

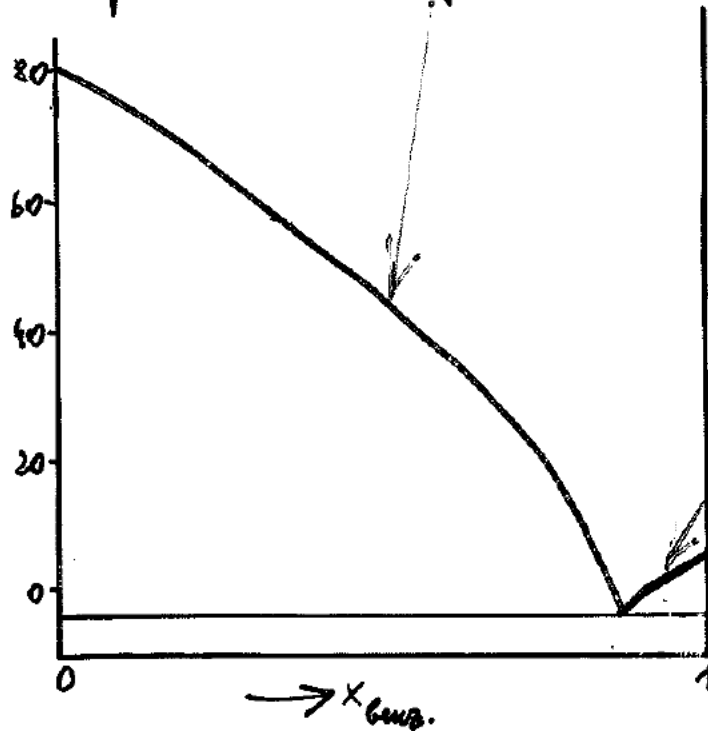


kež A^T



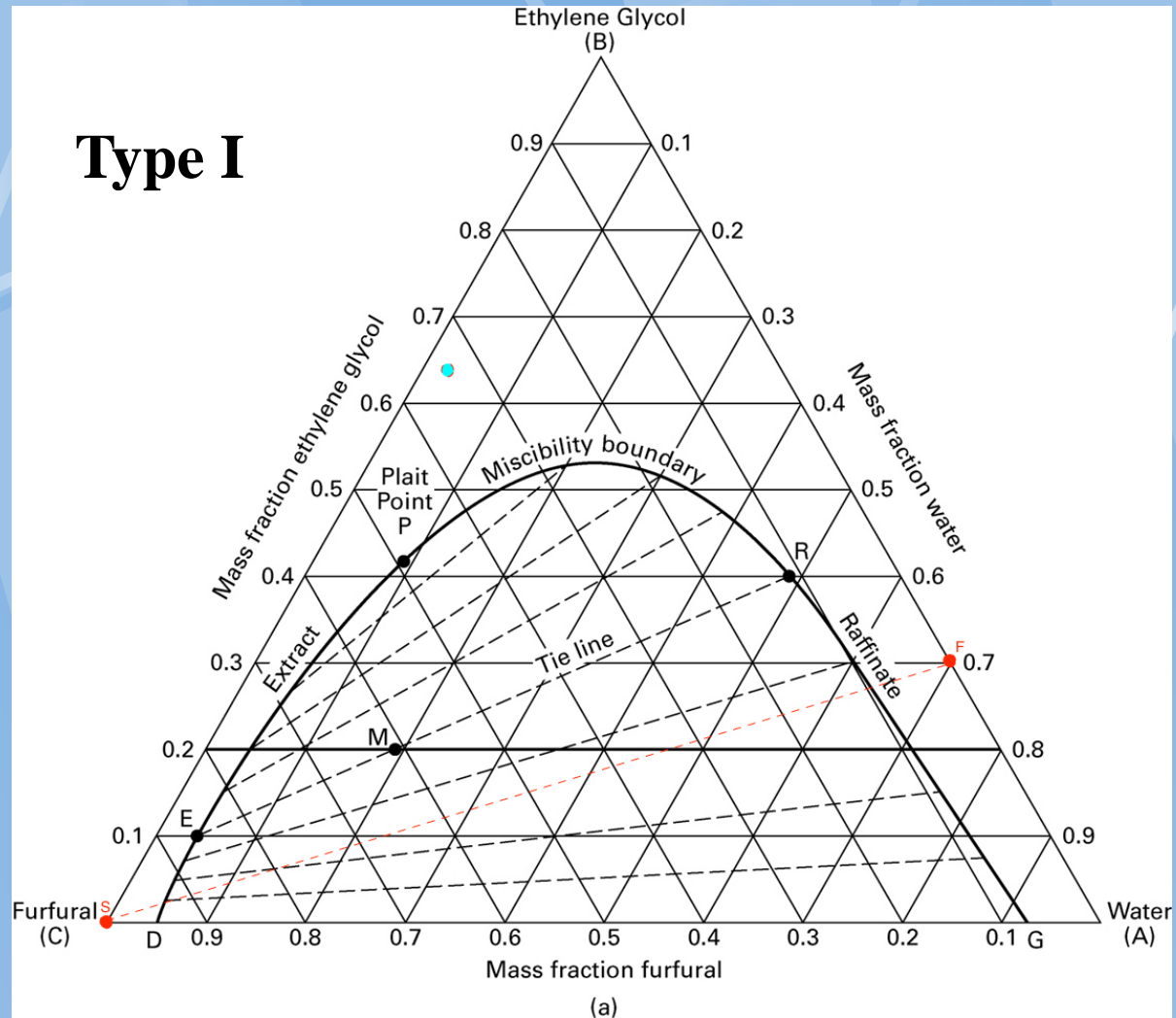
$\frac{x'_3}{x'_2} = \text{konst}$
tj. leží v rovnici
zobrazení

Rozpustnost naftalenu v benzenu a benzenu v naftalenu



amalgam - systém Hg - Te

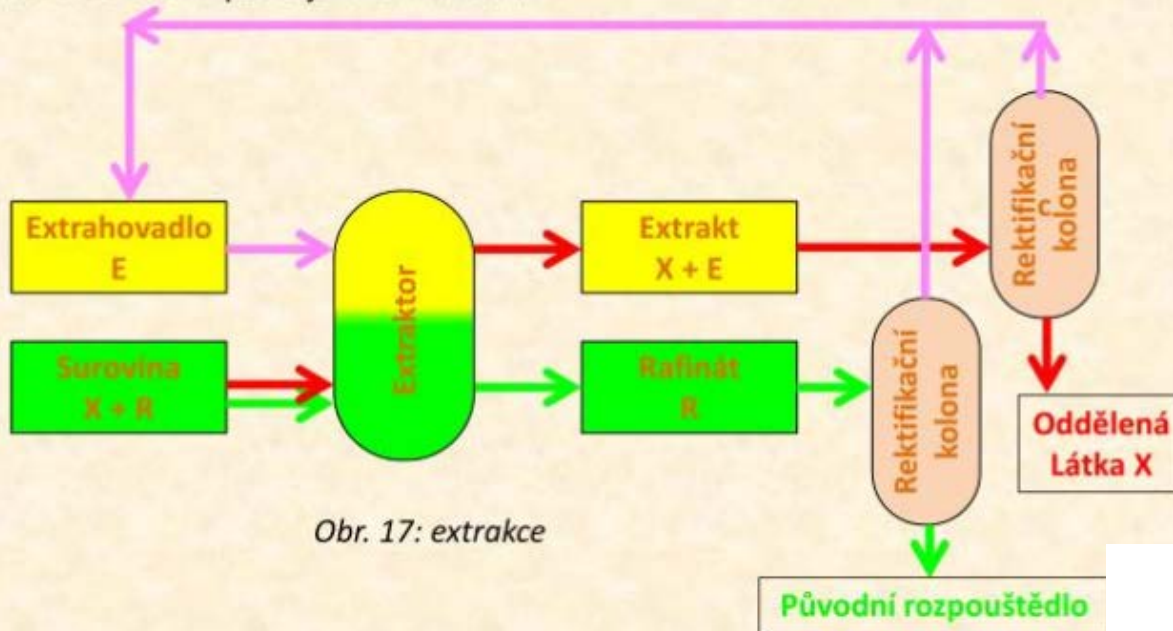
Type I



Solution of 30 wt% ethylene glycol in water is to be extracted with furfural.

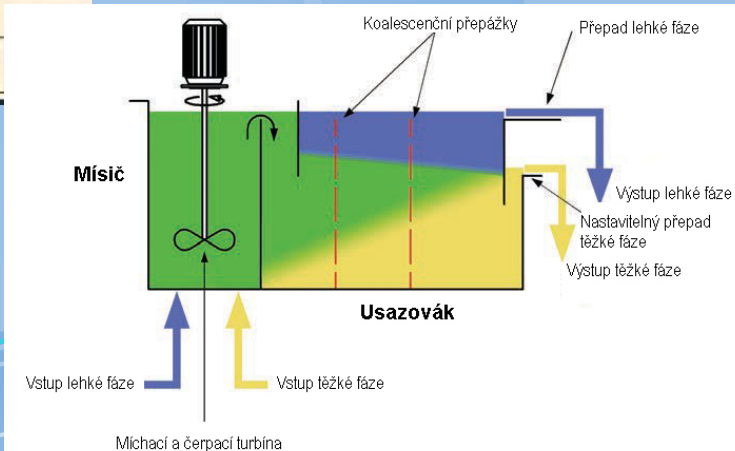
Extrakce v technologii

V extraktoru přejde látka **X** z původního rozpouštědla **R** do extrahovadla **E**, a protože **R** a **E** jsou nemísitelné, spodem extraktoru se vypouští samotné původní rozpouštědlo **R**, zatímco vrchem extraktoru se odebírá extrakt (**X** rozpuštěné v **E**). Rektifikační kolony slouží k oddestilování extrahovadla, které se znovu použije v extraktoru.

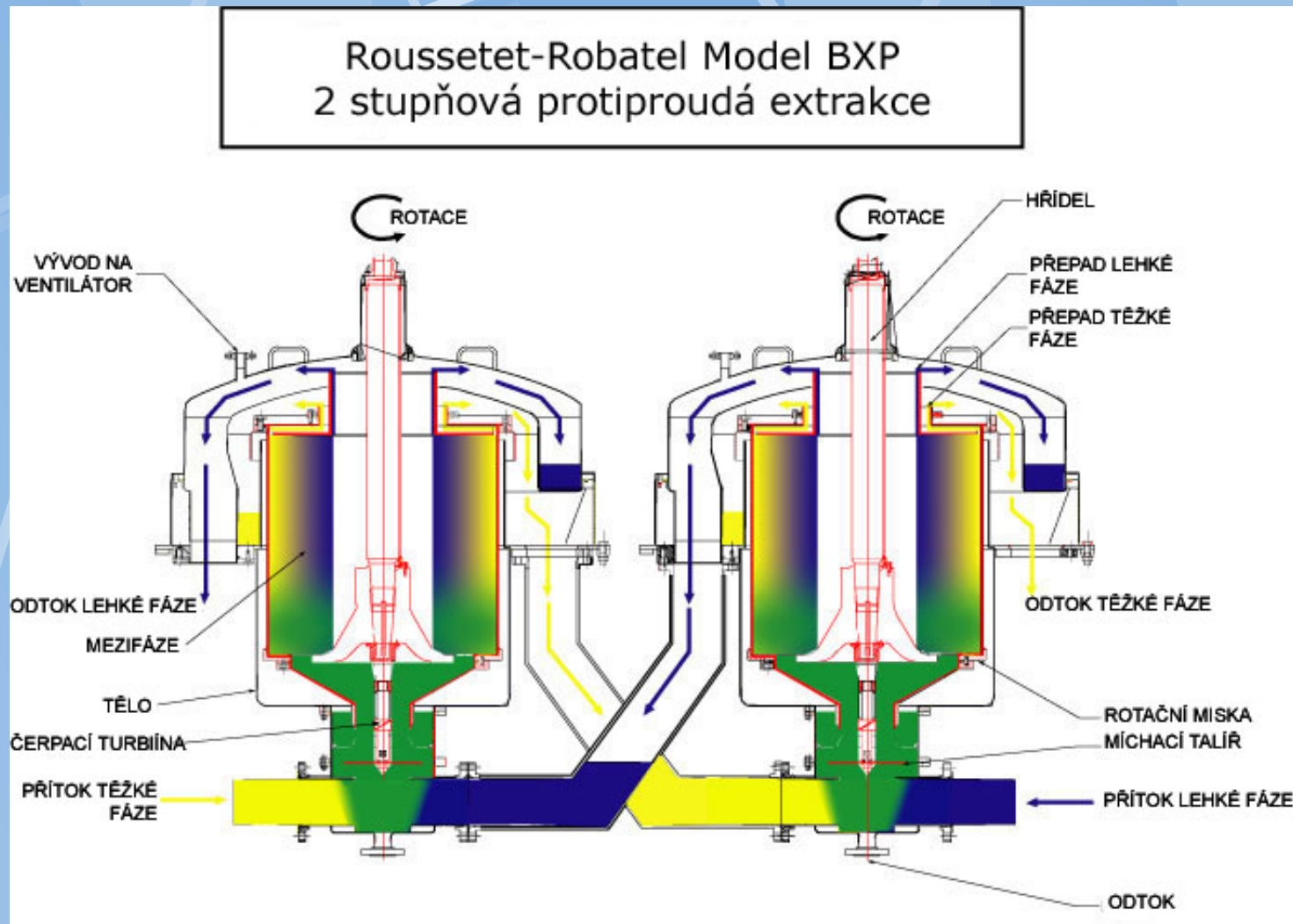


Obr. 17: extrakce

<https://www.slideserve.com/anne-cash/extrakce>

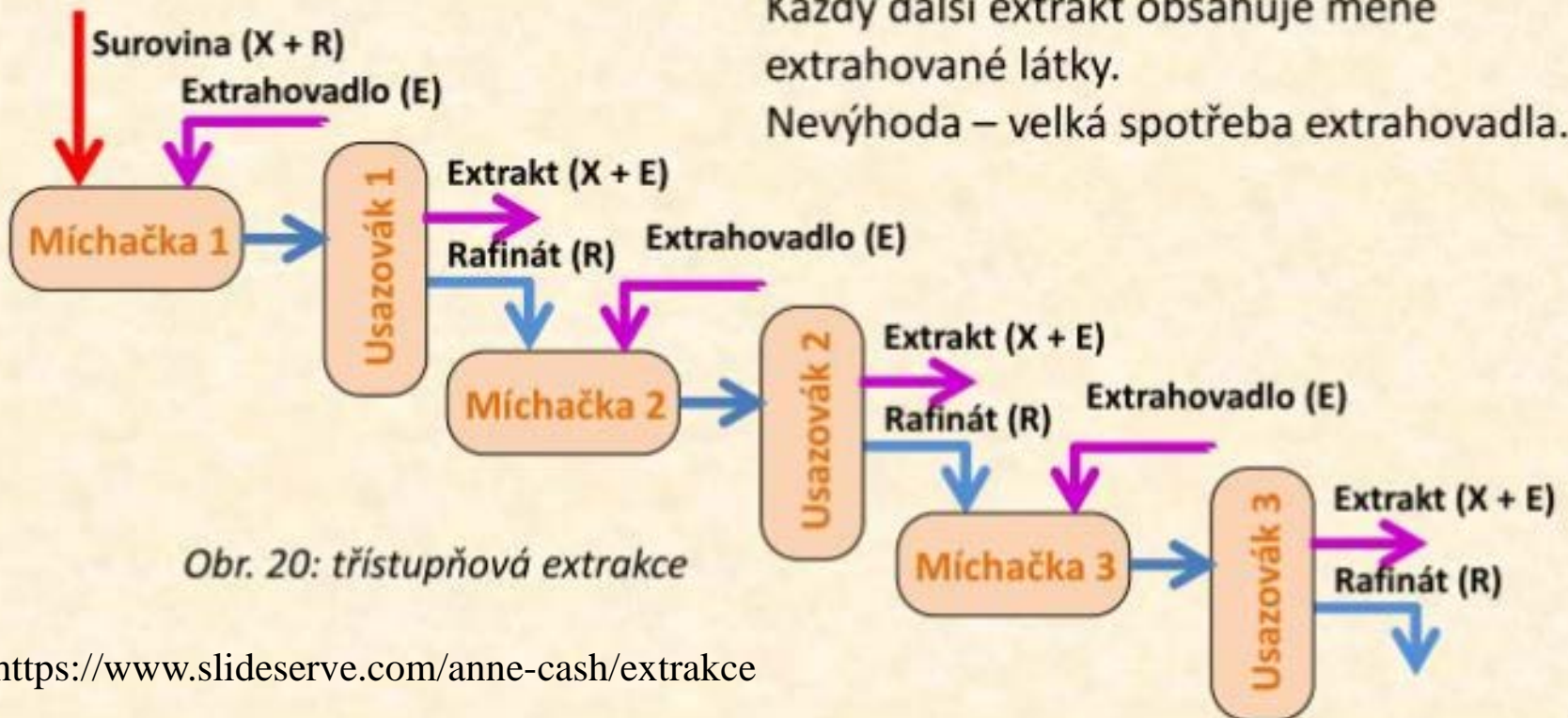


2 stupňová extrakce odstředivá

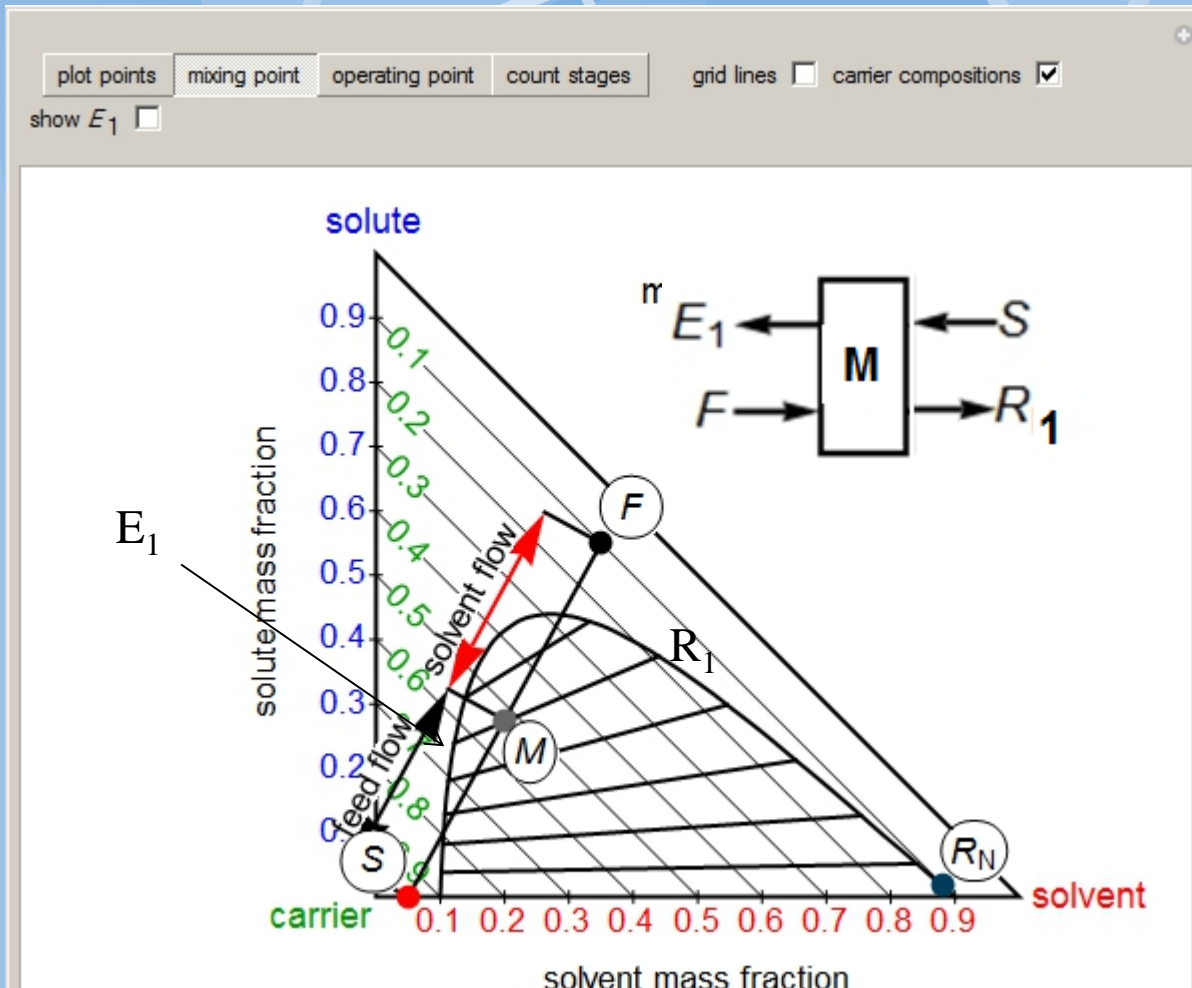


Vícestupňová extrakce

Jednostupňovou extrakcí se surovina (**X**) neoddělí dokonale, proto se řadí více stupňů za sebou – rafinát (**R**) z jednoho stupně se vede jako surovina do následujícího s čistým extrahovadlem (**E**).



Extrakční kolona (Hunter-Nash method, extraction type I)



F ...representativní bod chemického složení směsi určené k rafinaci v místě nátok (feed).

S...representativní bod chemického složení extrahovadla (carrier,)

M...representativní bod celkového chemického složení extrakční směsi. Jeho poloha je dána poměrem rychlostí nátok (w_F) feedu a extrahovadla (carrier w_S):

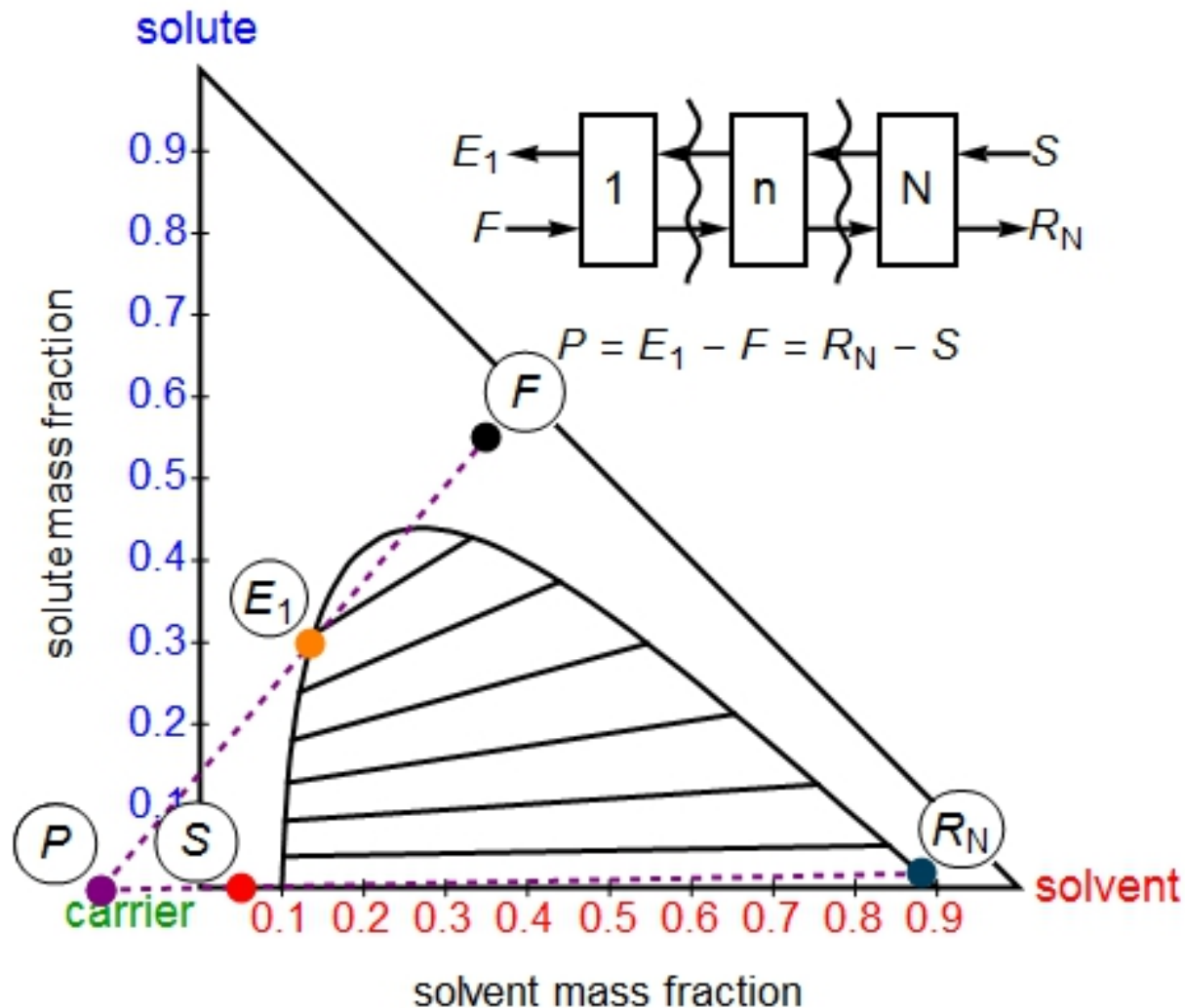
$$\frac{\overline{FM}}{\overline{SM}} = \frac{w_S}{w_F}$$

V jednostupňovém reaktoru se ustaví rovnováha dle tieline probíhající bodem M tj. Fázové složení bude E_1 a R_1

$$w_{E1} - w_F = w_S - w_{R1} = w_P$$

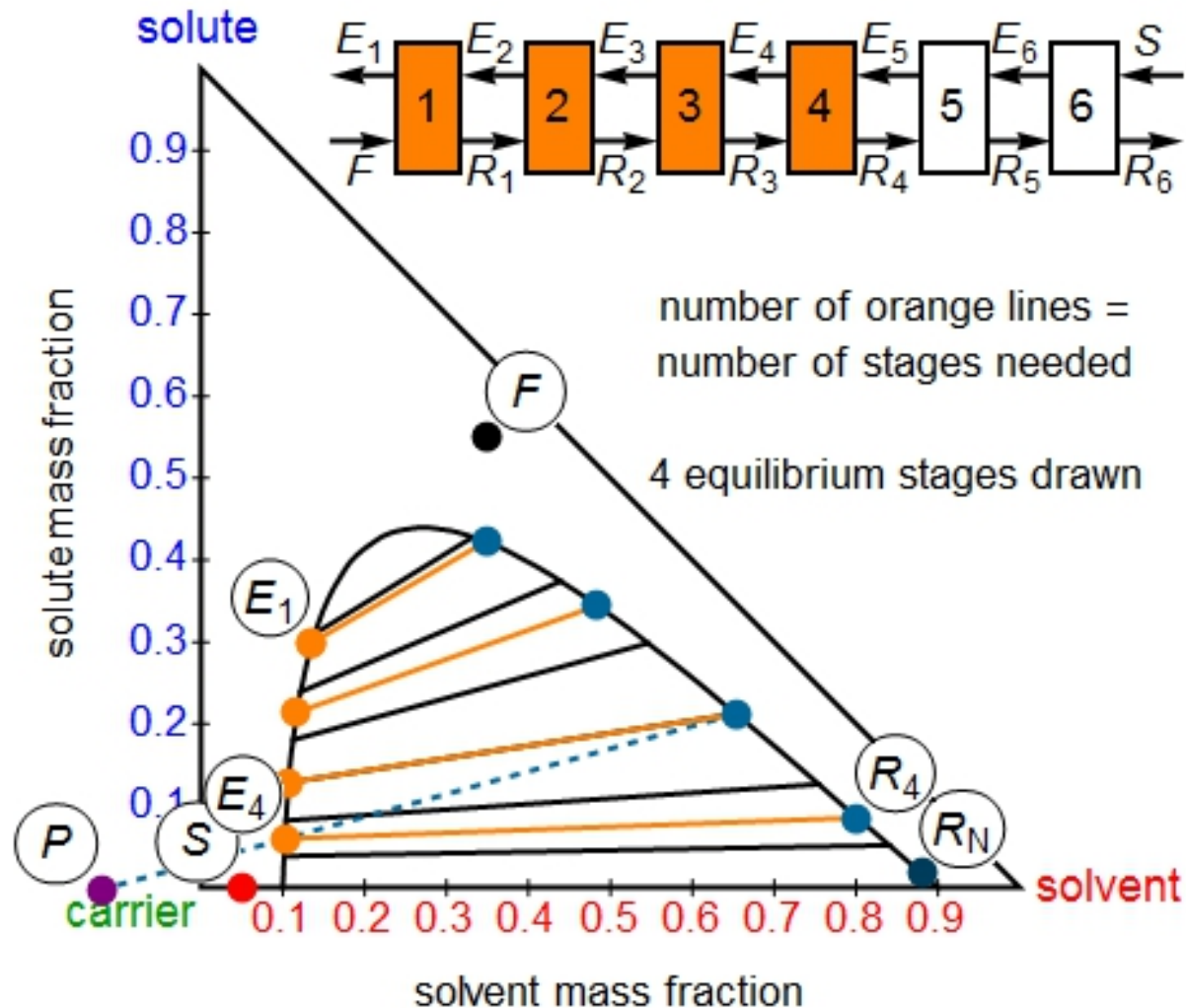
Platí zákon zachování pro okrajové nátoky a výtoky (kg/s) nebo mol/s).

To se přeneso do reprezentativních bodů chemického složení (můžeme na ně pohlížet jako na vektory) ve všech jednotlivých stupních kolony tak, že vektorový rozdíl $E_1 - F = E_i - R_{i-1} = P$, kde P je pracovní bod do kterého směřují všechny polopřímky $R_{i-1}E_i$.

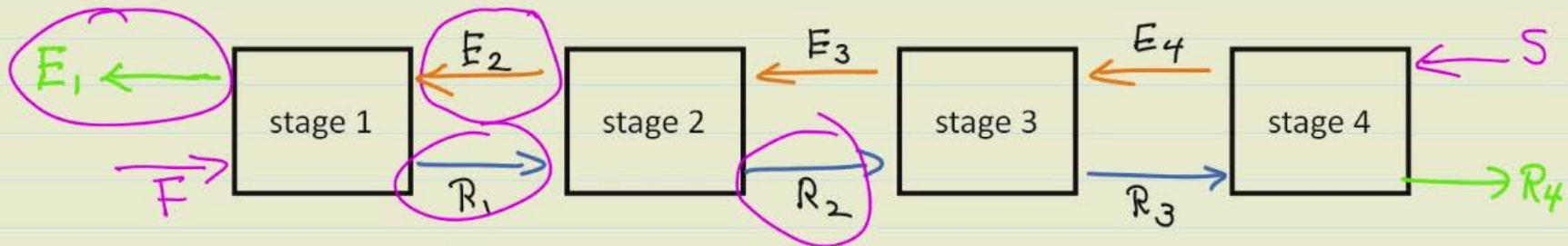
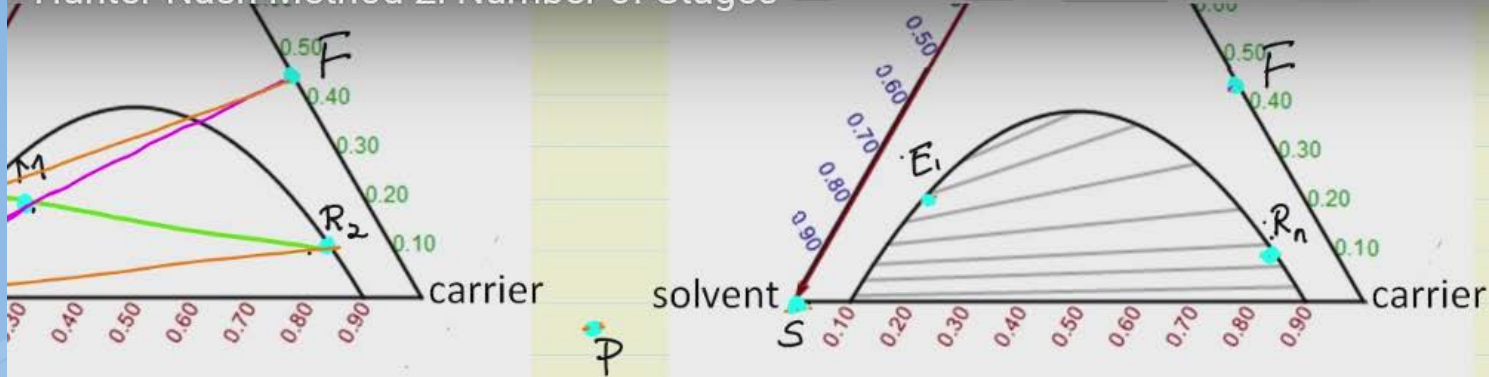


Pak doplníme E_i a R_{i-1} , koncové body tieleline a určíme teoretický počet pater extrakční kolony s přihlédnutím k tomu jakou čistotu rafinátu R_N chceme získávat. polopřímky $R_{i-1}E_i$.

draw tie lines 4



Hunter-Nash Method 2: Number of Stages



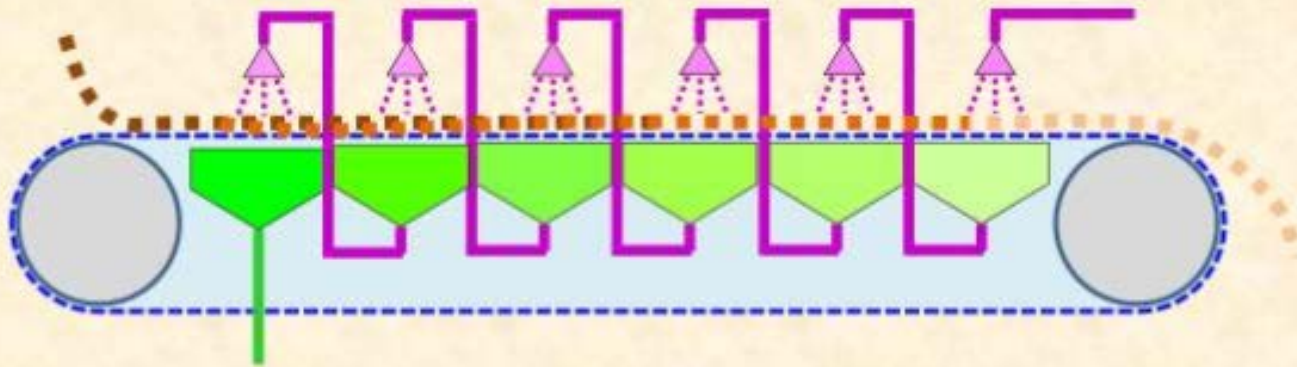
$$P = E_1 - F = E_2 - R_1 = E_3 - R_2 = E_4 - R_3 = S - R_4$$

$$E_1 = P + F \quad E_2 = P + R_1 \quad E_3 = P + R_2 \quad E_4 = P + R_3$$

mass balance

Leaching - loužení

Surovina se pohybuje po dopravníku tvořeném **sítem** a je sprchována **rozpouštědlem** (extrahovadlem), které postupuje prítiproudně (přívod na konci pásu, postupně se stává koncentrovanější, odvod **extraktu** na začátku pásu). **Rafinát** se ještě následně zbaví zbytku rozpouštědla odpařením.



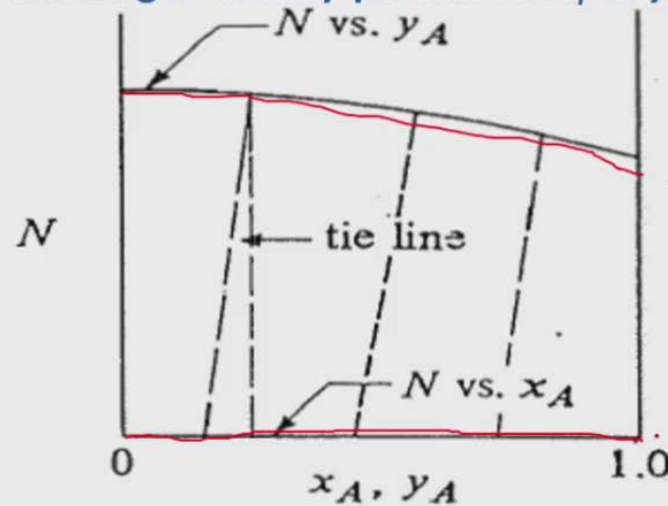
Obr. 12: pásový extraktor

Leaching



Vaal University of Technology
Your world to a better future

PRINCIPLES OF LEACHING: Equilibrium Relationship in Leaching
Equilibrium data for leaching is usually plotted as N_i vs y_i as shown in the figure below:



Tumi Seodigeng, PhD

Typical Equilibrium Diagram for Leaching Data where $y_A \neq x_A$

<https://www.youtube.com/watch?v=Ym8Qsel-i08>