

Eesti fosforiidi säästlik väärindamine

Kaia Tõnsuaadu



*Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituudi
anorgaaniliste materjalide teaduslabor*

Partnerid

- *TTÜ Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituudi
anorgaaniliste materjalide teaduslabor*
- *TTÜ Geoloogia instituudi maavarade ja
rakendusgeoloogia osakond, PhD [R. Hints](#)*
- *TÜ Ökoloogia ja maateaduste instituudi geoloogia
osakond, [prof. K. Kirsimäe](#)*
- *TÜ Keemia instituut, [prof. E. Lust](#)*

Eesmärk

Hinnata fosfaatmaagi töötlemise võimalusi säästlike tehnoloogiate kasutamisega, et teada saada Eesti fosforiidi varude tõeline väärtus.

Eesti fosfaatmaagi iseloomustus

Eestis leiduv fosfaatmaak on sõmer või kergelt tsementeerunud kvartsliaas leiduvate fosfaatsete *Obulus apollinis* karbikeste purdmaterjali kogum.

- kvartsliaas
- frankoliit (F, OH-karbonaatapatiit)
- püriit
- dolomiit
- kaltsiit
- glaukoniit
- savimineraalid
- graptoliit argilliit
- raua oksiidid, karbonaadid jne.

Makroelemendid

P, Ca, **F**, Si, Fe, Mg, S, K, Na

Mikroelemendid

Ohtlikud: U, Th, **Cd**, **Pb**, Cr, As

Haruldased: **La**, **Ce**, Pr, **Nd**,
Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er,
Tm, Yb, Lu, **Y**,

Zn, Sr, **V**, Ba

Missuguseid proove uuriti

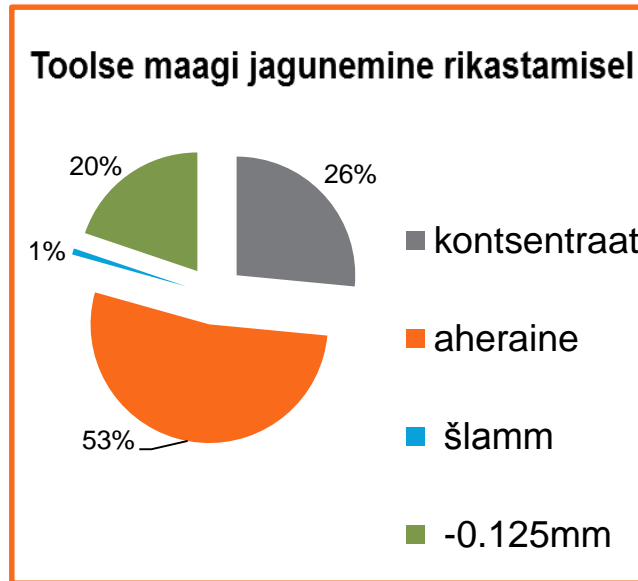
- **Kontsentraate** aastatest 1960-1985.
- **maagi proove** aastatest 1960-1980 - Iru, Ülgase ja Toolse ja nende rikastamisel saadud **kontsentraate** ja **rikastusjääke**
- Väävelhappelisel lagundamisel saadud **fosforhappeid** ja **fosfokipsi**

1. Rikastamine flotatsioonimeetodil

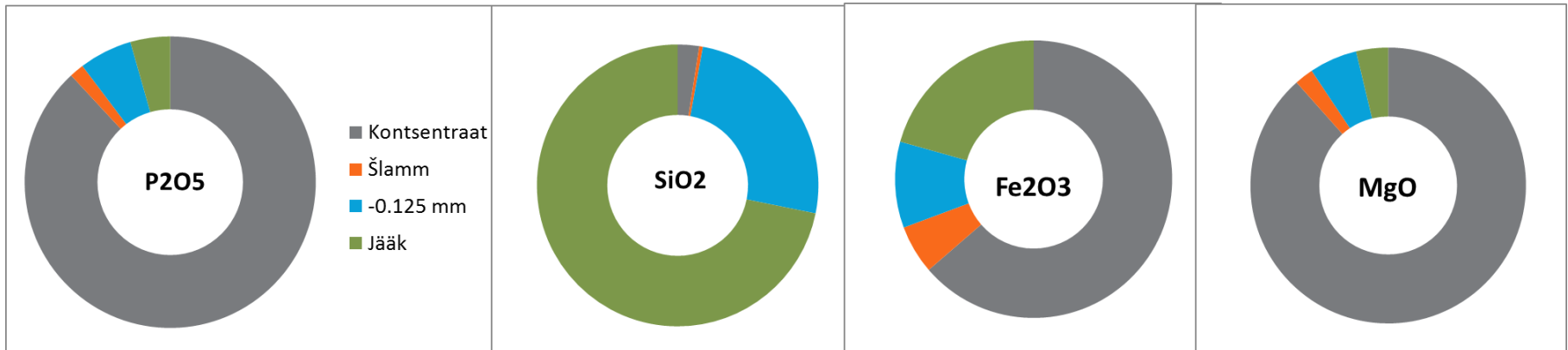
Soome GK

Toolse maak

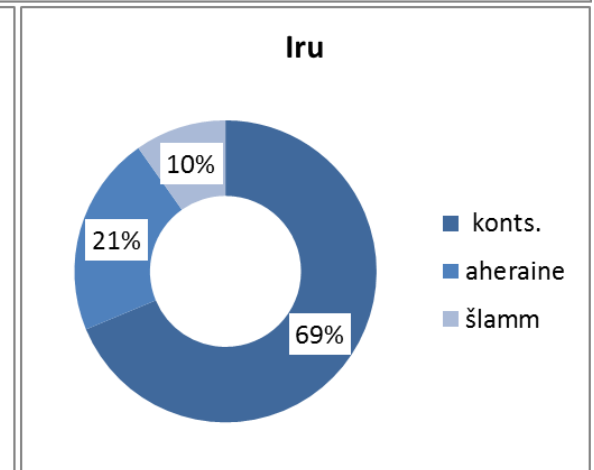
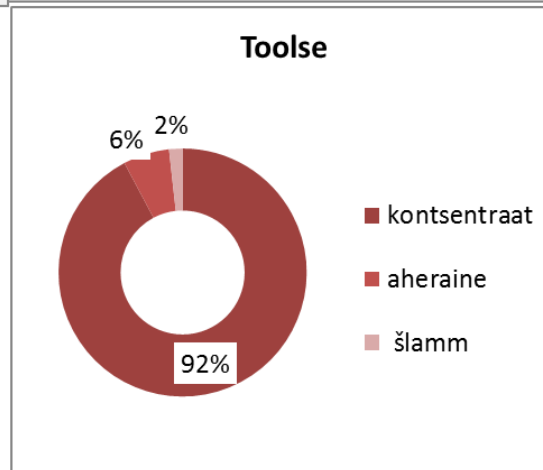
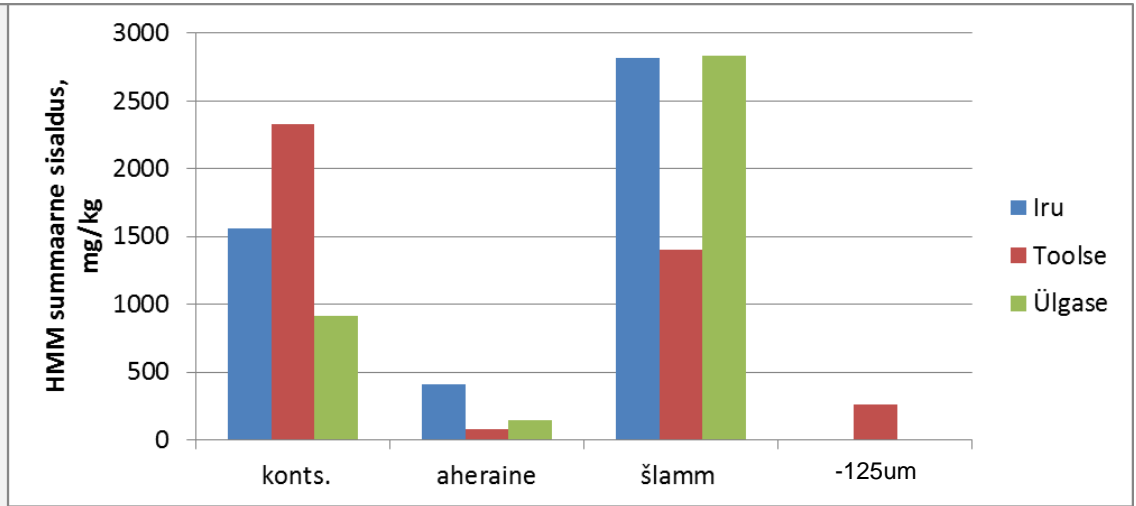
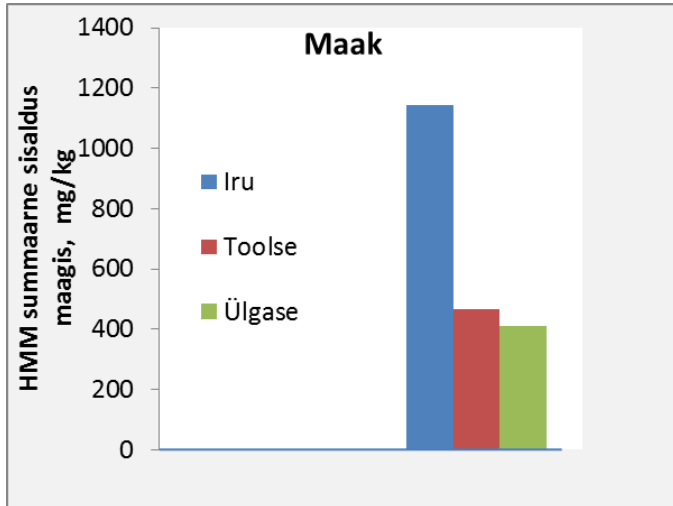
P_2O_5 10,2%
 SiO_2 71,6%
 Fe_2O_3 0,6%
 MgO 0,1%



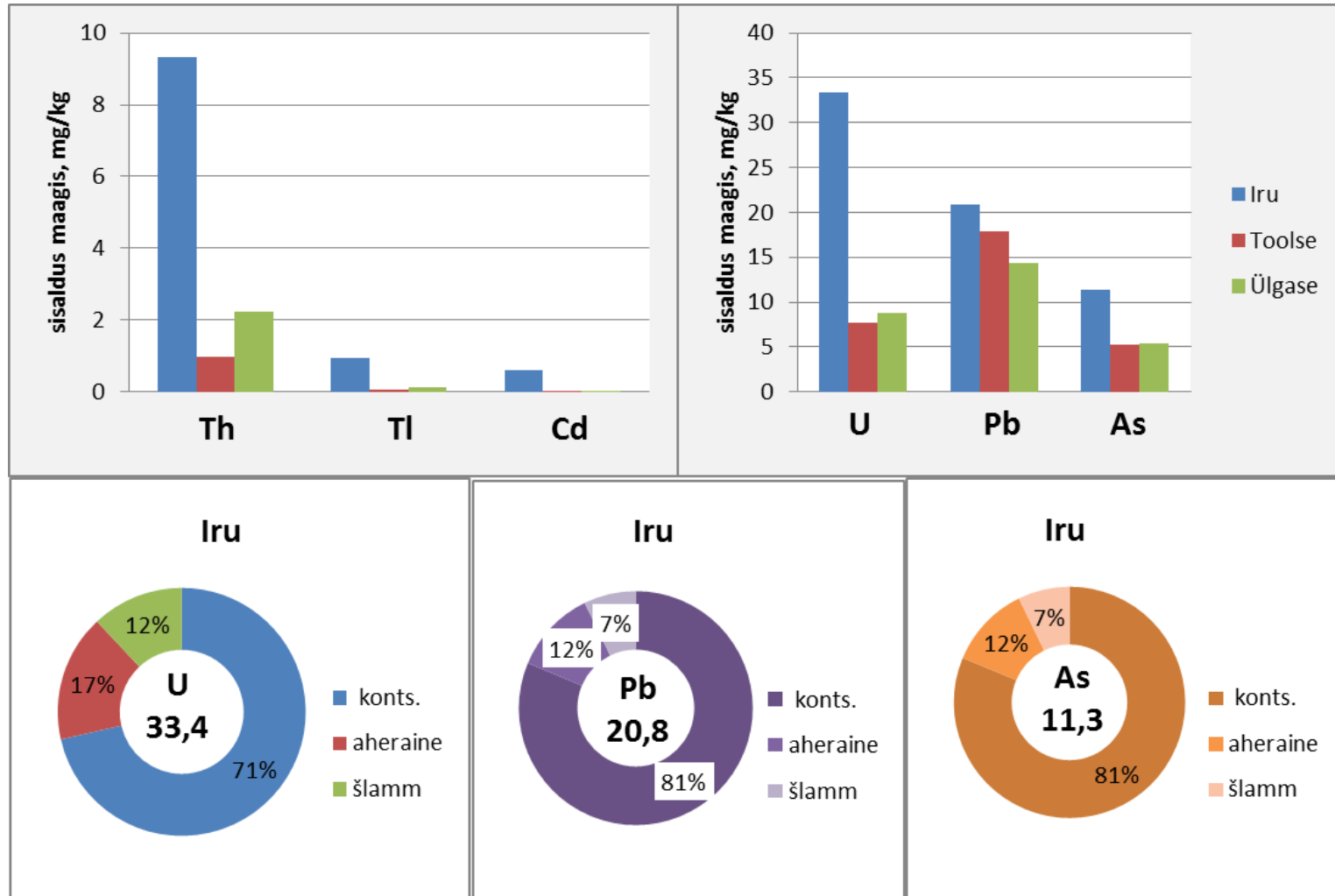
P_2O_5 saagis 87,7%
 P_2O_5 sisaldus 33,4%
 MgO 0,5%
 Fe_2O_3 0,6%



Haruldased elemendid HMM – La, Ce, Pr, Nd, Eu, Tb, Dy, Y



Ohtlikud elemendid: U, Th, Tl, Pb, As Cd



Rikastamine

Eesti fosfaatmaagi rikastamisel flotatsiooniga on võimalik saada fosforhappe tootmiseks vajaliku P_2O_5 sisaldusega kontsentraati.

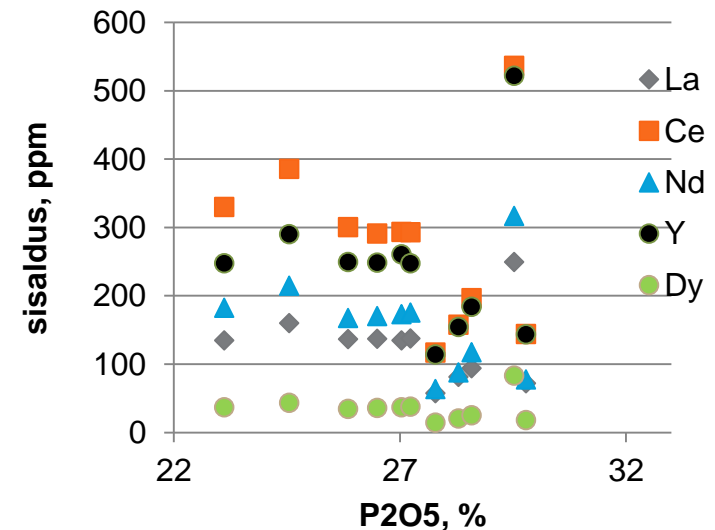
MgO ja Fe_2O_3 sisaldust on keeruline vähendada, sest need elemendid on seotud fosfaatse mineraaliga.

Ohtlikud elementide U, As ja Pb ei ole seotud ainult fosfaatse mineraaliga.

Ka HMM ei ole seotud ainult karbikestega, mida näitab nende kontsentreerumine peenfraktsiooni (šlammi).

P_2O_5 kaod aherainega 10-15%.

HMM kaod aherainega 5-20 %.



2. Fosforhappe saamine lagundamisel väävelhappega

Katse tingimused

Tsüklilise skeemiga 4 astmes

H₂SO₄ norm 105%

Temp. 70°C

Tahke/Vedel suhe 2,5

Ühe tsükli aeg 4 h

Gaaside väljatõmbe kiirus 20-50 l/h

Tüki suurus -400+200 µ, 51%

Happe koostis

Toolse kontsentraadist

Lagunemis aste **94,3%**

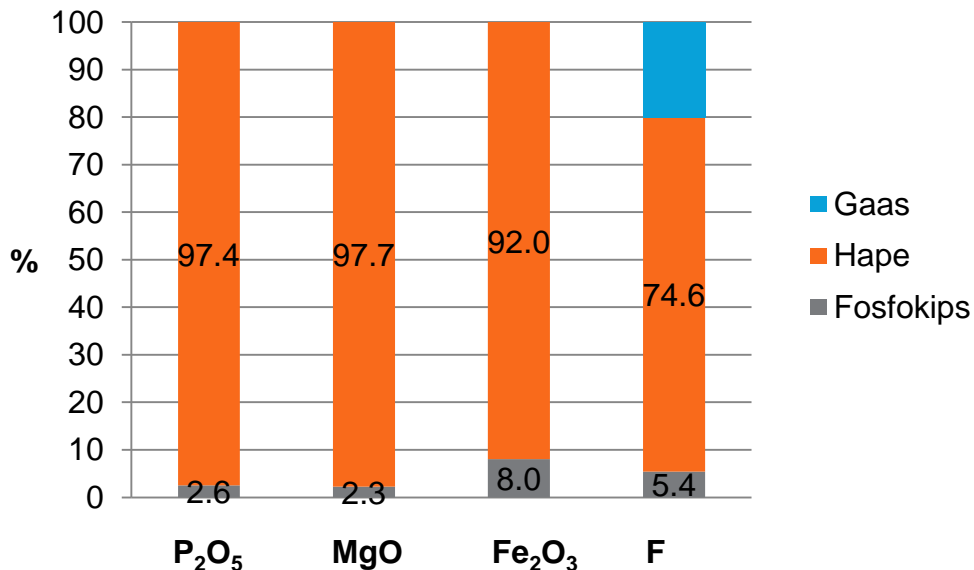
P₂O₅ sisaldus 28,6%

MgO 0,3%

Fe₂O₃ 0,6%

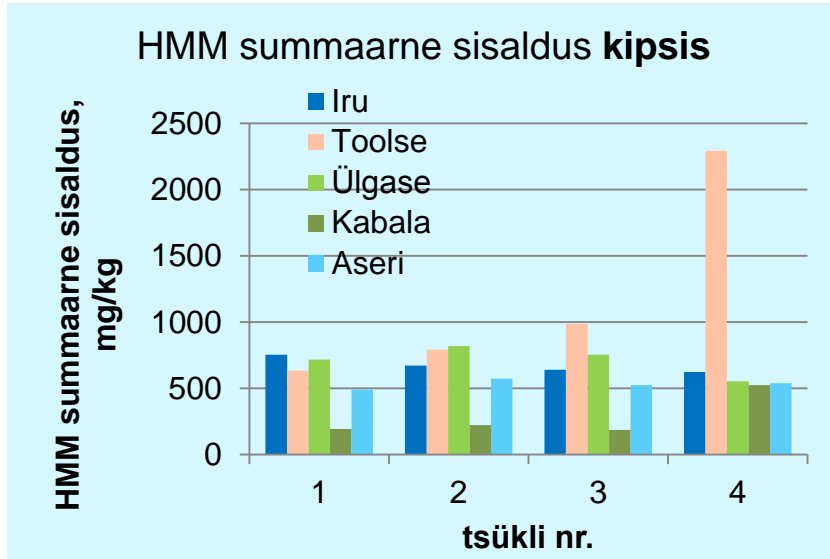
F 1,6%

Makroelementide jaotus protsessis



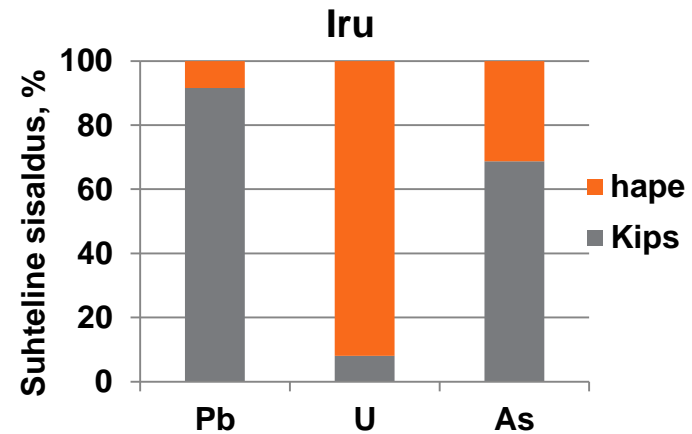
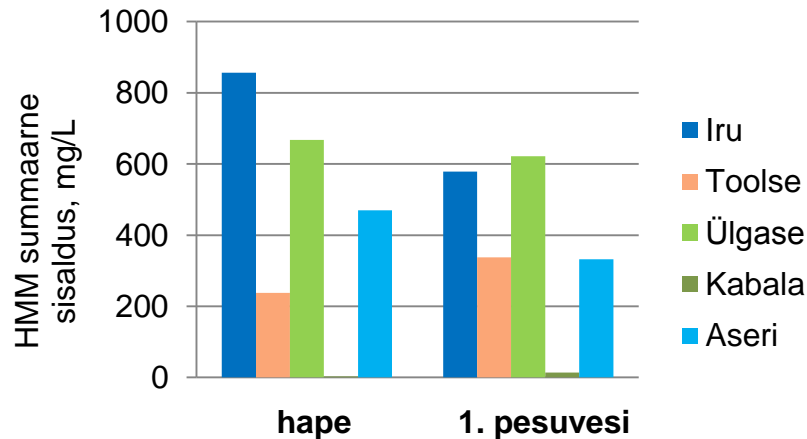
P₂O₅ saagis 93,7 %

HMM jagunevad tahke (kips) ja vedela (hape) faasi vahel



Kipsi koostisesse läheb
ca 50 % HMM kogusest

ohtlike elementide jagunemine tahke ja
vedela faasi vahel



Kokkuvõte

1. Eesti fosforiidi maagist saab rikastamisel happe tootmise nõuetele vastavat kontsentraati.
Efektiivsus e saagis sõltub maagi mineraloogilisest koostisest ja võib kõikuda 85-90%ni.
2. Saadud kontsentraadist on võimalik valmistada ekstraktsioonfosforhapet P_2O_5 saagisega kuni 95%.
Oluline jääde on **fosfokips**, mille hoiustamine või ümbertöötamine nõuab tähelepanu.
3. HMM sisaldus varieerub leiukohtade vahel.
HMM põhimass (70-90%) läheb rikastamisel kontsentraati.
Väävelhappelisel lagundamisel jagunevad HMM happe ja fosfokipsi vahel.
HMM 100% kättesaamine eeldab nende maagist eraldamist enne fosforhappe tootmist.
4. Ohtlike elementide sisaldus maagis, kontsentraadis ja H_3PO_4 -s ei ületa esitatud nõudeid.