

# 2. Příprava surovinové směsi

- 2.1. Skladba surovinové směsi
- 2.2. Předúprava surovin
- 2.3. Fyzikálně mechanická úprava surovin
  - 2.3.1. Dávkování
  - 2.3.2. Mísení
  - 2.3.3. Granulace
  - 2.3.4. Zdrobňování
- 2.4. Fyzikálně chemická úprava surovin
- 2.5. Úpravárenské linky v keramice



# V rámci přípravy surovinové směsi se řeší:

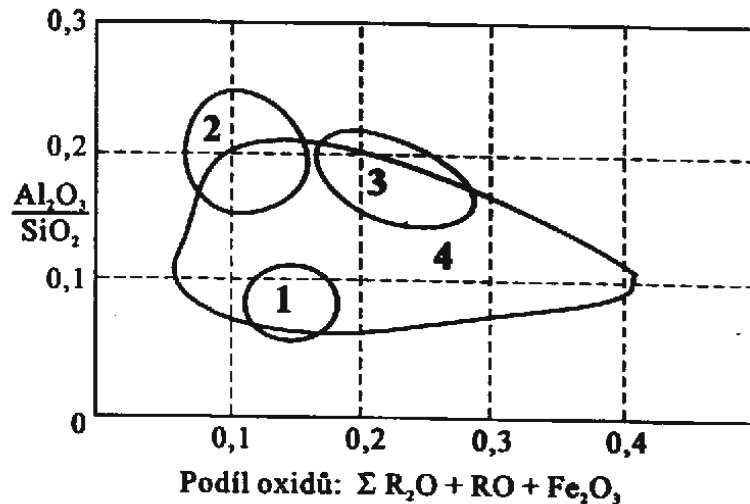
- Skladba směsi, homogenizace, granulometrie (zdrobňování), úprava vlhkosti,...

Střep	Vytváření	Vlhkost [%]	Max. zrno [ $\mu\text{m}$ ]	Max. obsah max. zrn [%]
porcelánový	<b>PL</b>	18 - 25	60	3 - 6
pórovinové obkládačky	<b>L</b>	5 - 7	80	4
slinuté dlaždice	<b>L</b>	5 - 7	60	1,5
zdravotnická keramika	<b>LI</b>	40	100	6
kameninové dlaždice	<b>PL</b>	20	60 - 200	15
tenkostěnný cihlářský	<b>PL</b>	20	1500	10
šamotu	<b>L</b>	5 - 7	3000	15
	<b>PL</b>	18 - 20	3000	15
silnostěnný cihlářský	<b>PL</b>	18 - 25	5000	20

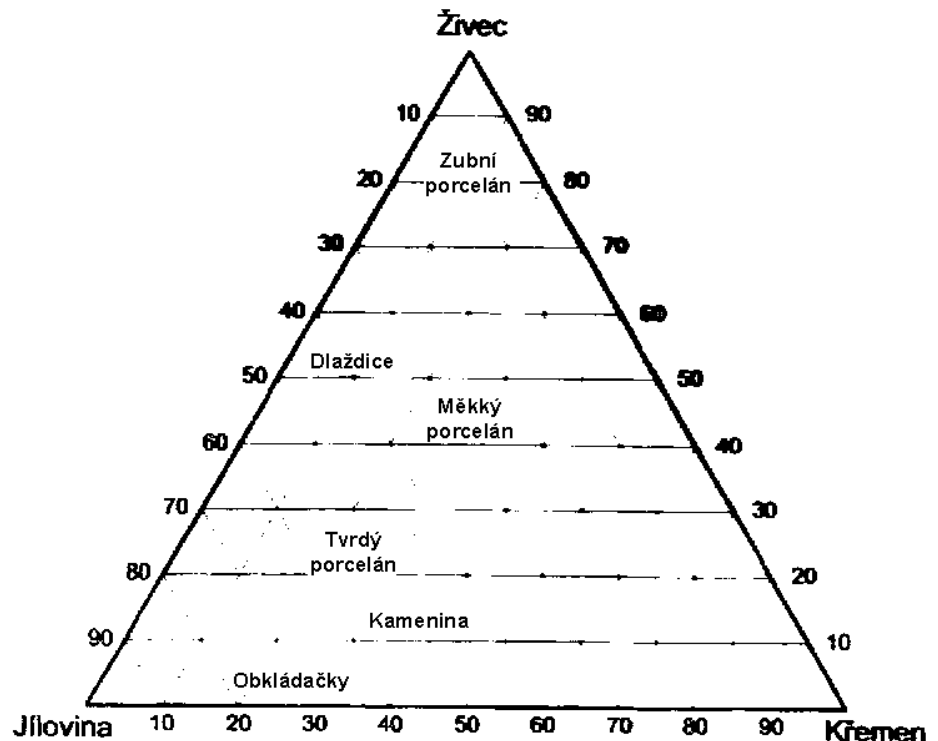
# 2.1 Skladba surovinové směsi

Komponenty surovinové směsi vybírány na základě:

- chemického složení,
- granulometrie,
- mineralogického složení,
- poměru mezi plastickou a neplastickou složkou.



1- hutné až slinuté výrobky, 2 - hrnčířina, 3 - pálená krytina, 4 - cihlářské zdící výrobky



## 2.1.1 Granulometrie

- zrnitost plastické složky výrobní směsi x zrnitost neplastické komponenty (ostřivo).
- Cíl: skladba frakcí pro dosažení největší hutnosti, minimální mezerovitosti - Winklerův diagram, křivky zrnitosti.

$$y = 100 \cdot \left( \frac{d}{D} \right)^n$$

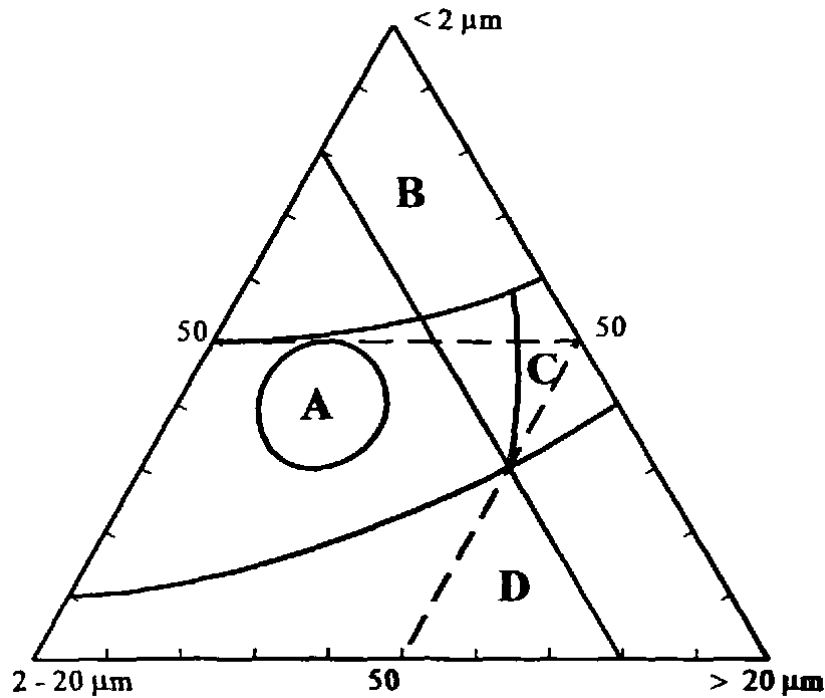
Výroba dinasu suchým lisováním s minimem pojiva

Surovina a její zrnitost	Podíl v surovinové směsi
Křemenec 4 – 6 mm	20 %
Křemenec 2 – 4 mm	30 %
Křemenec 0 – 2 mm	40 %
Mletý křemen/křemenec do 0,1 mm	10 %

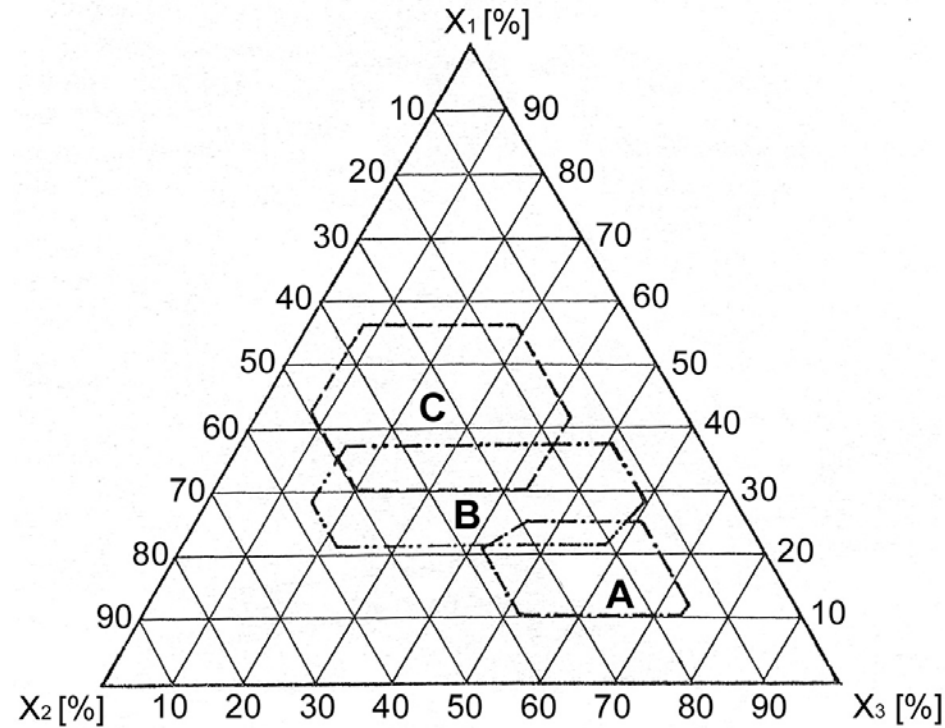
Výroba šamotu suchým lisováním vs. z plastického těsta

Vytváření	Plastické	Lisování
Lupek 0 – 3 mm	50 %	0
Lupek 0 – 1 mm	0	30 %
Lupek 1 – 3 mm	0	30 %
Jíl mletý	50 %	10 %
Mletý lupek 0 - 0,1 mm	0	30 %

# 2.1.1 Granulometrie



- A** – nejhutnější skladba zrn, dobrá zpracovatelnost suroviny, dobrá kvalita střepeu,
- B** – vysoké smrštění sušením (nad 8 %), velká citlivost k sušení, vysoký obsah jíloviny, potřeba většího množství rozdělovací vody,
- C** – malá pevnost výrobku, chybí střední frakce zrn,
- D** – malá soudržnost těsta, nedostatek jíloviny k vazbě zrn



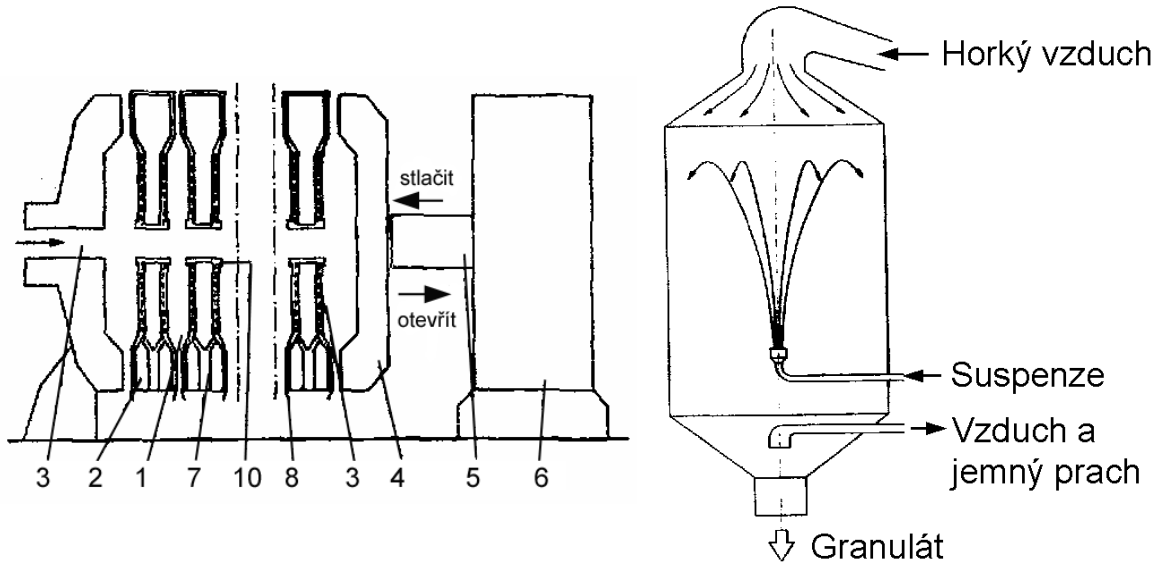
- A** – cihly plné a děrované,
- B** – duté cihly a děrované tvarovky větších rozměrů,
- C, D** – tenkostěnné cihlářské výrobky, krytina a obkladové výrobky

Winklerův diagram pro mikrogranulometrii cihlářských zemin

# 2.2 Předúprava (plastických) surovin

- **Haldování** (cihlářské zeminy)

- **Plavení** (kaolín) → odvodnění suspenzí (kalolisy, rozprach. suš.)



## 2.3 Fyzikálně mechanická úprava surovin

- **stroje podávací** (podavače) - plynulé dávkování (objemové nebo hmotnostní) surovin,
- **stroje zdrobňovací** (drtiče a mlýny) - zmenšují velikost zrn suroviny,
- **stroje mísicí** (mísidla) - promísení jednotlivých zrn použitých surovin,
- **granulátory** - granule z prachových podílů sbalkováním (např. talířový granulátor) nebo se granule lisují.



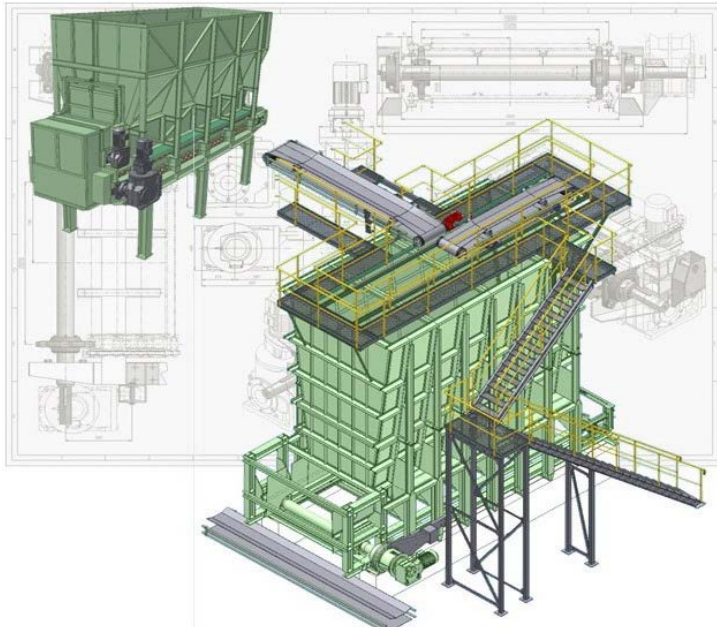
## 2.3.1. Dávkování surovin

- Hrubá keramika - skříňové a bubnové podavače (pro lepivé suroviny - zeminy) nebo šnekové podavače (např. pro ostřiva),
- Jemná keramika – většinou přesnější hmotnostní dávkování (váhy, tenzometrická pásy).





# Bubnový a skříňový podavač



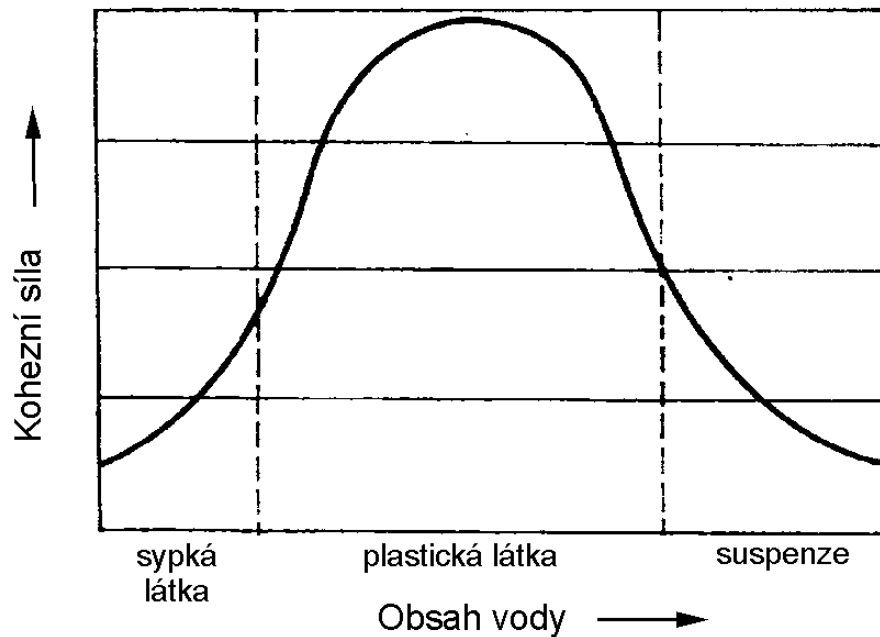


Skříňový podavač



## 2.3.2 Mísení

- **nejobtížněji v plastickém těstě!**

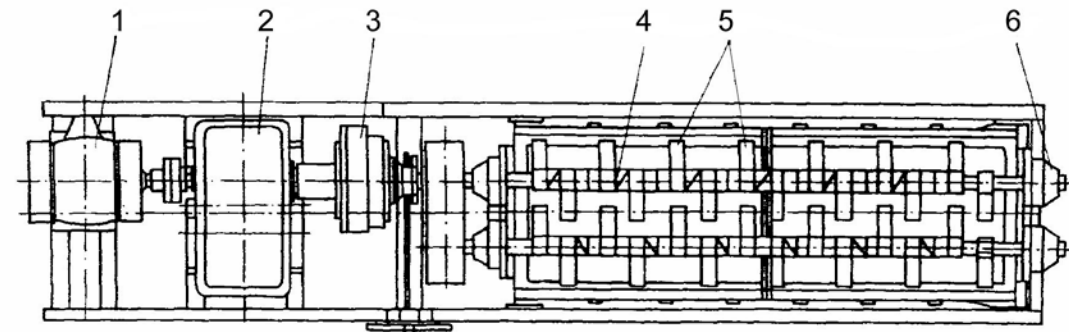
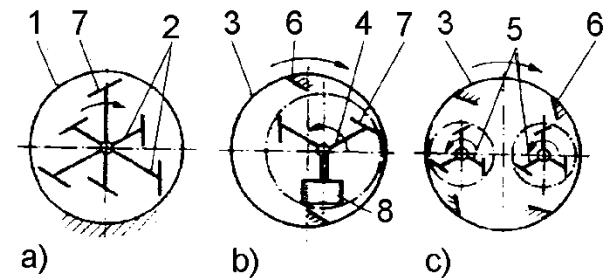
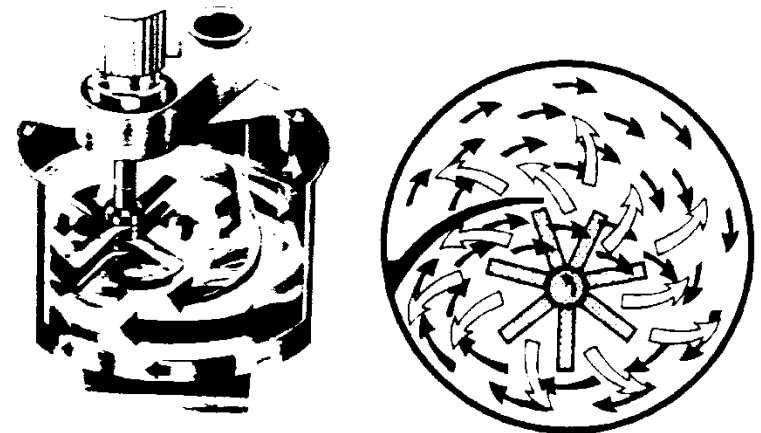
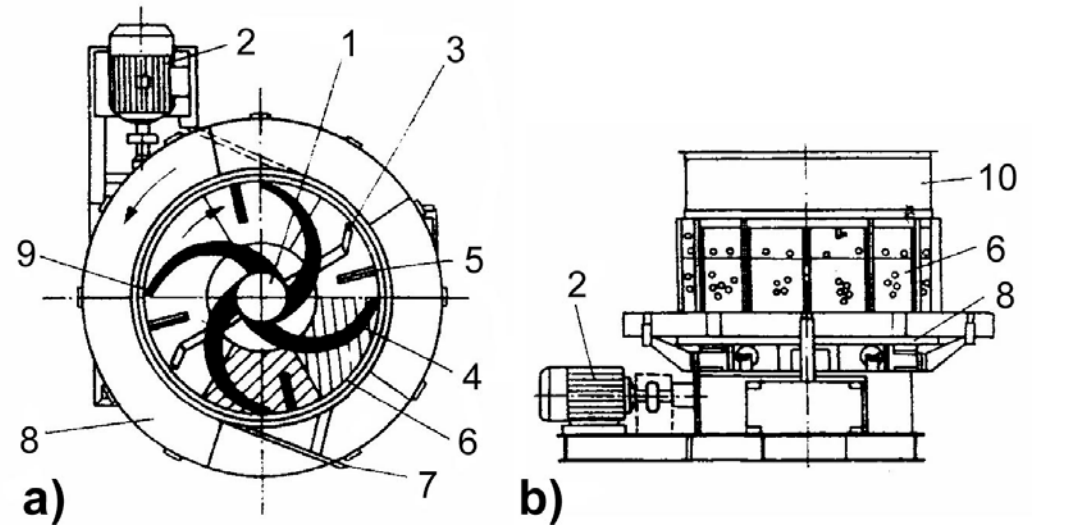


### Pravidla pro mísení:

- mísení složek rozdílné zrnitosti způsobuje nehomogenitu  $\Rightarrow$  přiblížit velikosti největších zrn složek.
- velké množství suché pracovní hmoty + malá dávka kapaliny (suspenze) = hrudky  $\Rightarrow$  rozstříkat kapalinu a směs míchat delší dobu.
- Mísení plastických těst rozdílné tuhosti roztíráním (protlačovací mísidlo).
- Mísení v rámci zdrobňování  $\Rightarrow$  zdrobňovat surovinovou směs

## 2.3.1 Mísení

- Kolový a bubnový mlýn, protlačovací mísidlo, talířová mísidla, dvouhřídelové mísidlo





Protlačovací mýsidlo

## 2.3.3. Granulace



## 2.3.4 Zdrobňování

- **Zdrobňování = drcení a mletí (zrna do 1,25 mm),**
- **3 – 5 % světové spotřeby energie**
  
- **Účinek mletí a drcení je úměrný prováděné práci v celém časovém úseku.**
- **Účinek mletí klesá s dobou mletí, neboť práce na mletí roste vlivem růstu pevnosti částic nebo část práce se spotřebuje na deaglomeraci aglomerovaných částic.**

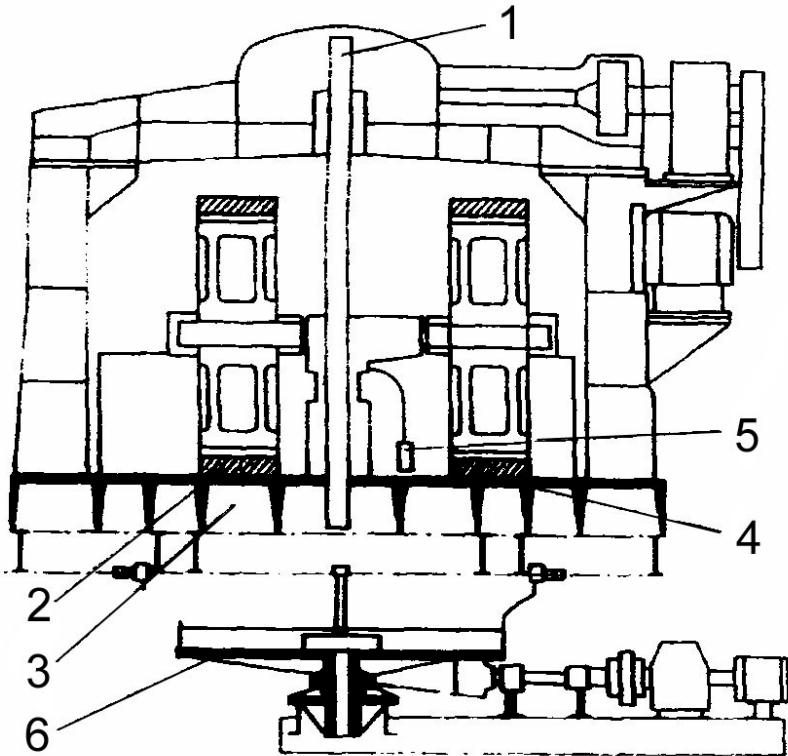
**aglomerace částic** - vyvolána povrchovým napětím (velký měrný povrch zrn)

Povrchové napětí látek - nejvyšší ve vakuu a výrazně se snižuje v kapalině.

⇒ **intenzifikátory mletí** (voda i vlhkost, naftalenová mýdla pro mletí křemene, amonné soli...)

## 2.3.4.1 Kolový mlýn (pozor drtič!!!)

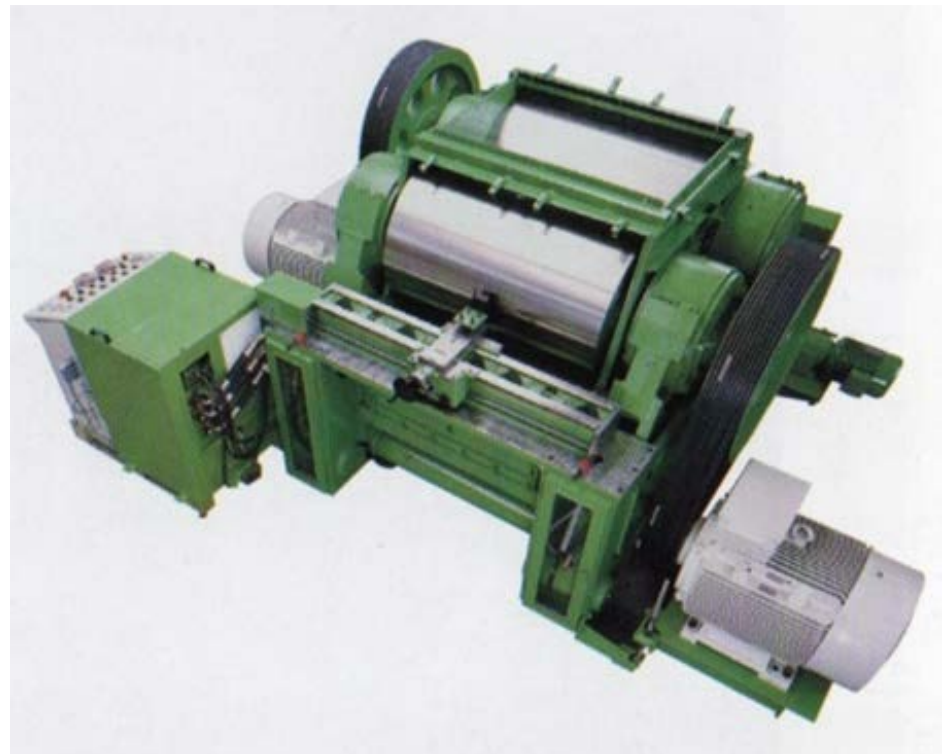
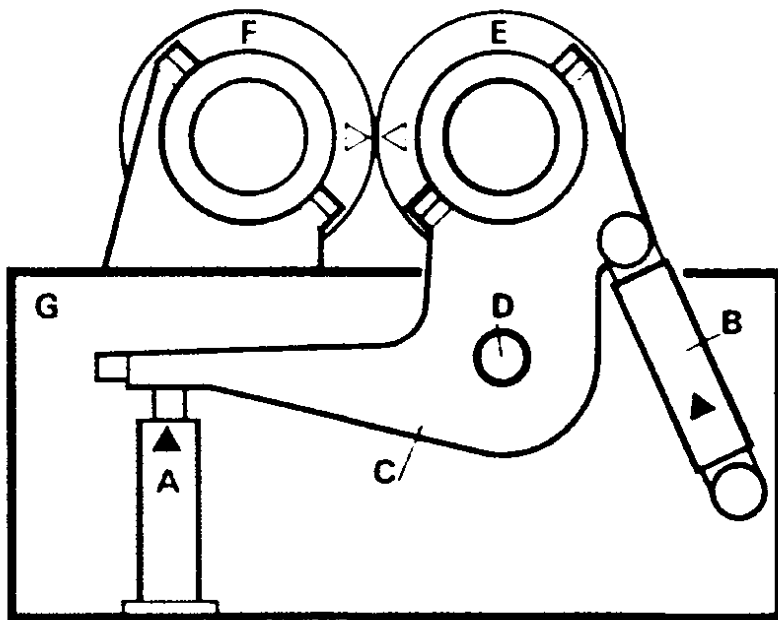
- otáčení běhounů po mlecí dráze (drcení, mísení a roztírání). Pro plastické suroviny (mokré mletí), pro suché výrobní směsi, pro mísení suchých a zavlhlých směsí. Průměr běhounů (ocelové, kamenné, porcelánové) 1600 – 1800 mm, šířka běhounů 500 – 600 mm, příkon 30 – 55 kW, výkon 24 – 65 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.





## 2.3.4.2 Vákový mlýn (válce)

- průměr 600 – 1200 mm, maximální velikost vstupního zrna je 1/20 průměru válců a výkon až  $45 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , šterbina 0,5 – 1 mm.
- Diferenciální válce odlišné otáčky (roztírání).
- Opotřebení  $\Rightarrow$  obrušování.



### 2.3.4.3 Kulový (bubnový) mlýn

– kontinuální x diskontinuální, mokré x suché.

- Vyzdívka a mlecí tělesa – materiál podle druhu meliva

Optimální plnění: mlecí tělesa 50 - 55 % objemu, celkově do 80 %.

Poměr hmotností - mlecí tělesa : voda : melivo = 1 : 0,6 : 1.

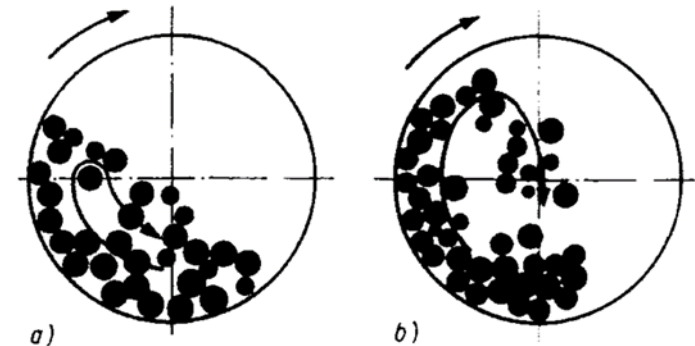
Jedna náplň - více velikostí koulí, pro jemnější mletí menší mlecí tělesa.

Princip mletí: mlecí tělesa přitlačována odstředivou silou k vnitřní straně mlýna (vyzdívce) při jeho otáčení, tělesa jsou vynesena do určité výšky (podle otáček) a následně padají na melivo.

Pro otáčky mlýna  $n$  platí:

$$n = 42,3 \cdot D^{-1/2} \cdot \cos \alpha$$

$$n_{krit} = \frac{42,3}{\sqrt{D}}$$



$\alpha$ ...úhel odpadu koule od stěny mlýna [°],

$D$ ...průměr mlýna [m],

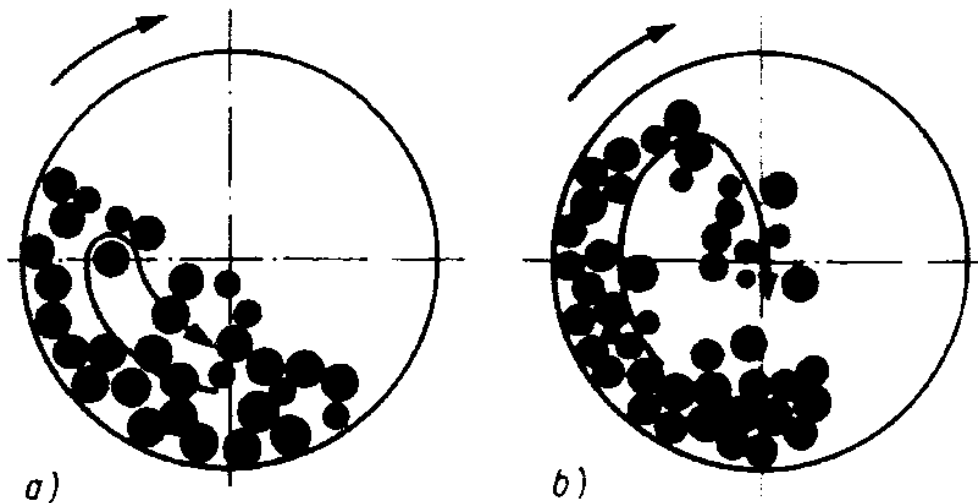
$n_{krit}$ ...kritické otáčky, kdy ustane mletí (koule fixovány odstředivou silou na stěnu mlýna:  $\alpha = 0^\circ$ ) [ $\text{min}^{-1}$ ],

Optimální otáčky - pro mokré mletí  $22 \cdot D^{-1/2}$  až  $36 \cdot D^{-1/2}$  [ $\text{min}^{-1}$ ].

Rychlost otáček bubnu  $\Rightarrow$  dva režimy:

**a) kaskádní** - nízké otáčky nebo malé plnění mlýna mlecími tělesy (do 30 %), **mletí třením** meliva mezi mlecími tělesy a vyzdívkou mlýna  $\Rightarrow$  jemné mletí za mokra s malými mlecími tělesy,

**b) kataraktní** - vyšší otáčky nebo vyšší plnění mlýna mlecími tělesy (nad 50 %), **mletí nárazem**, zintenzivnění hmotností mlecích těles  $\Rightarrow$  hrubé mletí.

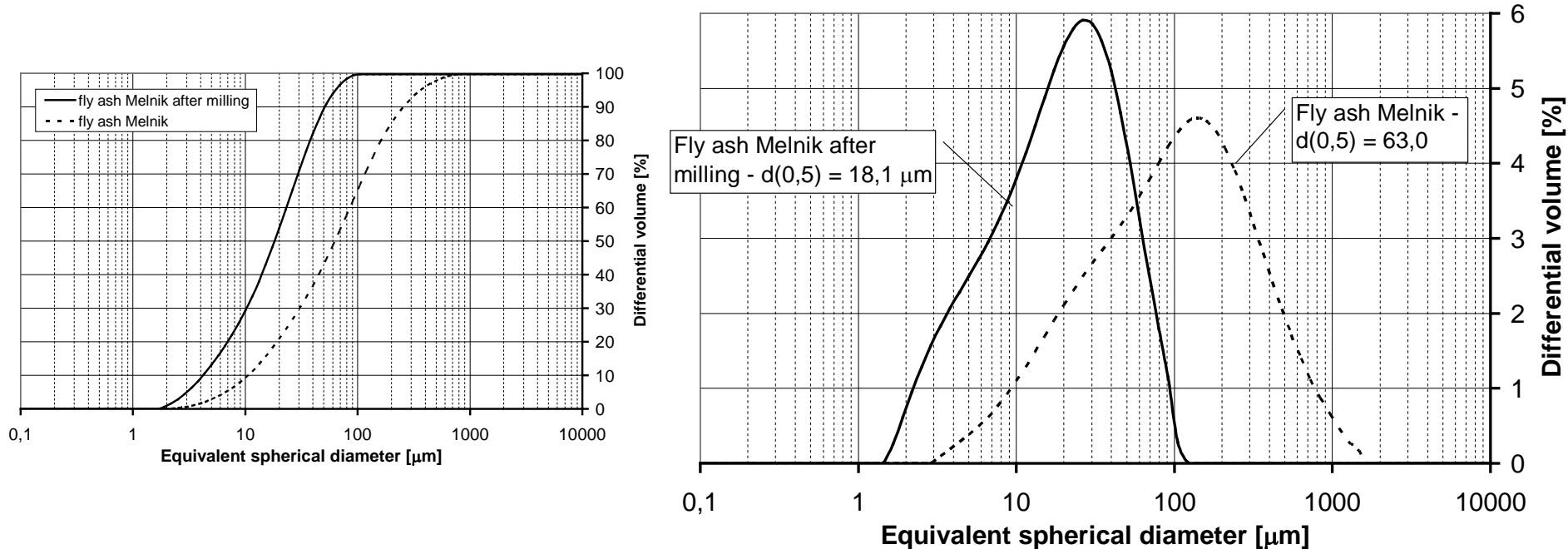


Suché mletí - vyšší podíl mlecích těles (mlecí tělesa : melivo = až 4 : 1) – otáčky:

- kataraktní režim cca  $n = 30 \cdot D^{1/2}$  - úlomkovitá nepravidelná zrna,
- kaskádní režim  $n = 21 \cdot D^{1/2}$  až  $23 \cdot D^{1/2}$  - zrna kulová zrna.

## 2.3.4.4 Kontrola velikosti částic

- Zbytek na síť – běžně 0,063 mm ( $R_{0,063}$ )
- Laserový analyzátor velikosti částic
- Měrný povrch (adsorpce BET, Blain,...)



# Kontinuální bubnový mlýn

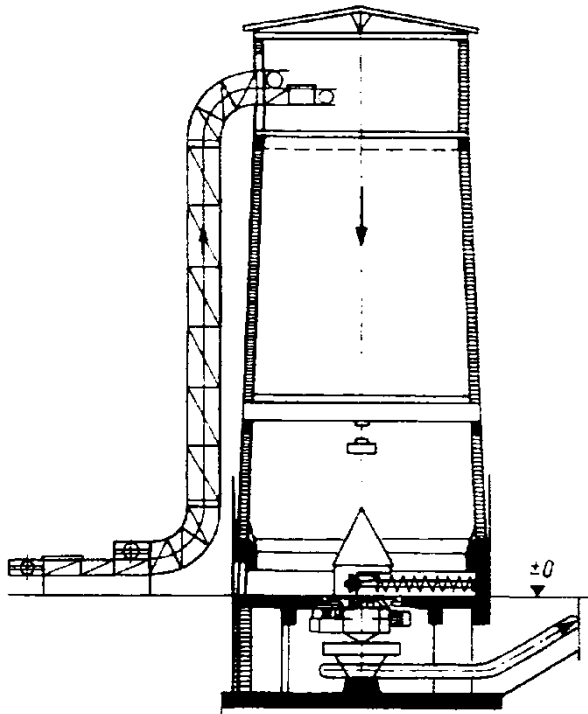


# Diskontinuální bubnový mlýn



## 2.4 Fyzikálně chemická úprava surovin

- i pro nejjemnější zrna jílových minerálů
- odležení, proteplování (propařování), přidavek chemických přísad (flokulanty x deflokulanty)



## 2.5 Úpravárenské linky v keramice

Příprava výrobních směsí = sestava strojního zařízení.

Výkonnost výrobní linky:

- přibližně stejný výkon strojů a mezioperačních zásobníků (např. podavače).
- nevhodné využívat technický výkon stroje jen zčásti a současně nesmí být žádný stroj je přetěžován a brzdit výkon celé linky.

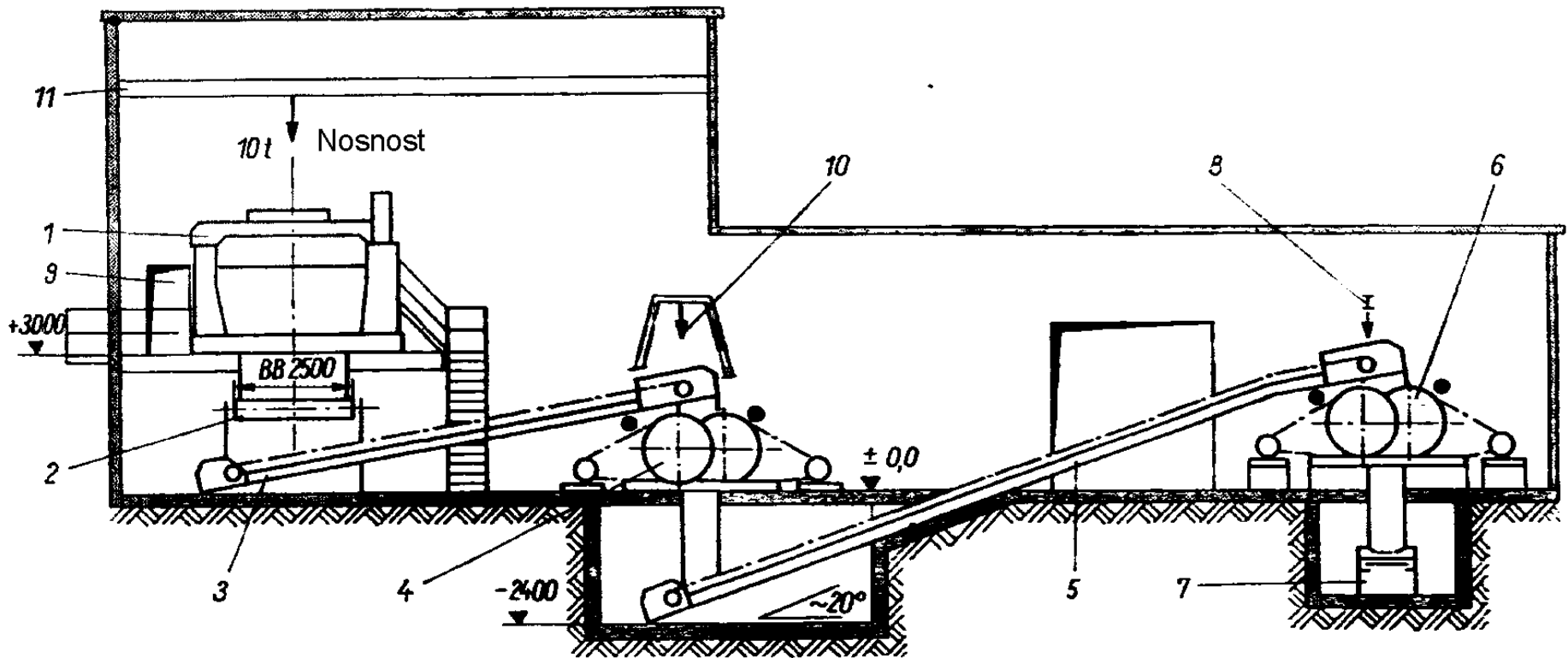
Prostorové uspořádání výrobní linky:

- **vertikální** - materiál dopravován gravitačně, minimalizuje se dopravní zařízení **x** kontrola toku materiálu omezená, omezené možnosti na inovaci jednotlivých strojů,
- **horizontální** - dobrý přehled a kontrola toku materiálu, dobré podmínky pro údržbu a modernizaci zařízení **x** vyžaduje mnoho dopravních zařízení a prodlužuje se doba pobytu materiálu ve výrobní lince,

Většinou kombinace obou možností.

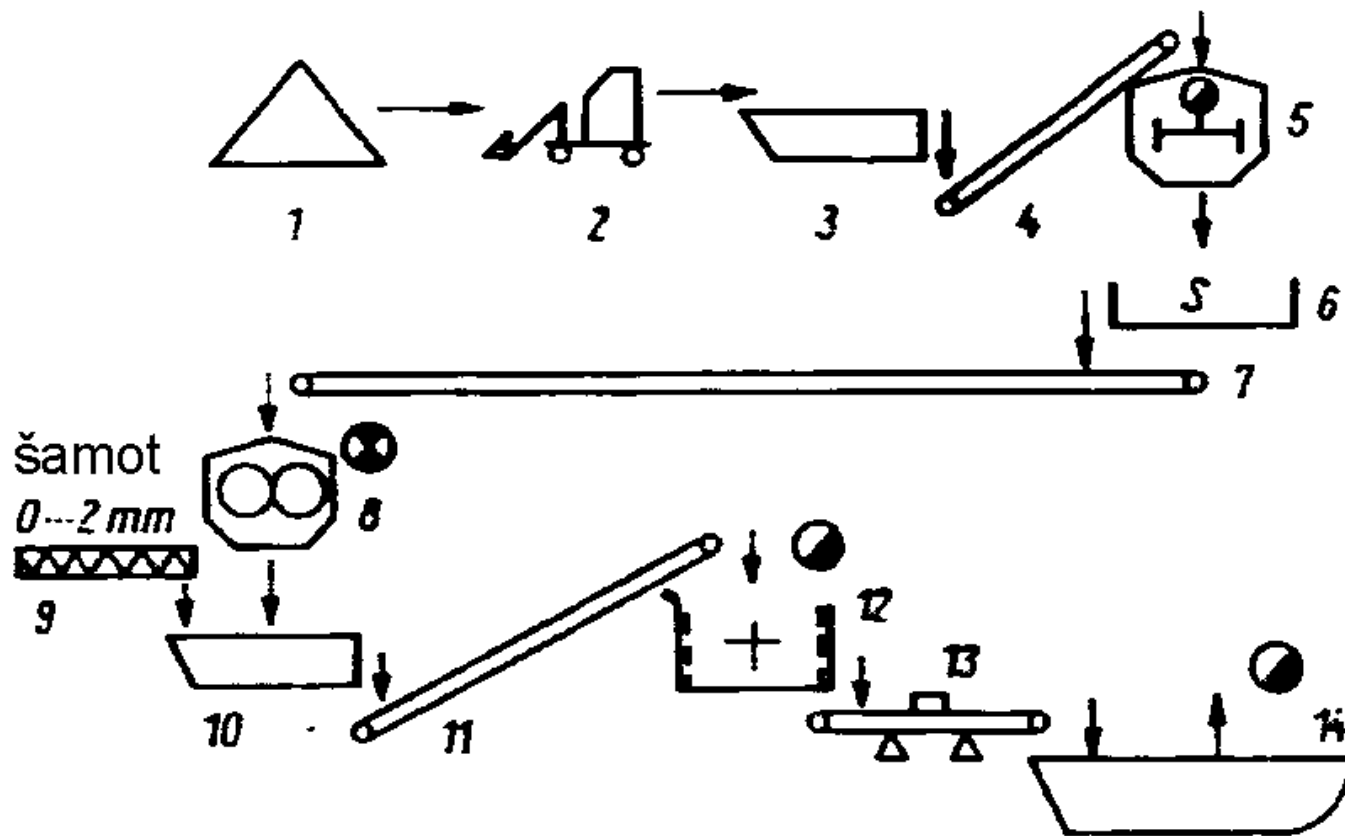
Dopravní zřízení podle konzistence dopravovaného materiálu - elevátory, dopravní pásy, šnekové dopravníky, membránová čerpadla.

# Cihlářská výrobní linka - příklad





# Výroba šamotových cihel z plastického těsta



# Výroba dinasu – suché lisování

