



Operatorių mokymas

Projektas: Utena

1.1 Džiovinimo proceso apžvalga

Christian Mauderer

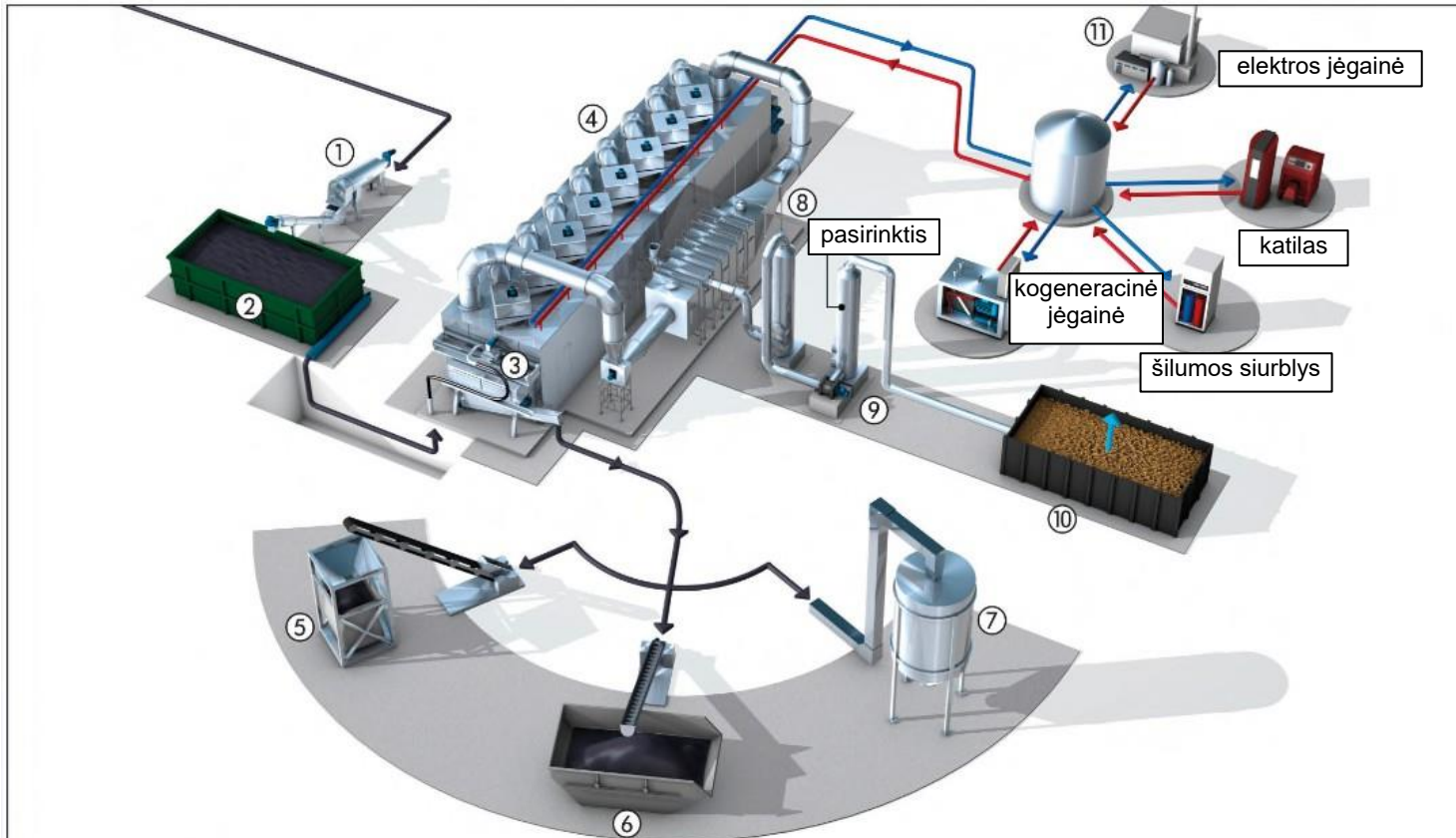
Chemijos inžinerijos mokslų magistras
Džiovinimo sistemų technologijos centro
procesų vadovas

Tel.: +49-8462-201-245
El. paštas: mac@huber.de

- Juostinio džiovintuvo bendroji proceso schema
- Kodėl džiovinimas?
- BT juostinio džiovintuvo proceso aprašymas
- Džiovinimo technologijos pagrindai

Juostinio džiovintuvo bendroji procesu schema

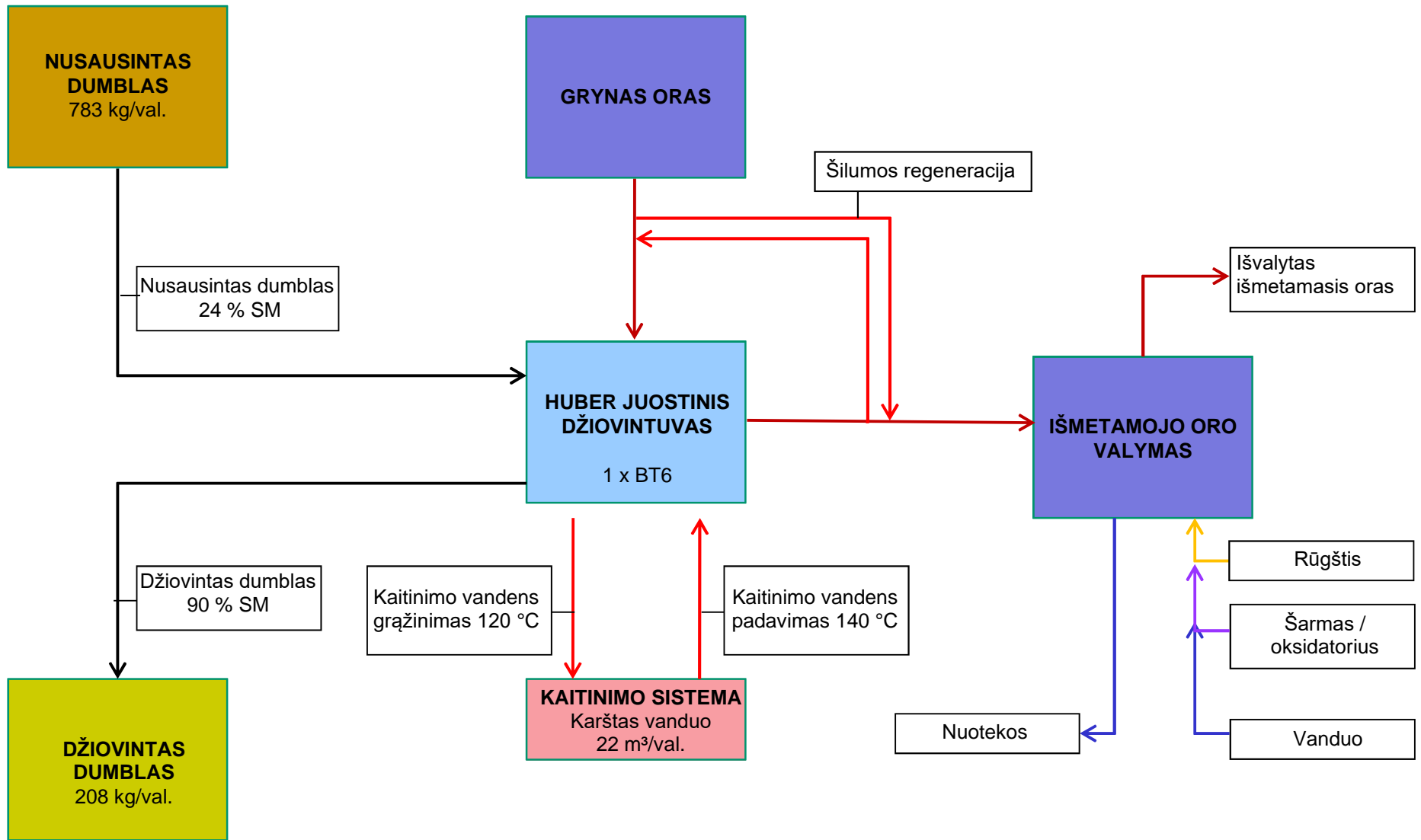
Pavyzdys



- ① Sraigtinis presas dumbliui nusausinti
- ② Dumblo bunkeris su tiršto dumblo siurbliais
- ③ Granuliatorius
- ④ Dumblo bunkeris su tiršto dumblo siurbliais
- ⑤⑥⑦ Granulių iškrovimas į didmaišius, atviras talpyklas ar silosą

- ⑧ Kondensacijos įrenginys
- ⑨ Išmetamojo oro valymo įrenginys
- ⑩ Išmetamojo oro biofiltras
- ⑪ Nuotekų šilumos panaudojimas (elektros jėgainė, katilas, šilumos siurblys, kogeneracinė jėgainė)

Igyvendinta Utenoje

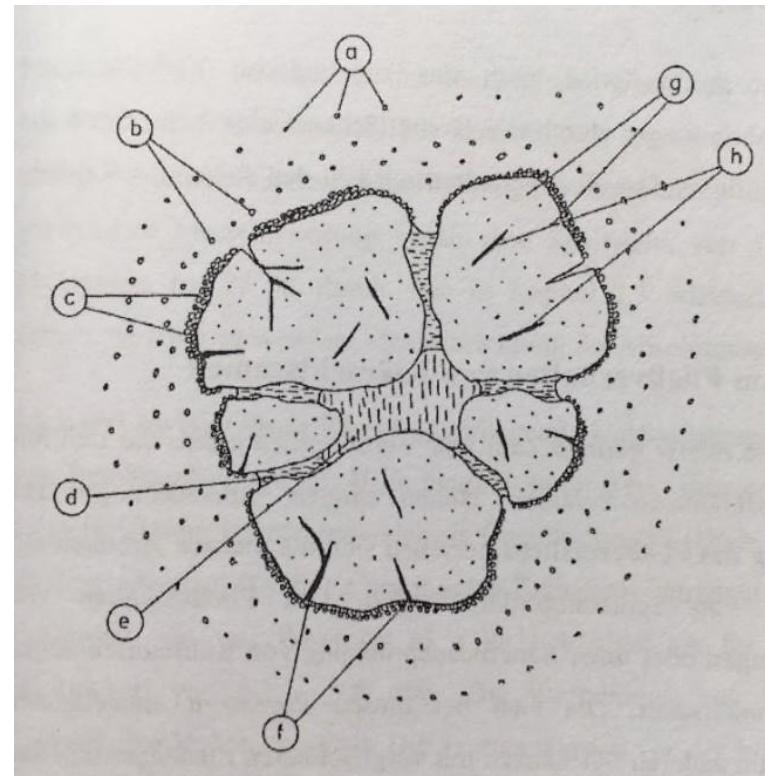


Kodėl džiovinimas?

Mechaniniai sausinimo įrenginiai (pvz., centrifugos, sraigtiniai presai) iš nuotekų dumblo gali pašalinti tik „laisvą vandenį“.

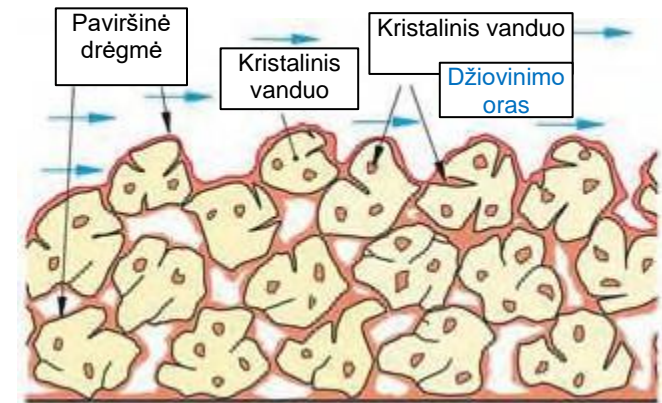
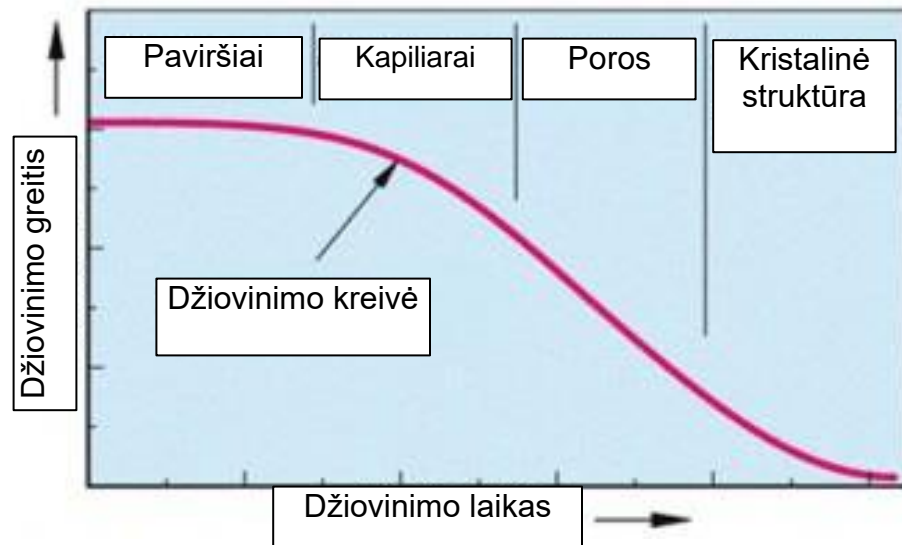
Nuotekų dumblo kuokšto sudėtis

- a. Laisvasis vanduo
- b. Priekibos vanduo
- c. Įgerties vanduo
- d. Kapiliarinis vanduo
- e. Porų vanduo
- f. Mikrokapiliarinis vanduo
- g. Ląstelių skystis
- h. Vidinis kapiliarinis vanduo



Džiovintuvai, naudodami šiluminę energiją, gali pašalinti paviršinį vandenį (priekibos ir įgerties vandenį), kapiliarinį, mikrokapiliarinį, porų ir kristalinį vandenį (vidinį kapiliarinį vandenį ir ląstelių skystį).

➤ Skirtingų tipų vandens šalinimo greitis:



Šilumos perdavimo variantai

- Sąlytis
- Konvekcija
- Spinduliavimas

Tipiškas sausųjų medžiagų (SM) kiekis nusausintame dumble

- ⇒ 18–35 %
- ⇒ Žemesnė vertė – atliekomis užterštas dumblas, aukštesnė vertė – biologiškai suskaidytas dumblas



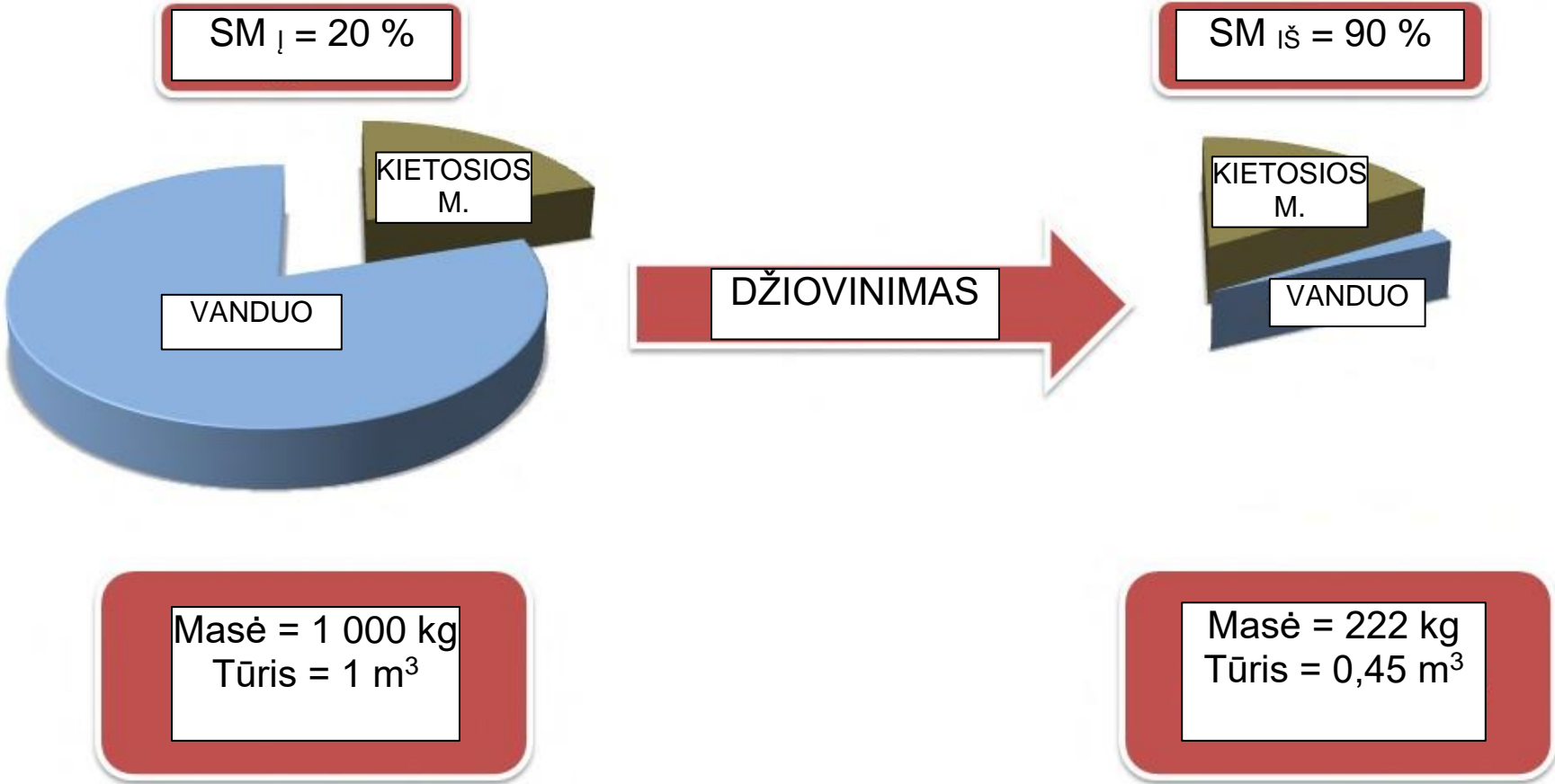
Tipiškas sausųjų medžiagų (SM) kiekis džiovintame dumble

- ⇒ 70 % tiesioginiam deginimui, nestabilus produktas, skleidžia kvapą
- ⇒ >90 % trąšoms arba kurui



Džiovintas dumblas iš HUBER juostinio džiovintuvo

Kodēl džiovinimas?



A scenarijus – tik sausinimas

(164 sunkvežimis)

(1 sunkvežimis = 27,6 t)



B scenarijus – dumblo džiovinimas

(51 sunkvežimis)



146 t per dieną nusausinto dumblo
(1 džiovin tuvas, apie 28 % SM)
gamybos pavyzdys:

Tik sausinimas: 164 sunkvežimiai per mėnesį
Džiovinimas (90 %): 51 sunkvežimiai per mėnesį

Dumblo džiovinimo priežastys ir nauda

⇒ Mažesnės šalinimo išlaidos

⇒ Mažesnės gabenimo išlaidos



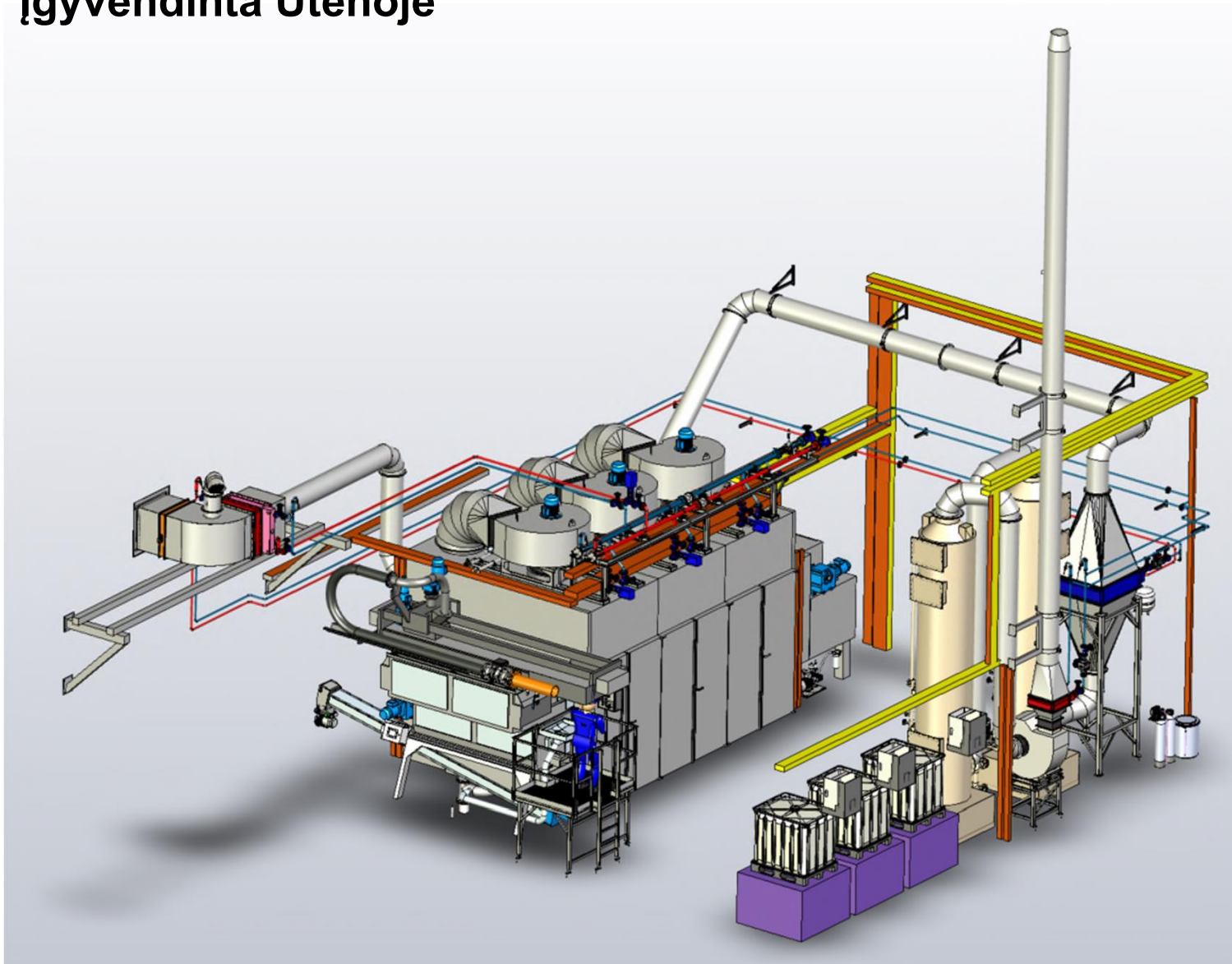
⇒ Stabilus produktas, sandėliavimo metu beveik neskleidžia kvapo

⇒ Džiovinamas dumblo granules lengva tvarkyti

⇒ Džiovinamą dumblą galima naudoti kaip kietąjį kurą arba trąšas

HUBER BT juostinio džiovinuvo proceso aprašymas

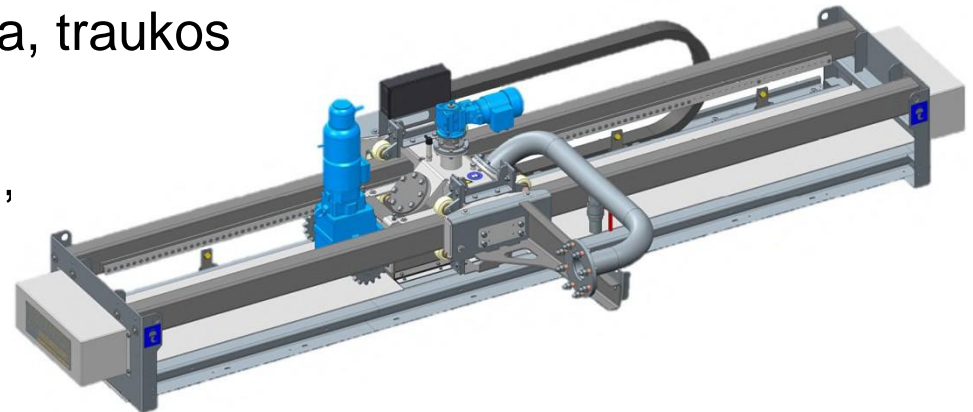
Igyvendinta Utenoje



HUBER juostinio džiovintuvo padavimo sistema

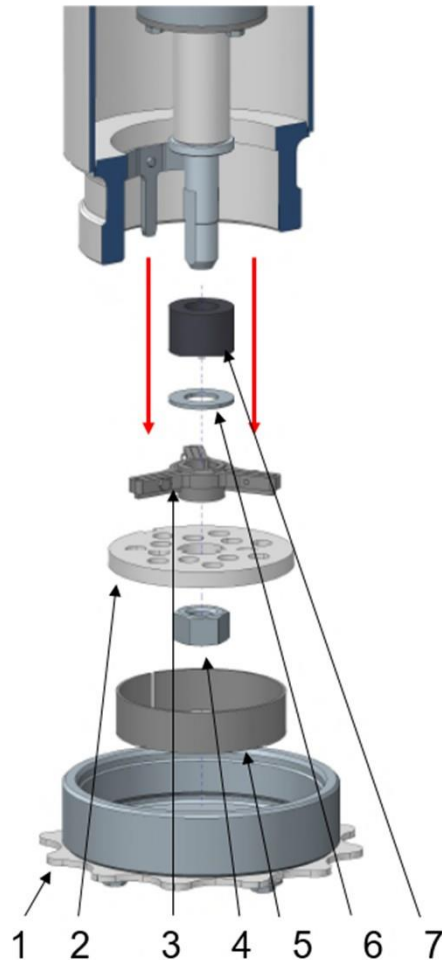
Granuliatorius

- ⇒ Labai svarbi džiovavimo proceso užbaigimo sistema
 - ⇒ Jeigu neveikia padavimo sistema => neveikia ir džiovintuvas!
- ⇒ Vienodas dumblo sluoksnis džiovintuve, nuolatinis oro srautas pro dumblo sluoksnį => vienodas viso dumblo sluoksnio džiūvimas.
- ⇒ Dvi pavaros: smulkinimo pavara, traukos pavara.
- ⇒ Uždanga – sandarinimo įtaisas, apsaugantis nuo aplinkos oro patekimo į džiovintuvą.



Vaizdo įrašas: dumblo padavimas (pavyzdys)





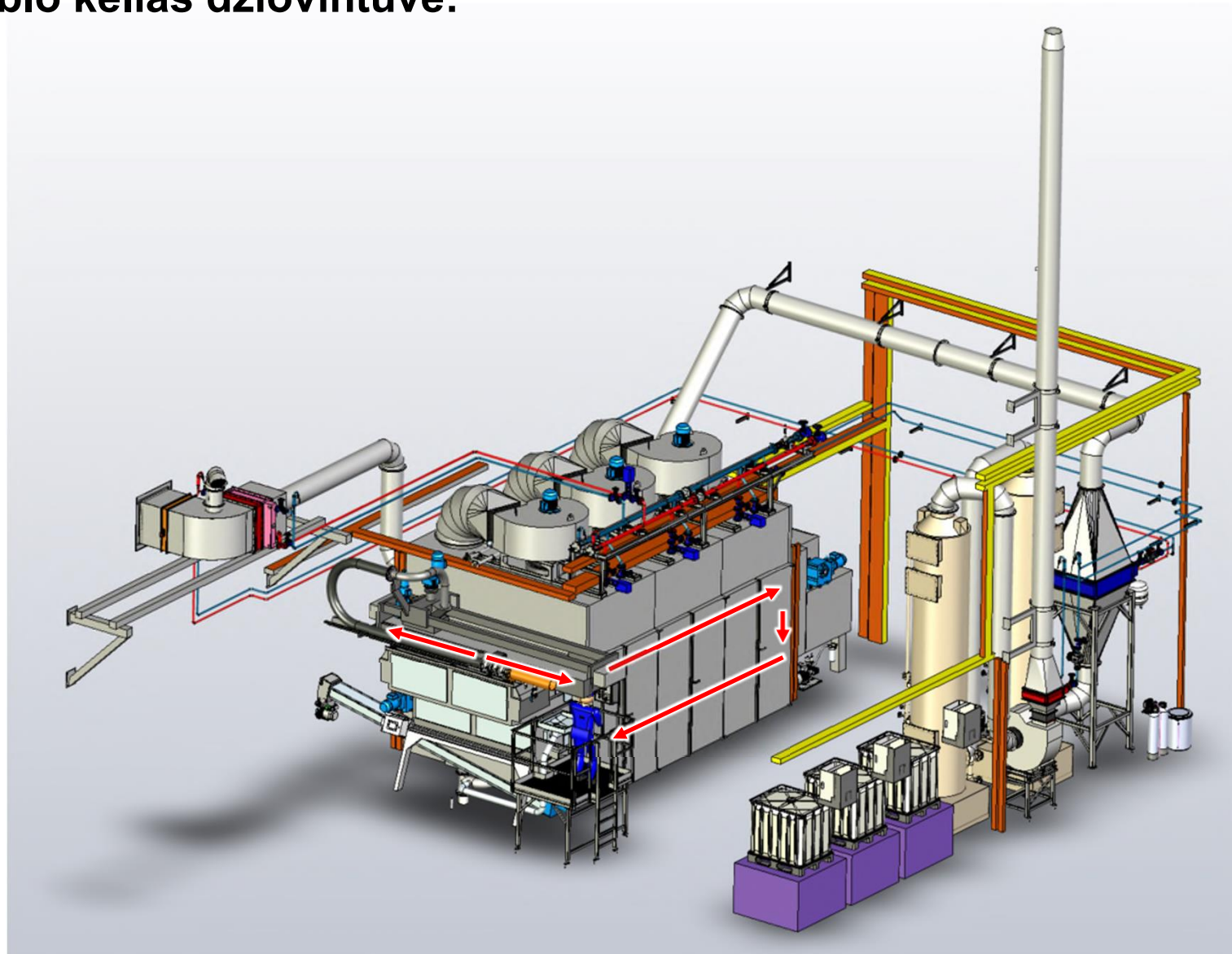
Granulatoriaus dalys

1. Fiksavimo žiedas
2. Perforuotas diskas
3. Pjaustymo peilis
4. Fiksavimo veržlė
5. Skėtiklio žiedas
6. Plokščioji poveržlė
7. Spyruoklė

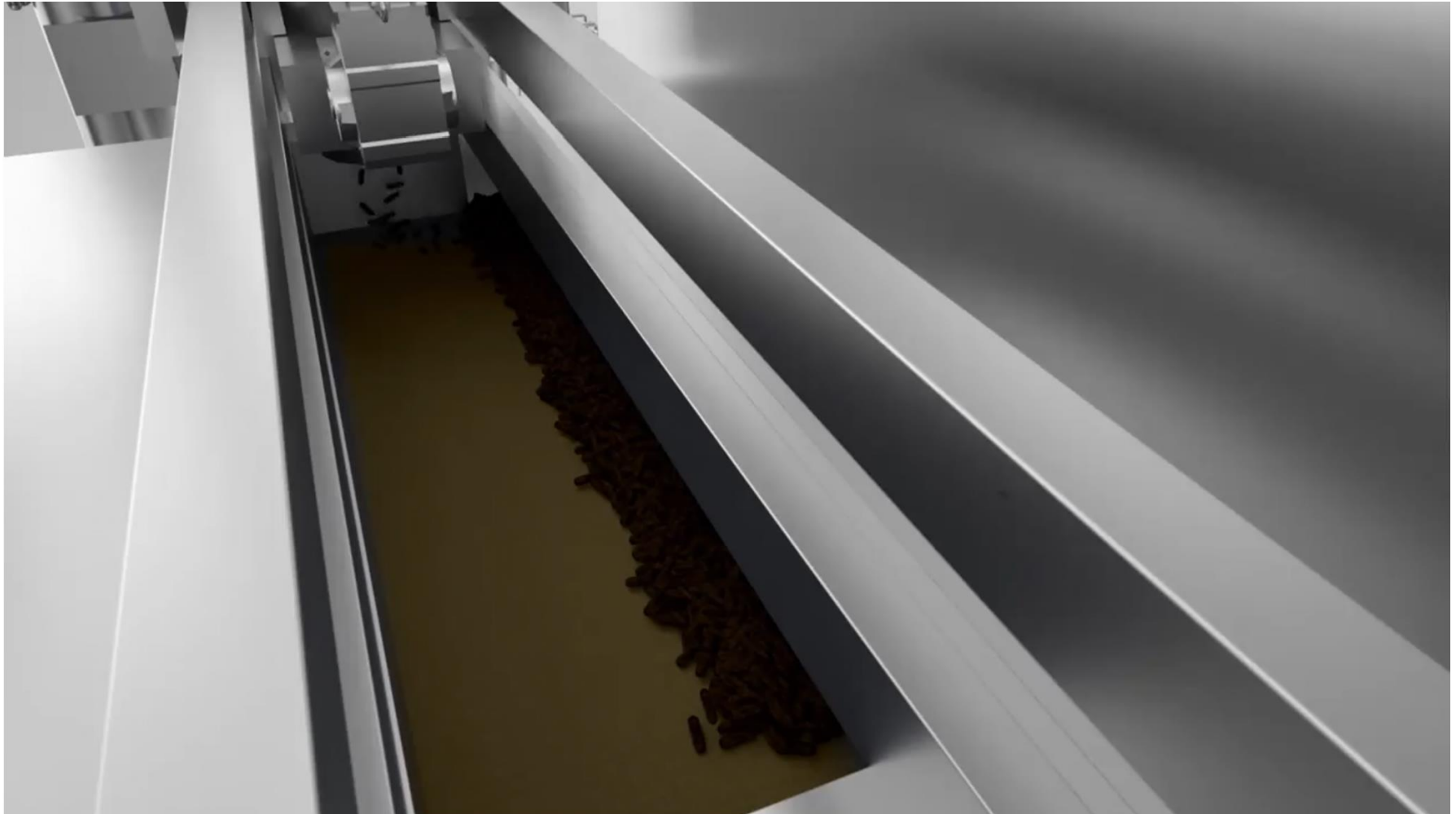
Granuliavimo proceso kontrolė naudojant kamerą:



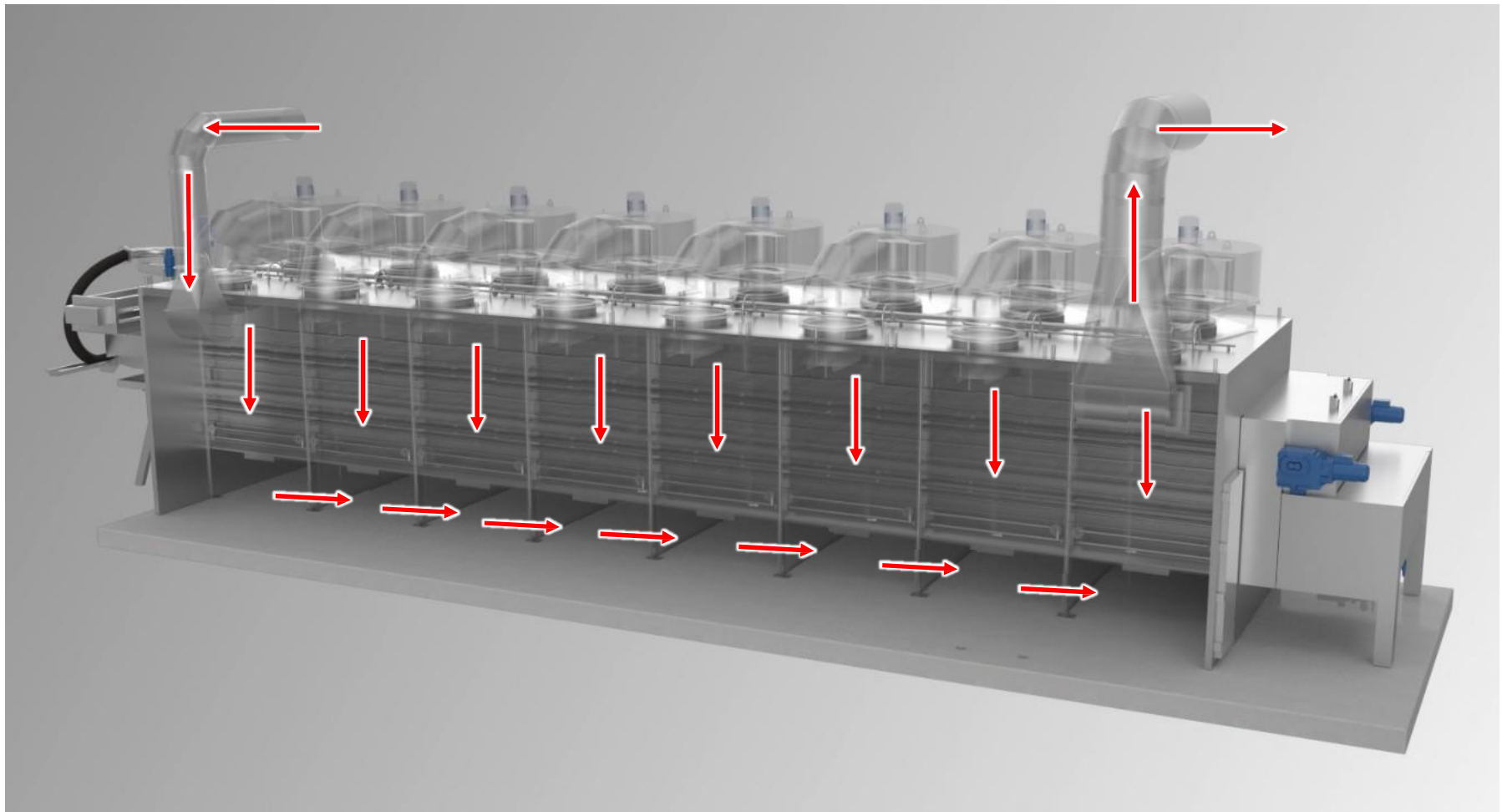
Dumblo kelias džiovintuve:



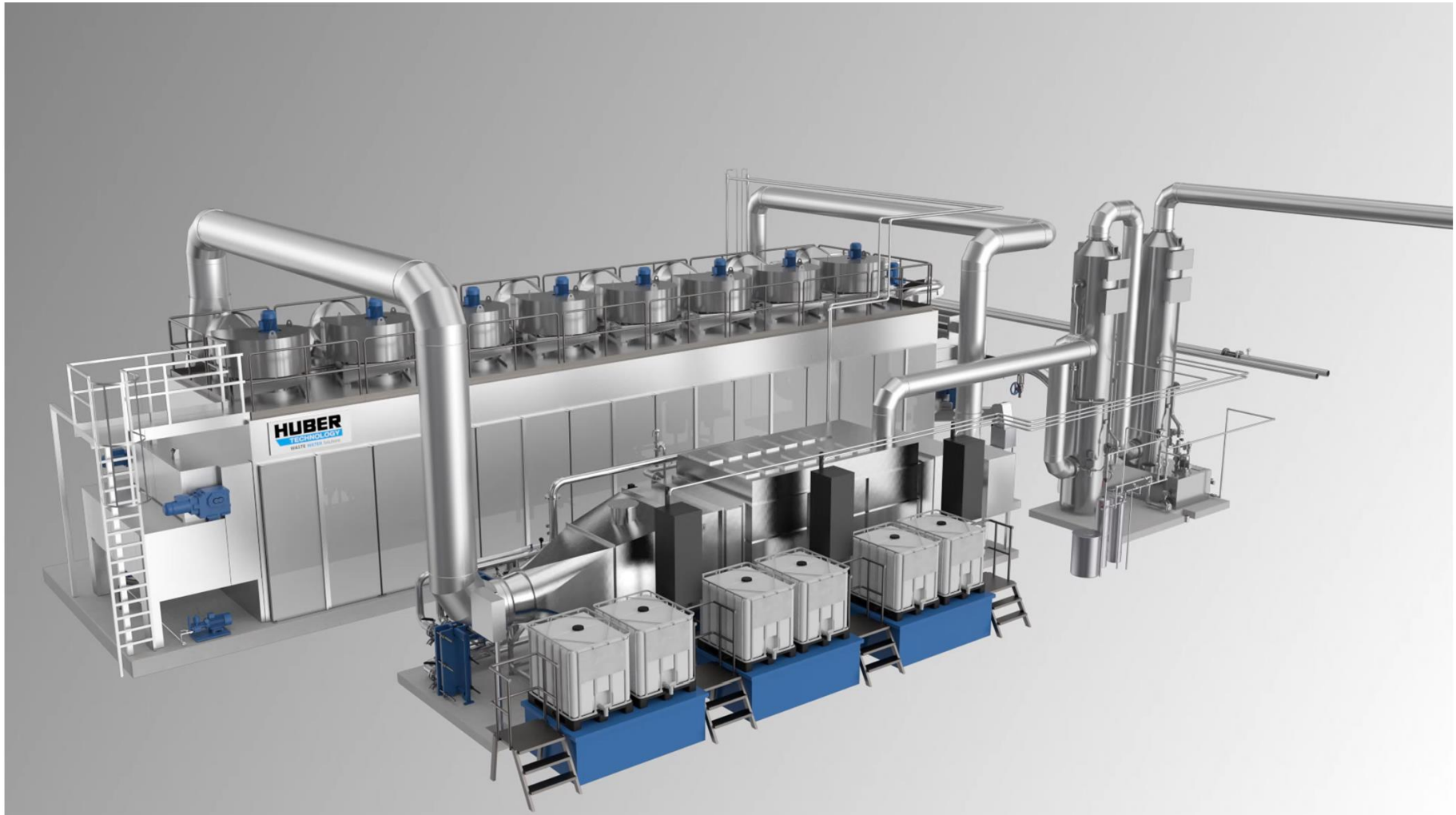
Vaizdo įrašas: dumblo kelias džiovintuve:



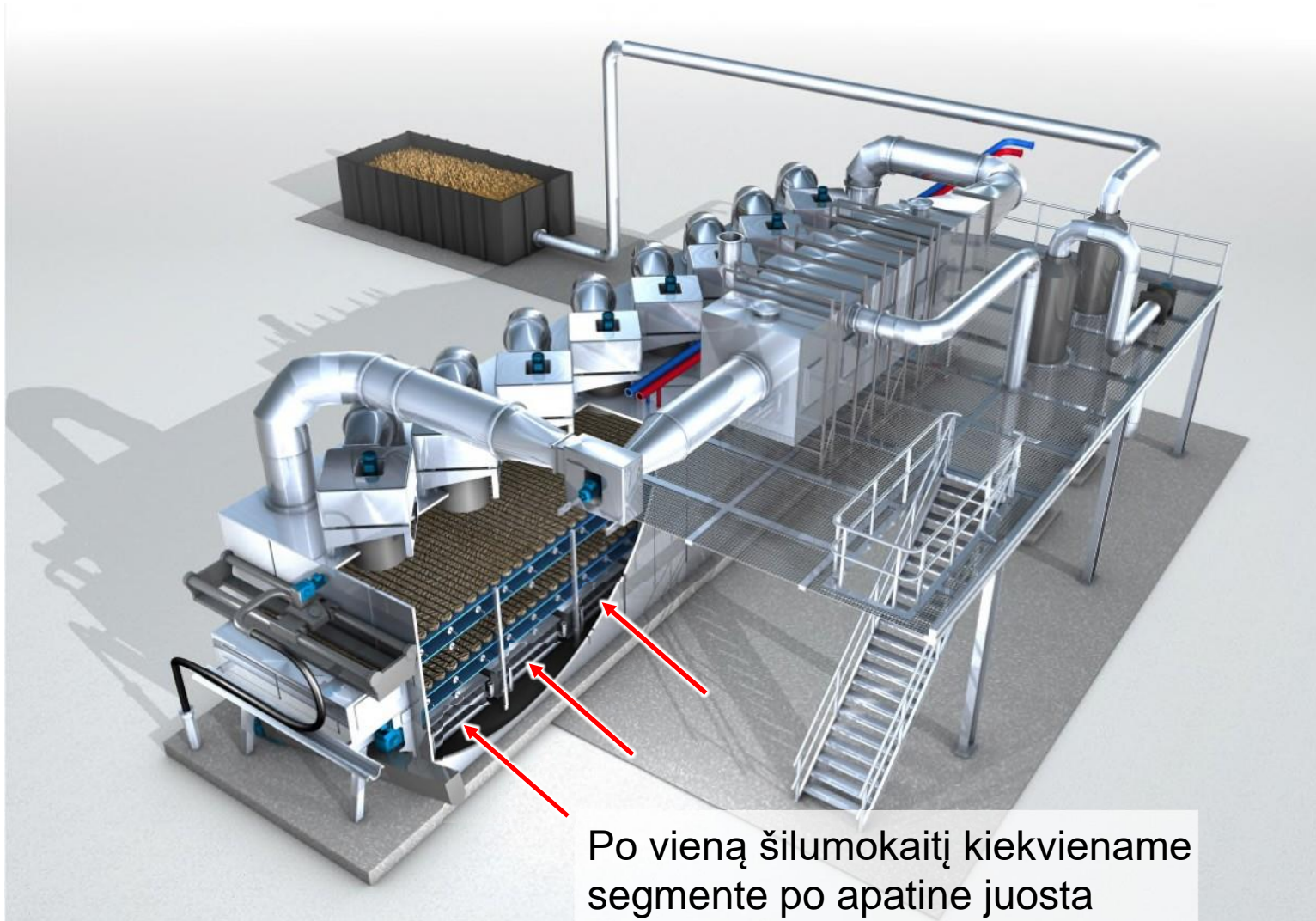
Oro srautas džiovintuve – netiesioginis sūkurinis srautas:



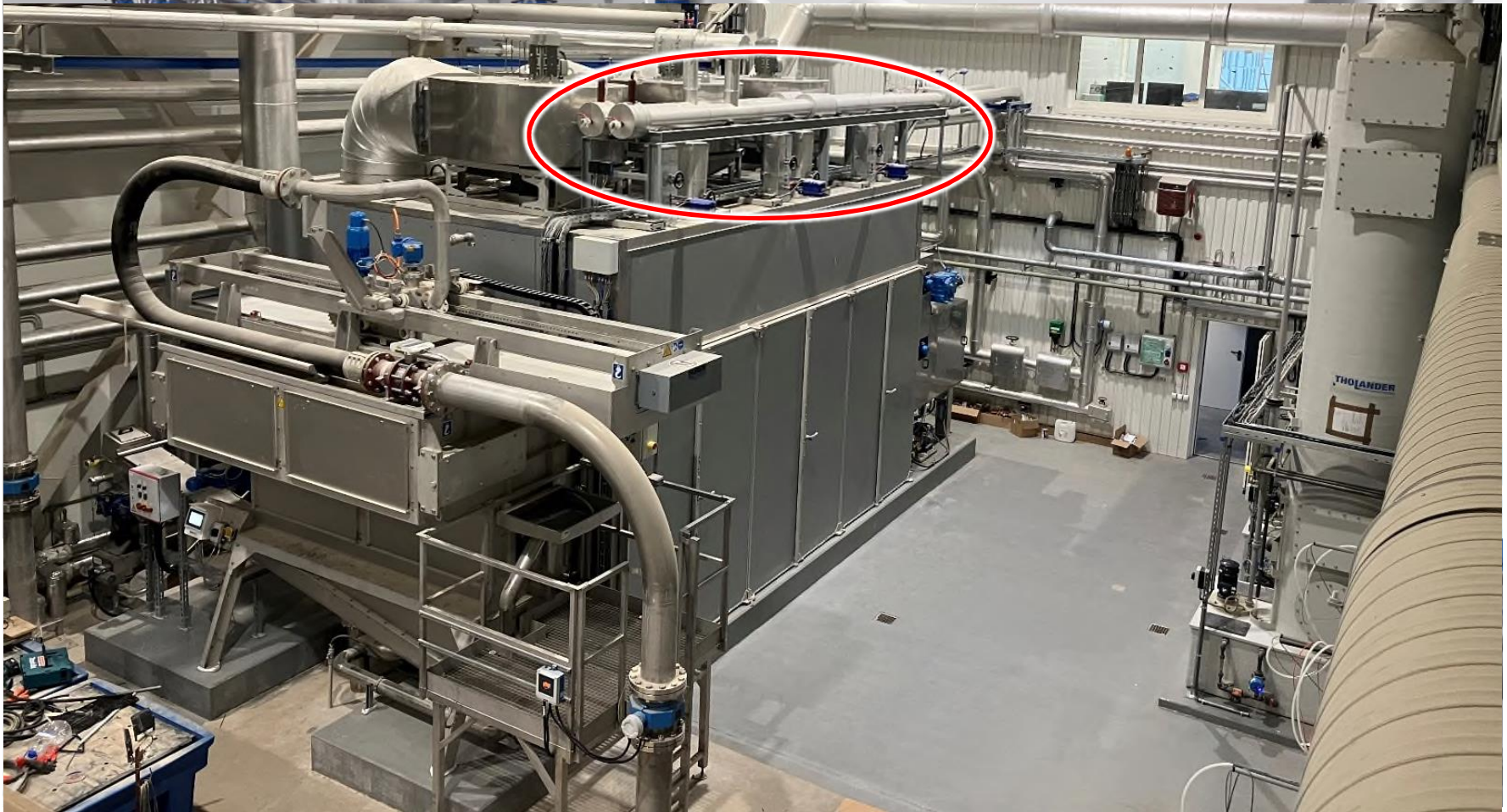
Vaizdo įrašas: oro srautas džiovintuve – netiesioginis sūkurinis srautas;



Oro kaitinimas džiovintuve (čia: BT30):



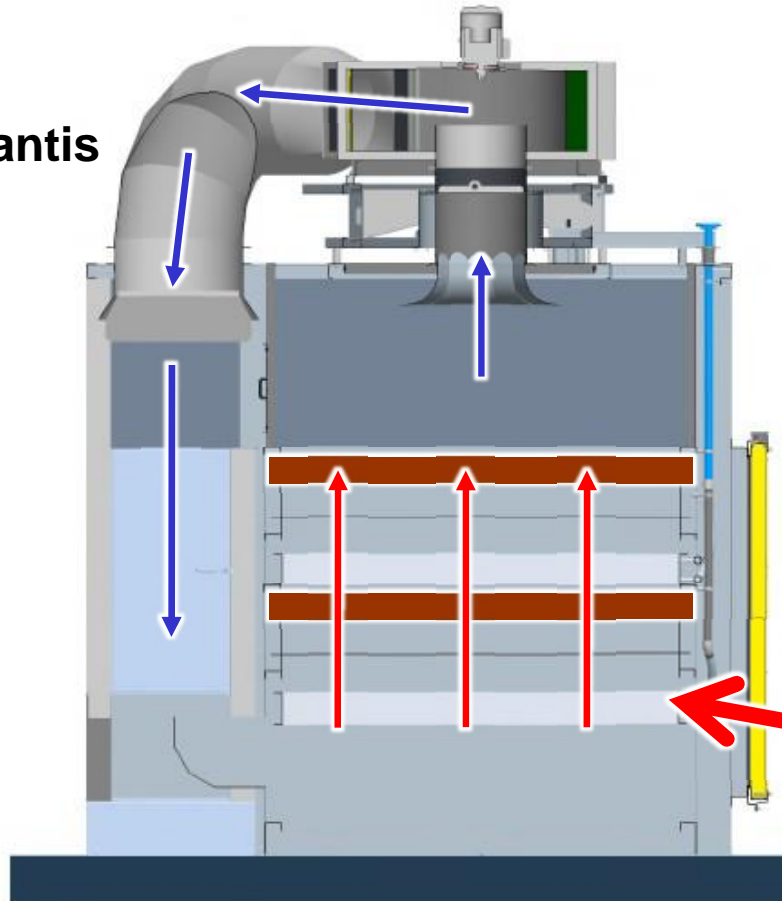
Šildymo kolektoriaus vamzdžiai prie džiovintuvo:



- „Huber BT“ yra konvekcinis džiovintuvas (džiovinimui naudojamas oro srautas; tarp dumblo ir įkaitusio paviršiaus nėra tiesioginio sąlyčio).
- Iš dumblo išgarintas vanduo patenka į oro srautą.
- Oro srautas cirkuliuoja kiekviename segmente. Dalis šio oro srauto pašalinama ir ją pakeičia išmetamojo oro ventiliatoriaus pučiamas oras (netiesioginis sūkurinis srautas).
- Išmetamas oras išvalomas atitinkamuose įrenginiuose.

Proceso oro ventiliatorius

Cirkuliuojantis oras



Įkaitinto oro srautas



Atvėsusio oro srautas



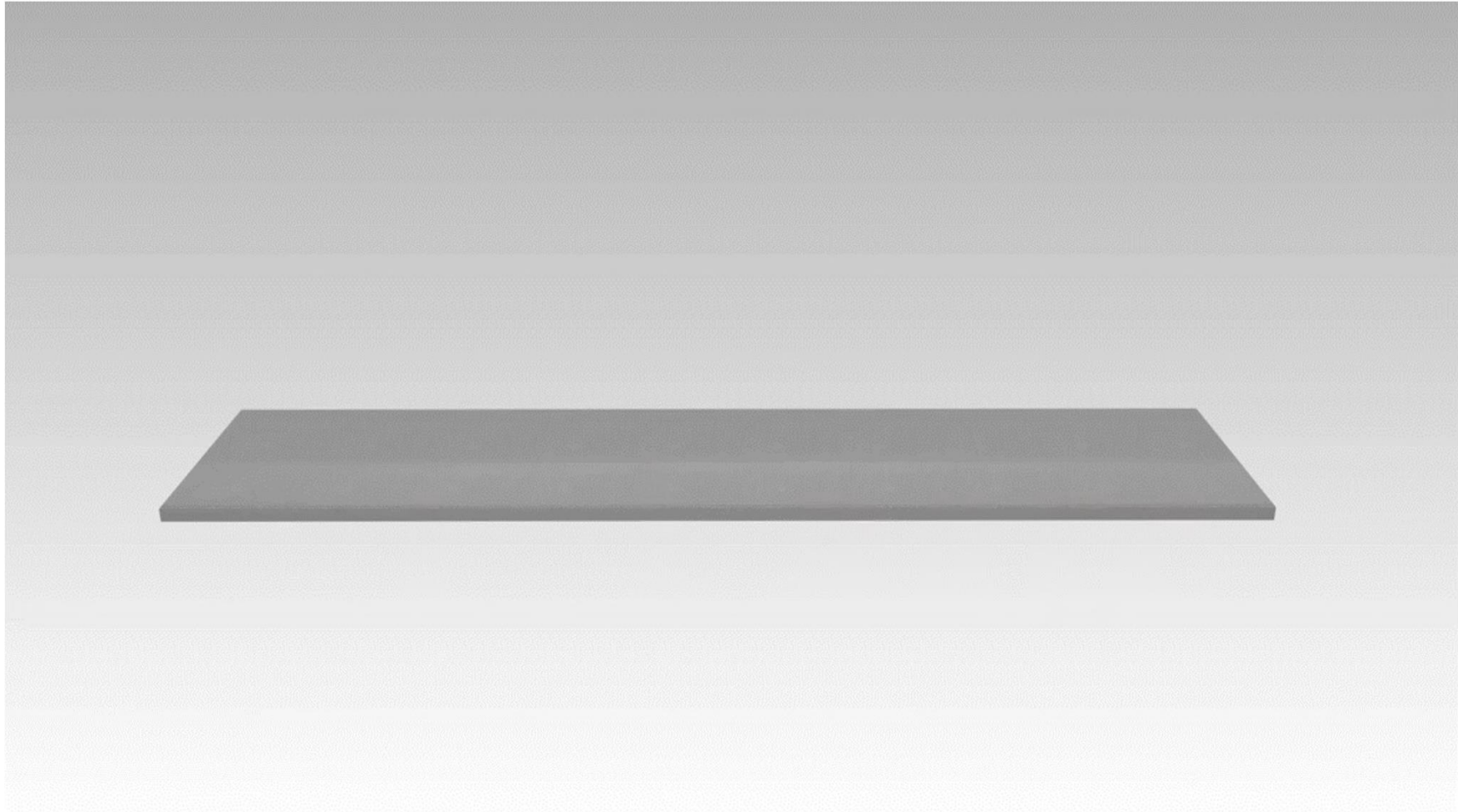
Dumblo sluoksnis



Proceso oro šildytuvas

Modulinė džiovinimo konstrukcija:

- ⇒ Kiekvieno segmento ilgis – 2 m.
- ⇒ „Huber BT 6“ sudarytas iš 3 džiovinimo kamerų.
- ⇒ Kiekviename segmente sumontuotas šilumokaitis orui kaitinti.
- ⇒ Kiekviename segmente sumontuotas proceso oro ventiliatorius (netiesioginio sūkurinio srauto).



Našumo valdymas

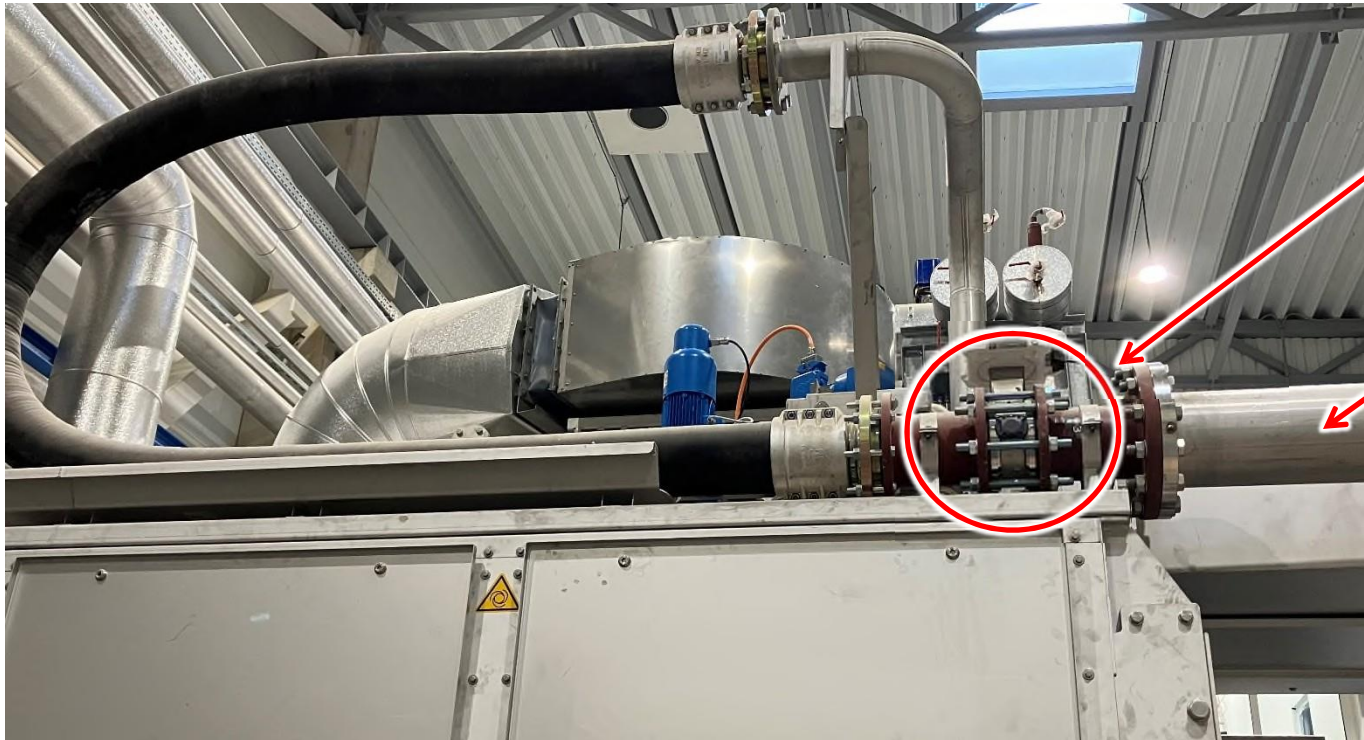
Problema

- ⇒ Sausųjų medžiagų (SM) kiekio nusausintame dumble svyravimas.
- ⇒ SM kiekio svyravimas = vandens kiekio svyravimas.
- ⇒ Ribota vandens išgarinimo galia džiovintuve.

Našumo valdymas

Sprendimas

- ⇒ SM jutiklio (mikrobangų jutiklio) sumontavimas vamzdyne prieš džiovintuvą.
- ⇒ Nuolatinis SM matavimas džiovintuvo įvade.
- ⇒ Našumo valdymas ir reguliavimas pagal dumblo SM kiekį
→ į džiovintuvą visada paduodamas reikiamas dumblo kiekis, kad vandens garinimas išliktų vienodas.



SM jutiklis

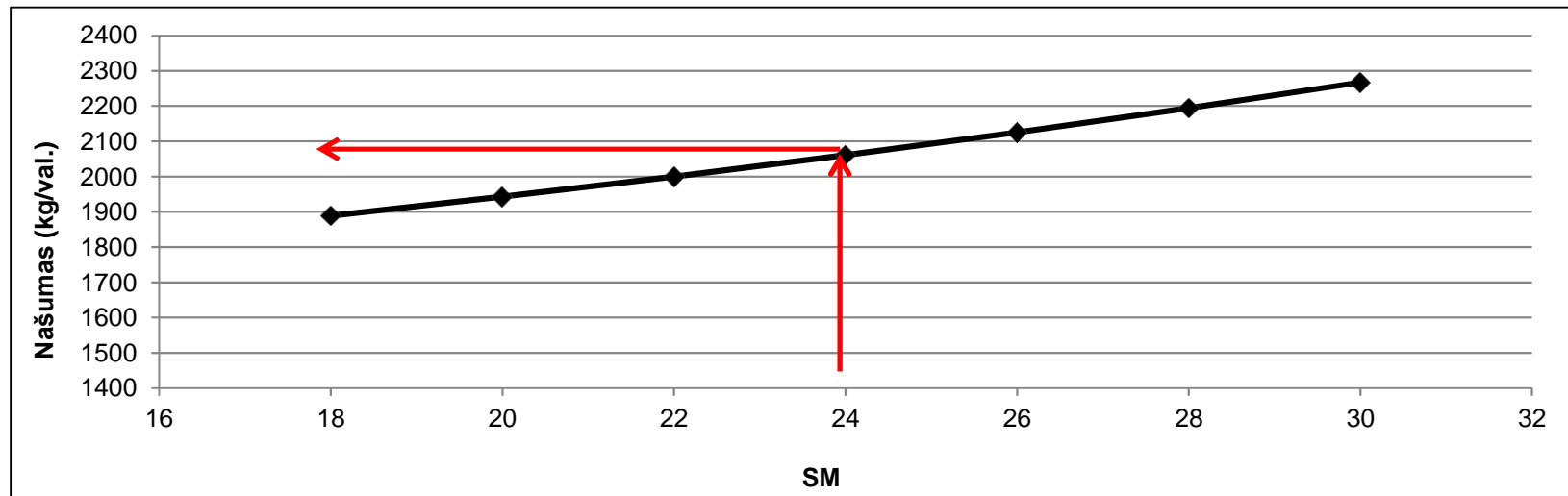
Padavimo vamzdis

Valdymo blokas



Valdiklis

- Vidutinė SM vertė (5 min.).
- Visiškai automatinis našumo reguliavimas pagal vidutinę SM vertę (reguliuojamas dumblo siurblio greitis).
- Kreivės ir lentelės įrašomos į PLC tinkamam našumui nustatyti.



Darbo režimo parinkimas

07:02:02 2023-02-01

džiovintuvus vairavimo stilius

lentelė Vandens garavimas

| | TR įvestis | Tiekimo siurblys | | | | pavara granulavimo įrenginys | | pavara juosta 1 | | slėgis paduoti ora džiovintuvus |
|----|------------|-------------------------------------|---------------------|--|---|----------------------------------|---------|-----------------|---------|---------------------------------|
| | | Paskaičiuota debitas šilpias purvas | ridotta greitis n_0 | veikimo laikas t0_H šilpias purvas greitis n_0 | veikimo laikas t0_A sumažėjus greitis n_0 | paūzės laikas in ribine pozicija | greitis | veikimo laikas | greitis | |
| 1 | 20,0 % | 697 kg/h | 20 % | 2,3 s | 2,3 s | 2,0 s | 60 % | 2,5 s | 60 % | -0,2 mbar |
| 2 | 21,0 % | 707 kg/h | 20 % | 2,3 s | 2,3 s | 2,0 s | 60 % | 2,5 s | 60 % | -0,3 mbar |
| 3 | 22,0 % | 717 kg/h | 20 % | 2,3 s | 2,3 s | 2,0 s | 60 % | 2,5 s | 60 % | -0,4 mbar |
| 4 | 23,0 % | 728 kg/h | 20 % | 2,3 s | 2,3 s | 2,0 s | 60 % | 2,5 s | 60 % | -0,5 mbar |
| 5 | 24,0 % | 739 kg/h | 20 % | 2,3 s | 2,3 s | 2,0 s | 60 % | 2,5 s | 60 % | -0,6 mbar |
| 6 | 25,0 % | 750 kg/h | 20 % | 2,3 s | 2,3 s | 2,0 s | 60 % | 2,5 s | 60 % | -0,7 mbar |
| 7 | 26,0 % | 762 kg/h | 20 % | 2,3 s | 2,3 s | 2,0 s | 60 % | 2,5 s | 60 % | -0,8 mbar |
| 8 | 27,0 % | 774 kg/h | 20 % | 2,3 s | 2,3 s | 2,0 s | 60 % | 2,5 s | 60 % | -0,9 mbar |
| 9 | 28,0 % | 787 kg/h | 20 % | 2,3 s | 2,3 s | 2,0 s | 60 % | 2,5 s | 60 % | -1,0 mbar |
| 10 | 29,0 % | 800 kg/h | 20 % | 2,3 s | 2,3 s | 2,0 s | 60 % | 2,5 s | 60 % | -1,1 mbar |

Reikalavimai TR išleidimo 90 %

Vidutinis TR tekimas 25,0 %

Reikalavimai rankinis galios lygis 3

lentelė debitas

| | TR įvestis | Tiekimo siurblys | | | | pavara granulavimo įrenginys | | pavara juosta 1 | | slėgis paduoti ora džiovintuvus |
|---|------------|---|---------------------|--|---|----------------------------------|---------|-----------------|---------|---------------------------------|
| | | is anksto nustatytas debitas šilpias purvas | ridotta greitis n_0 | veikimo laikas t0_H šilpias purvas greitis n_0 | veikimo laikas t0_A sumažėjus greitis n_0 | paūzės laikas in ribine pozicija | greitis | veikimo laikas | greitis | |
| 1 | 20,0 % | 1 500 kg/h | 20 % | 2,5 s | 2,5 s | 2,5 s | 60 % | 2,3 s | 60 % | -0,2 mbar |
| 2 | 21,0 % | 1 750 kg/h | 25 % | 2,5 s | 2,5 s | 2,5 s | 65 % | 2,3 s | 60 % | -0,3 mbar |
| 3 | 22,0 % | 2 000 kg/h | 30 % | 2,5 s | 2,5 s | 2,5 s | 70 % | 2,3 s | 62 % | -0,4 mbar |
| 4 | 23,0 % | 2 250 kg/h | 35 % | 2,6 s | 2,6 s | 2,2 s | 75 % | 2,3 s | 62 % | -0,5 mbar |
| 5 | 24,0 % | 2 500 kg/h | 40 % | 2,7 s | 2,7 s | 2,3 s | 80 % | 2,3 s | 63 % | -0,6 mbar |

vairavimo stilius Vandens garavimas

vairavimo stilius debitas

Tiekimo siurblys

- debitas šilpias purvas 2 000 kg/h
- ridotta greitis n_0 30 %
- veikimo laikas t0_HOME sumažėjus greitis n_0 2,5 s
- veikimo laikas t0_AWAY sumažėjus greitis n_0 2,5 s
- paūzės laikas in ribine pozicija 2,5 s

pavara granulavimo įrenginys

- greitis 70 %

pavara juosta 1

- veikimo laikas 2,3 s
- greitis 62 %
- slėgis paduoti ora džiovintuvus -0,4 mbar

Džiovinimo technologijos pagrindai

Pagrindiniai džiovinimo proceso parametrai

- ⇒ Dumblo sluoksnio ant juostų aukštis
- ⇒ Dumblo granulių skersmuo
- ⇒ Oro greitis
- ⇒ Džiovinimo temperatūra

Prašome atkreipti dėmesį!

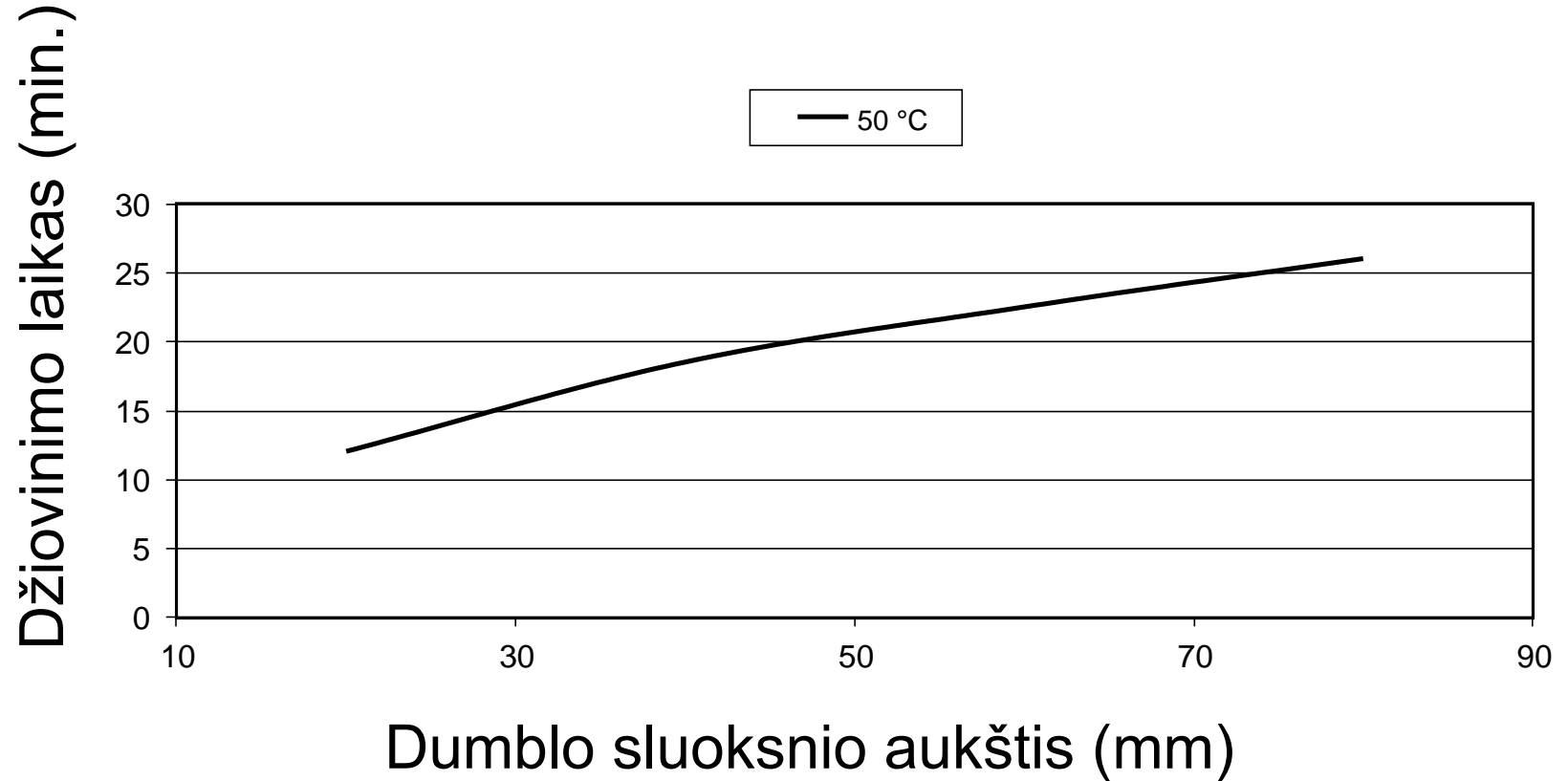
Toliau pateiktos iliustracijos yra tik pavyzdžiai, gauti naudojant mūsų laboratorijos džiovintuvą!

Nenaudokite jų savo procesui modeliuoti!

Dumblo sluoksnio aukštis

- ⇒ Priklauso nuo granulatoriaus traukos pavaros greičio
- ⇒ Priklauso nuo našumo
- ⇒ Optimalus aukštis ant viršutinės juostos: 8–10 cm
- ⇒ Optimalus aukštis ant apatinės juostos: 12–15 cm





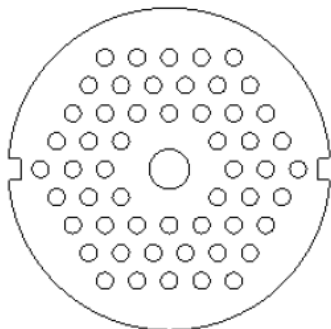
Nuo dumblo sluoksnio aukščio priklauso džiovinimo greitis

- ⇒ Plonas dumblo sluoksnis
 - ⇒ šiek tiek greitesnis džiovinimas
 - ⇒ trumpesnis užlaikymo džiovinimo laikas
- ⇒ Storas dumblo sluoksnis
 - ⇒ šiek tiek lėtesnis džiovinimas
 - ⇒ ilgesnis užlaikymo džiovinimo laikas
- ⇒ Tarp šių parametru būtina rasti optimalią vertę!

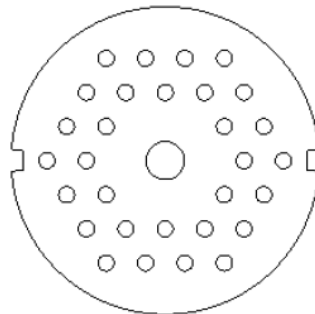
Dumblo granulių skersmuo

- ➔ Priklauso nuo granuliaciniame naudojamame perforuotame diske.
- ➔ Galima rinktis skersmenis nuo 8 mm iki 15 mm; kuo mažesnis skersmuo, tuo didesnis dumblo sluoksnio paviršius.
- ➔ Tinkamiausias perforuotas diskas parenkamas bandomojo paleidimo metu!

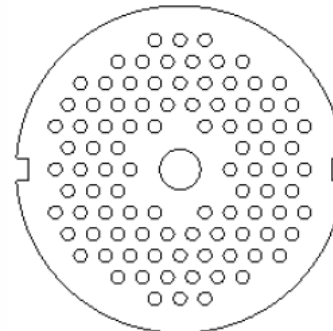
13 mm



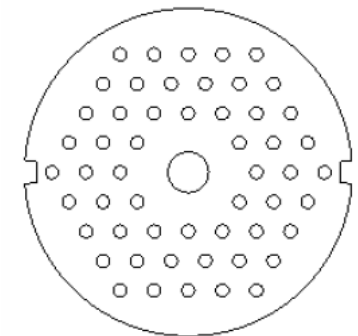
13 mm

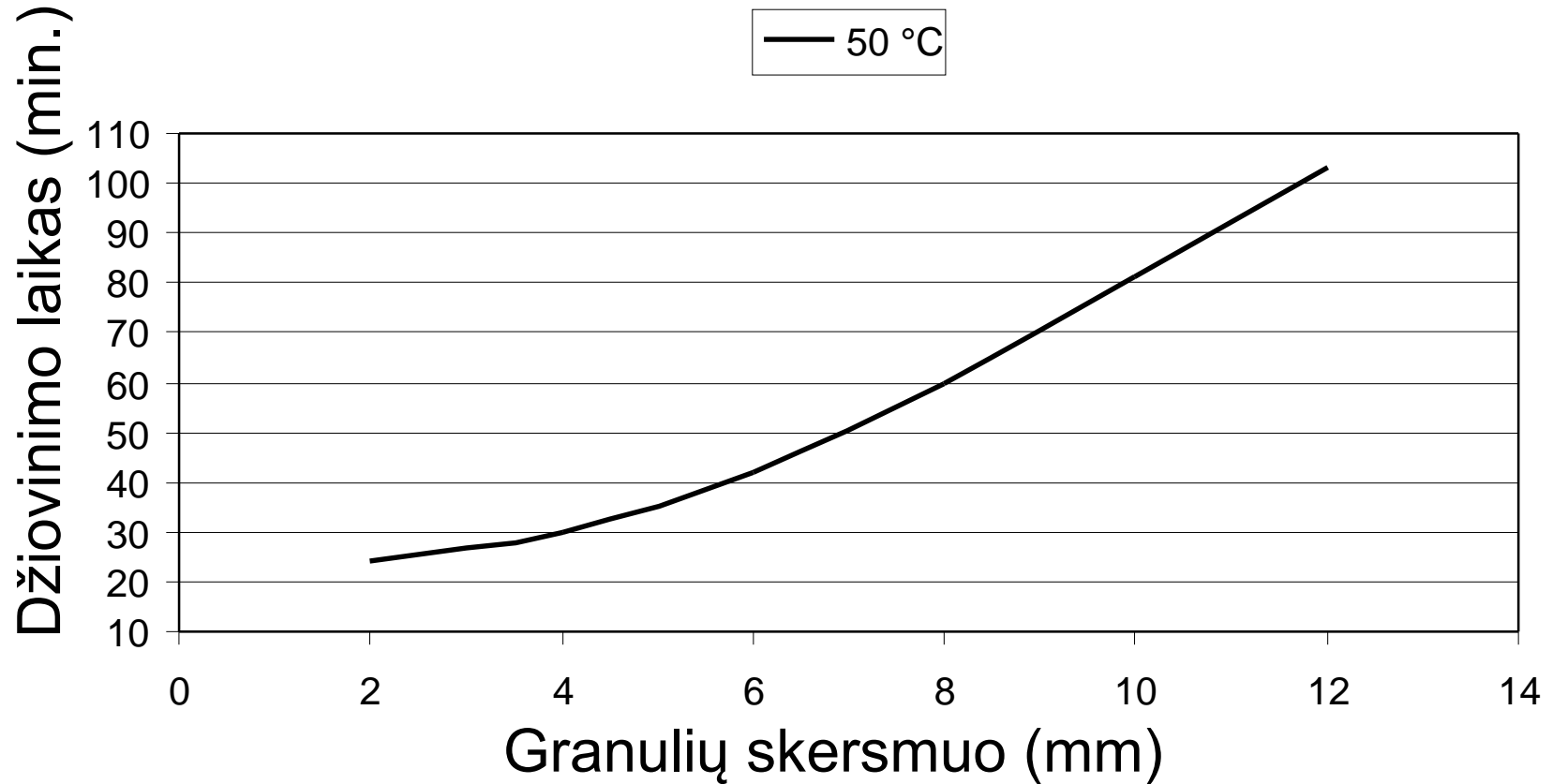


10 mm



10 mm





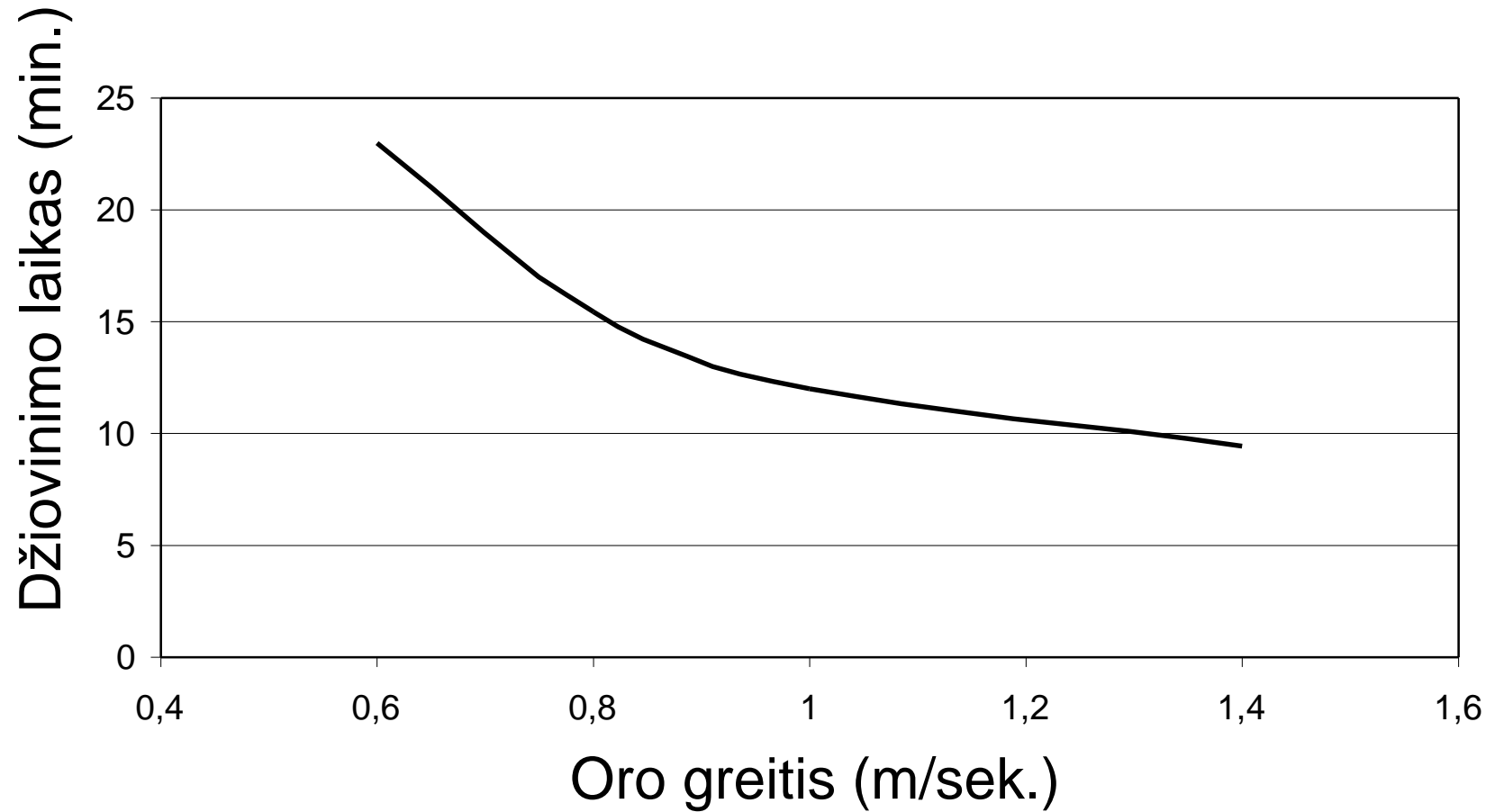
Dumblo granulių skersmuo

- ⇒ Mažesnio skersmens granulės išdžiūsta greičiau, tačiau:
 - ⇒ padidėja dumblo sluoksnio tankis (mažesni tarpeliai tarp granulių);
 - ⇒ išauga slėgio kritis (oro ventiliatoriaus galios poreikis);
 - ⇒ sumažėja sluoksnio stabilumas;
 - ⇒ sumažėja oro srautas;
 - ⇒ džiovinimo rezultatai gali pablogėti!

- ⇒ Bandomojo paleidimo metu reikia surasti optimalų santykį tarp granulių skersmens ir dumblo sluoksnio tankio!

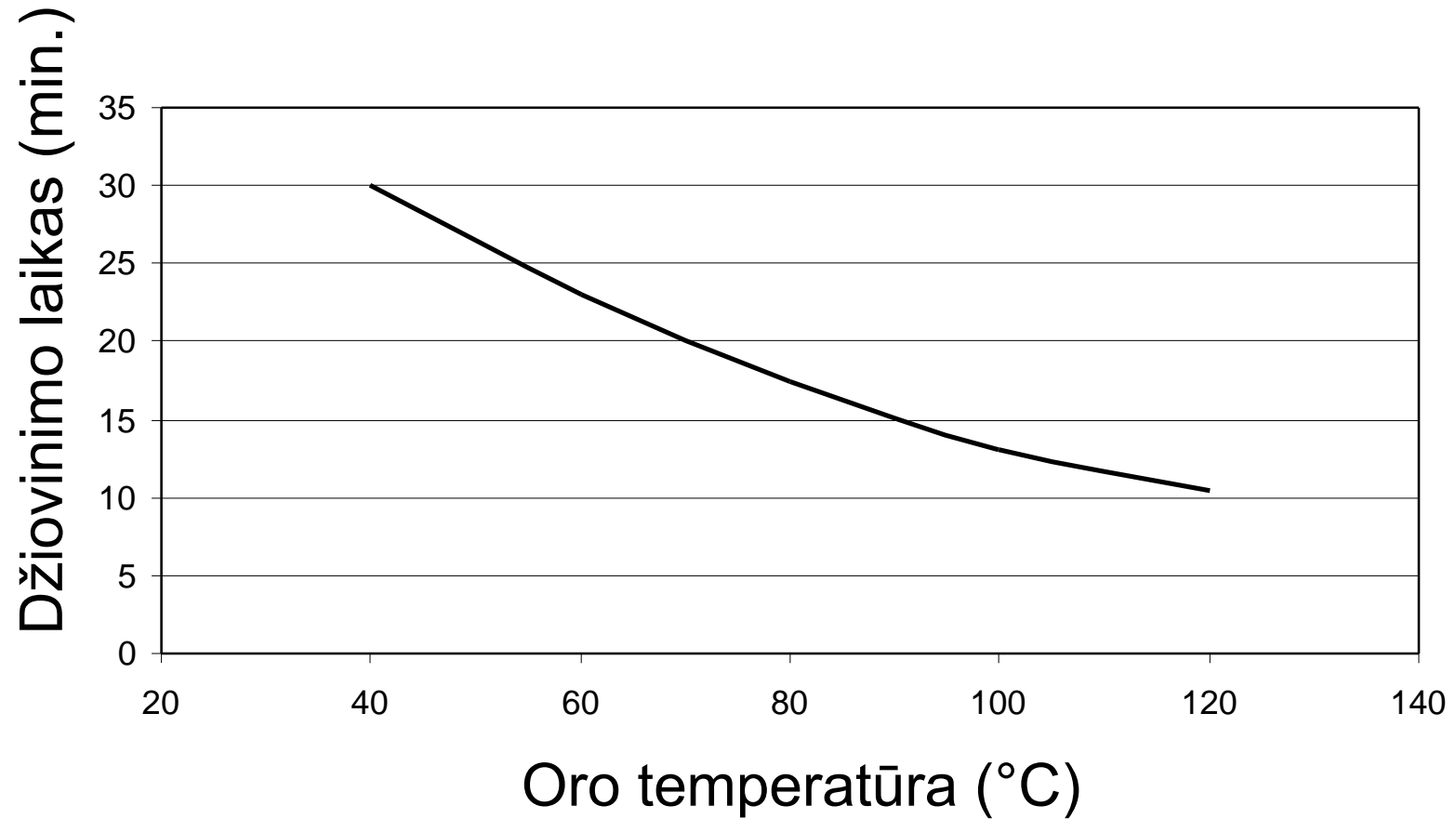
Oro greitis / tūris

- ⇒ Daro poveikį masei ir šilumos perdavimui.
 - ⇒ Didelis oro srauto greitis sutrumpina džiovinimo laiką.
 - ⇒ Reikalauja daug elektros energijos.
 - ⇒ Džiovintuvo viduje gali susidaryti daugiau dulkių.
- ⇒ Oro srauto greitį galima reguliuoti keičiant recirkuliuojamo oro ventiliatoriaus greitį.



Džiovinimo temperatūra

- ⇒ Daro poveikį masei ir šilumos perdavimui.
 - ⇒ Aukšta temperatūra sukelia didelį garavimą.
 - ⇒ Išauga šilumos nuostoliai.
 - ⇒ Išauga gaisro pavojus.
 - ⇒ Maksimali padavimo temperatūra – 145 °C.



Klausimai?