

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA
FÜÜSIKALIS-MATEMAATILISTE JA TEHNILISTE TEADUSTE OSAKOND
TÖÖSTUSPROBLEEMIDE INSTITUUT

Nr. 3

A. AVASTE
KEEMIA TEADUSTE KANDIDAAT

ENSV TURBA KATSELISI KOKSISTAMISI

С РЕЗЮМЕ:
ОПЫТНОЕ КОКСОВАНИЕ ТОРФА ЭССР



RK „TEADUSLIK KIRJANDUS“

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA
FÜÜSIKALIS-MATEMAATILISTE JA TEHNILISTE TEADUSTE OSAKOND
TÖÖSTUSPROBLEEMIDE INSTITUUT

Nr. 3

A. AVASTE
KEEMIA TEADUSTE KANDIDAAT

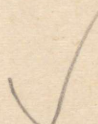
ENSV TURBA
KATSELISI KOKSISTAMISI

С РЕЗЮМЕ:
ОПЫТНОЕ КОКСОВАНИЕ ТОРФА ЭССР



RK „TEADUSLIK KIRJANDUS“
TARTU, 1947

Retsenseeritud Eesti NSV Teaduste Akadeemia Füüsikalis-matemaatiliste ja Tehniliste Teaduste Osakonna akadeemik-sekretäri O. Maddison'i ja Eesti NSV Teaduste Akadeemia tegevliikme P. Kogerman'i poolt.



12206
A-16089

Saateks.

Käesolev töö alustati 1938. a. Loodusvarade Instituudi turbasektsioonis ja jätkati selle järeltulija-asutises — Tööstuslike Uurimiste Instituudis. Seejuures teostati Kreenholmi turba koksistamine ja koksistamissaaduste uurimine 1945. a. Eesti NSV Tööstuse Teadusliku Uurimise Keskinstituudis.

Turba botaanilise analüüsi on teostanud E. Köstner.

Avaldan eelnimetatud instituutide direktoritele, eriti dr. Hüssele ja dr. ins. Kirretile tänu töö läbiviimise soodustamise eest.

Autor.

Sissejuhatus.

Turba koksistamise all mõistame koksi valmistamist turbast. Puust kuivdestillatsioonil ehk utmisel järelejäävat produkti nimetame tavaliselt söeks, kuid analoogilisi produkte kivisöest, pruunsöest ja turbast nimetame koksiks, sest söeks, nimelt looduslikuks söeks peetakse neid aineid endid ning nende süsinikusisaldus on vastavate looduslike söestumisprotsesside tulemusena ka juba teatavale kõrgusele tõusnud.

Koksiks võime nimetada utmisprodukti, millest utmisel vähemalt kõik vedel, tõrva kujul lenduv osa on lahkunud. Seega turba puhul võime nimetada koksiks utmisprodukti alates utmistemperatuurilt ümmarguselt 500° C. Utmisproduktid alla seda temperatuuri kannavad poolkoksi nimetust, sest neist pole veel kõik tõrv täielikult eraldunud.

Temperatuuril 500—550° C valmistatud koksid sisaldavad veel võrdlemisi palju lendosi ja neid nimetatakse madala temperatuuri koksiks. Mida kõrgemale tõstetakse koksistamistemperatuur, seda vähem sisaldab koks lendosi.

Laboratoorse koksistamise all mõistame laboratoorseis seadmeis väikestes hulkades teostatavaid katselisi koksistamisi, kus koksistamistingimused on vajaduse korral kergesti muudetavad ja täpselt kontrollitavad ning mõõdetavad.

Põhjused, miks turbakoksi tööstusliku tootmise katsed XVII ja XVIII sajandil ebaõnnestusid, samal ajal kui kivisöekoksi tootmine näitas kolossaalset arengut, peituvad turbakoksi omadustes, samuti nagu needki põhjused, miks XX sajandil turbakoksi tootmine uuesti jälle arenema hakkas.

Vaheajal olid ainult teataval määral täienenud teadmised turba, turbakoksi ja selle tootmismenetluste alal.

Nendeks omadusteks, mis kivisöekoksi seadsid turbakoksi suhtes eelistatumas seisukorda, olid kivisöekoksi mehhaaniline tugevus ja hind. Needsamad omadused on praegugi kivisöekoksi tugevamaks küljeks. Kuid praegu peame ütlema, et need omadused on kivisöekoksi ainukesed tugevad küljed. Juba on hakatud kõrgelt hindama turbakoksi teatavaid omadusi, mis puuduvad kivisöekoksil. Nendeks omadusteks on turbakoksi

anorgaaniliste ainete sisalduse, eriti väävli- ja fosforisisalduse vähesus. Turbakoksi eelistamine on tingitud sellest, et on suurenenud nõudmised maakidest toodetavate metallide ja muude elementide puhtuse suhtes. On hakatud kõrgemalt hindama maakidest toodetavate ainete kvaliteeti. Teiseks turbakoksi eeliseks kivisöekoksi ees on tema suurem aktiivsus keemilisteks protsessideks. Koksi tarvitamine keemiatööstuses leiab üha laienevat tarvitamist.

Nii on inimeste teadmiste avardumine turba ja selle koksistamise alal võimaldanud juba praktiliselt asuda selle tööstusala arendamisele *). Kuid selle tööstusala edukaks arenguks tuleb veel palju teha ja palju teadmisi omandada. Ei ole kahtlust, et pidev ning visa töö kindlasti siingi viib soovitud sihile.

Käesolev töö, andes väikese lisa turba koksistamisse puutuvaile teadmistele, eriti meie kohalike turbasoode turvaste koksistamise osas, tahab sellega abistada ning toetada meie turbakoksistamistööstuse otstarbekat rajamist.

*) Н. Н. Гаврилов, Н. Н. Богданов, Основы термической переработки торфа. 1932. Э. Э. Ивановский, Торфококсование с крекингом дегтя. 1935. А. А. Мягков, Торфяной кокс. 1936. Б. К. Климов, Новые методы термической переработки торфа. 1939.

ENSV turba katselisi koksistamisi.

1. Uurimisel kasutatud lähteained ja uurimise menetlused.

Laboratoorse turbakoksistamise katsete ülesandeks on selgitada:

1) milliseid saadusi ja missugusel hulgal annavad teatavate turba-soode turbad;

2) missugused on nende saaduste omadused ja väärtus majanduslikuks kasutamiseks;

3) kuidas muutuvad nimetatud saaduste hulgad ja omadused olenevalt koksistamistingimustest;

4) kuidas oleneb koksi survetugevus turba ettevalmistamisviisist, ja

5) missugune on turba koksistamise majanduslik tasuvus.

Pealeselle osutuvad laboratoorsel koksistamisel saadud andmed väärtuslikuks materjaliks otstarbekohase koksistamiseseadme ja selle üksik-osade projekteerimisel.

Eelloetletud ülesannete lahendamiseks toimetatud laboratoorsel turba koksistamisel kasutati järgmisi lähteaineid:

1) laboratoorsel valmistusel keskmisest proovist saadud Tootsi turba-soo masinaturvast, mis koosnes 1938. a. freesvälja ulatuselt 50-st kohast 0,75 kuni 1,00 m sügavuselt võetud üksikproovidest;

2) laboratoorsel valmistusel keskmisest proovist saadud Tootsi masina- ja hüdroturvast, mis koosnes 1939. a. freesvälja ulatuselt 73-st kohast 0,35 kuni 0,50 m sügavuselt võetud üksikproovidest;

3) Tootsi brikett-turvast, mis saadi 1938. a. freesturba brikettimisest peale viimase talv-läbi kuhjas seismist;

4) Lehtse masinaturvast, mis saadi Lehtse turbatööstuse 1938. a. toodangust;

5) Harku masinaturvast, mis saadi Harku turbatööstuse 1938. a. toodangust;

6) Lavassaare masinaturvast, mis saadi tööstuse 1940. a. toodangust, ja

7) Kreenholmi masinaturvast, mis saadi tööstuse 1942. a. toodangust.

Lähteainete iseloomu ja omaduste selgitamiseks määrati nendes niiskuse- ja tuhasisaldused, koksi- ja lendosade-sisaldused Muck'i järgi ning utmissaagised Fischeri aparaadiga. Pealeselle määrati Tootsi masinaturba ja Tootsi brikett-turba ning Lavassaare ja Kreenholmi masinaturba elementaarne koostis ja põlemis- ning kütteväärtus. Tootsi masinaturbas määrati ka bituumenite ja vees lahustuvate ainete sisaldus.

Niiskusesisaldused määrati nii kuivatamisel 105° temperatuuril kui ka ksüloolimeetodiga.

Tuhasisaldused määrati elekterahjus kuumutamisel temperatuuril 900° C.

Elementaaranalüüsid teostati Dennstedt'i järgi.

Põlemis- ja kütteväärtused määrati kalorimeetriliselt.

Koksi- ja lendosade-sisaldused määrati Muck'i järgi.

Fischeri aparaadiga utmises määrati koksi-, tõrva-, uttevee- ja gaasisaagised.

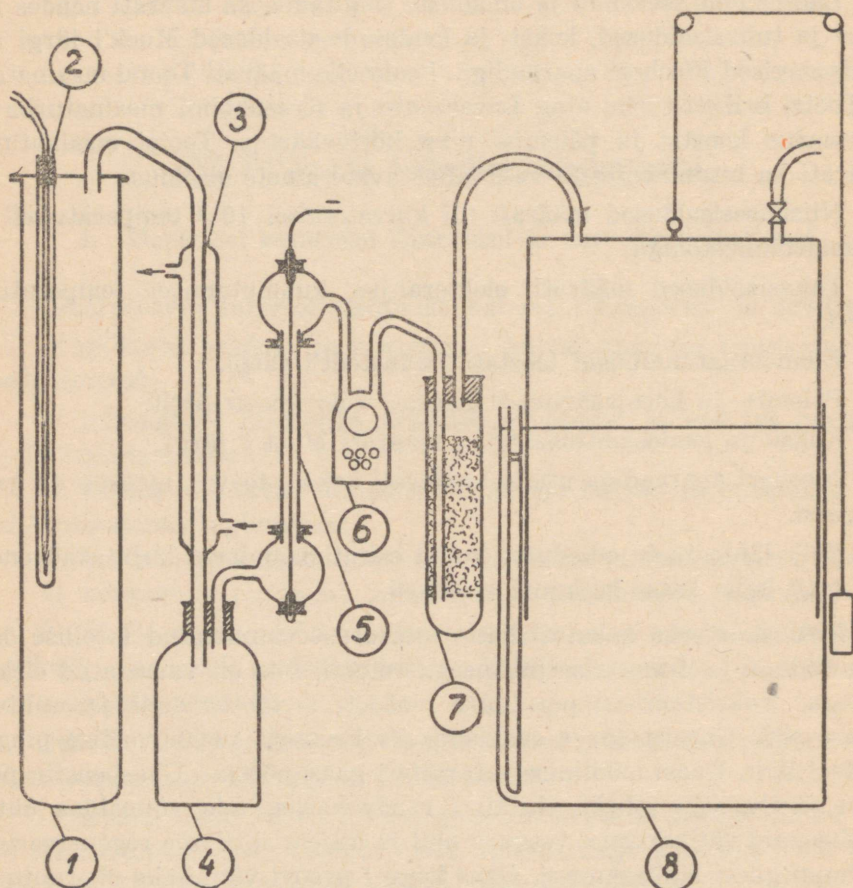
Kõik lähteainete omaduste kohta esitatud andmed kujutavad endast vähemalt kahe katse keskmisi tulemusi.

Koksistamiseks kasutati katla leektorust valmistatud 6-tollise õõneläbimõõduga ja 1-meetrise pikkusega retorti, mis oli varustatud elekterküttega. Koksistamistemperatuure mõõdeti termoelemendi ja millivoltmeetri abil. Gaasist tõrva eraldamiseks kasutati 10 000-voldise pingega elekterfiltrit. Gaasi mõõtmiseks tarvitati gaasimõõtjat. Gaasbeniini püüti kinni aktiivsõega selleks ehitatud raudretordis, mis võimaldas ühtlasi gaasbeniini väljaajamist veeauru abil ja hiljem aktiivsõe regenereerimist süsihappegaasi läbilaskmisel. Gaas koguti proovi võtmiseks üheruutmeetrise mahuga kuppel-gaasihoidjasse, mis võimaldas kogutava gaasi surve reguleerimist.

Koksistamiskatsete läbiviimiseks soovitud tingimustel ja saagiste kohta täpsete andmete saamiseks osutus möödapääsmatult vajalikuks ning väga otstarbekohaseks elekterfilter, mis koosnes transformaatorist 220/10 000 volti, kolmest järjestikku ühendatud lamp-alaldajast, kütteformaatorist ja A. Fischeri põhimõtte järgi ehitatud filtrist.

Koksistamised nr. 1—5 teostati elekterfiltril puudumisel ilma selleta, kuid seejuures selgus, et nii pole võimalik koksistamisi katkestamatult

soovitud tingimustes läbi viia ega ka gaasi- ja tõrvasaagiste kohta küllaldaselt täpseid andmeid saada. Turbatõrv läheb turbagaasiga udustatud kujul kaasa ja gaasi jahutamisel langeb sealt välja mitte vedela, vaid



Joon. nr. 1. Turba laboratoorse koksistamise skeem.

1 — retort, 2 — termoelement, 3 — jahutaja, 4 — vastuvõtja, 5 — elekterfilter, 6 — gaasimõõtja, 7 — retort gaasbensiini püüdmiseks, 8 — gaasikoguja.

tahke tõrvana, mis ummistab kas torustiku või gaasipuhastusvahendi ja põhjustab seega koksistamise seadmes liigse surve tulemusena plahvatusi ning gaasi ja tõrva kadusid. Elekterfiltri tarvitamisel ummistusi üldse ei esinenud.

2. Tootsi masinaturvas.

a) Tootsi masinaturba omadusi.

Koksistamiskatseil nr. 1 ja nr. 2 kasutati lähteainena laboratoorselt valmistatud masinaturvast, mis saadi Tootsi turbasoo keskmisest proovist, milline koostati turbasoo 1938. a. freesvälja ulatuselt 50-st kohast 0,75—1,00 m sügavuselt võetud üksikproovidest.

Nimetatud masinaturba¹ õhukuiva proovi analüüsimisel ja põlemising kütteväärtuse määramisel saadud andmed on toodud tabelis 1.

Tabel 1.

	Õhukuiva aine kohta %	Absoluutkuiva aine kohta %	Orgaanilise aine kohta %
Niiskus	17,05	—	—
Tuhk	3,44	4,15	—
Vesinik (H)	4,73	5,70	5,95
Süsinik (C)	46,06	55,51	57,92
Lämmastik (N)	1,96	2,37	2,47
Väävel (S)	0,23	0,28	0,29
Hapnik (O)	26,53	31,99	33,37
Orgaaniline aine	79,51	95,85	100
Põlemisväärtus	4369	5266	5499
Kütteväärtus	4011	4957	5171

P₂O₅-sisaldus tuha kohta 1,16% ja absoluutkuiva turba kohta 0,048%.

Niiskusesisaldus termostaadis kuivatamise kaudu määramisel oli 15,58%, kuid ksülooliga määramisel 17,05%.

Koksi- ja lendosade-sisalduse andmed, mis saadi Muck'i järgi määramisel, on toodud tabelis 2.

Tabel 2.

	Õhukuiva aine kohta %	Absoluutkuiva aine kohta %	Orgaanilise aine kohta %
Niiskus	17,05	—	—
Lendosad	56,00	67,99	70,94
Tuhavaba koks	23,51	27,86	29,06
Tuhk	3,44	4,15	—

¹ Masinaturba laboratoorseks valmistamiseks kasutati lihahakkimismasinat, mis annab tööstuslikule masinaturbale analoogilise ning hästi vastava ettevalmistuse. Masinaturvast kutsuti varemalt ka pressturbaks, millist nimetust ei saa pidada kohaseks, sest pressimisega on selle valmistamisviisi juures vähe tegemist. Venekeelses kirjanduses on masinaturba nimetusena tarvitusel masina-vormturvas.

Andmed, mis saadi Fischeri aparaadiga utmisel temperatuuril 500° C, on toodud tabelis 3.

T a b e l 3.

	Õhukuiva aine kohta %	Absoluutkuiva aine kohta %	Orgaanilise aine kohta %
Koks	38,88	46,01	43,67
Tõrv	12,34	14,63	15,26
Lagunemisvesi	14,70	17,38	18,13
Niiskusvesi	15,50	—	—
Gaas + kadu	18,58	21,98	22,94

Bituumenid eraldati keeva solvendiga Carlswerk'i ekstraheerimis-aparaadi abil. Saadud andmed on toodud tabelis 4.

T a b e l 4.

Katse nr.	Lähteaine niiskuse %	Ekstraheerimise aeg tundides	Solvent	Bituumeni % absoluut- kuiva turba kohta
1	2,41	6	Bensool	2,08
2	15,50	12	"	3,66
3	15,50	18,5	"	4,41
4	15,50	14	Etüülalkohol	4,69
5	15,50	24	Bensool + + etüülalk. (1:1)	5,56

Vees lahustuvaid aineid saadi veega 12 tundi kestval ekstraheerimisel 2,31% veevaba aine kohta.

b) Koksistamine nr. 1.

Lähteaineks tarvitati 5 kg eelkirjeldatud Tootsi masinaturvast, mis sisaldas 20,20% niiskust ja absoluutkuiva aine kohta 4,15% tuhka.

Koksistamise lõpptemperatuur oli 550° C. Koksistamine tuli ummistuste tõttu paar korda katkestada. Koksistamise kestus, välja arvatud katkestamis-ajad, oli 4 tundi ja 26 minutit. Koksi saadi õhukuiva turba kohta 35,86% ja absoluutkuiva turba kohta 44,9%. Tõrva- ja tõrvaveesaagised jäävad selle katse puhul esitamata, sest nende täpsus ei olnud ummistuste tagajärjel tekkinud kadude tõttu küllaldane. Ka koksisaagis osutus kõrgeks koksistamisprotsessi mittetäieliku tasakaalustamise tõttu sellel temperatuuril.

Gaasi saadi koguhulgas ümmarguselt 570 liitrit, seega 1 kg absoluutkuiva turba kohta 142,9 liitrit.

Koksi koostis: lendosi.....	16,00%
tuhavaba koksi	74,77%
tuhka	9,23%
	100,00%

Koksi põlemisväärtus oli 6775 kcal/kg, survetugevus 98 kg/cm², lähteaine survetugevus 108 kcal/kg.

c) Koksistamine n. r. 2.

Lähteaineks oli 5 kg sama masinaturvast, mis eelmiseski katses. Lähteaine sisaldas 20,20% niiskust ja 4,15% tuhka absoluutkuiva aine kohta. Koksistamise lõpptemperatuur oli 750° C. Koksistamine tuli ummistuste tõttu mõnikord katkestada. Koksistamise kestus, välja arvatud katkestus-ajad, oli 6 tundi ja 30 min.

Saagised on toodud tabelis 5.

T a b e l 5.

	Õhukuiva turba kohta g	Õhukuiva turba kohta %	Absoluutkuiva turba kohta %
Koks	1461	29,22	36,62
Tõrv	595	11,90	14,91
Niiskusvesi	1010	20,20	—
Lagunemisvesi	832	16,64	20,85
Gaasbensiin	78	1,56	1,95
Gaas + kadu	1024	20,48	25,67

Gaasi saadi mahuliselt 952,0 liitrit, mis vastab 902,4 normaalliitrile; seega 1 kg õhukuiva turba kohta 180,5 n-liitrit ehk 1 kg absoluutkuiva turba kohta 226,1 n-liitrit.

Koksi koostis: lendosi	5,30%
tuhavaba koksi	83,37%
tuhka	11,33%

Koksi põlemisväärtus oli 6910 kcal/kg, survetugevus 44—104 kg/cm².

3. Tootsi masina- ja hüdroturvas.

a) Tootsi masina- ja hüdroturba omadusi.

Keskmisest proovist, mis koostati Tootsi turbasoo 1939. a. freesvälja ulatuselt 73-st kohast 0,35—0,50 m sügavuselt võetud üksikproovidest,

valmistati laboratoorselt masina- ja hüdroturvast. Masina- ja hüdroturba õhukuiva proovi analüüsil ja põlemis- ning kütteväärtuse määramisel saadud andmed on toodud tabelis 6.

Tabel 6.

	Õhukuiva aine kohta %	Absoluutkuiva aine kohta %	Orgaanilise aine kohta %
Niiskus	11,95	—	—
Tuhk	3,93	4,47	—
Vesinik (H)	5,16	5,86	6,13
Süsinik (C)	47,13	53,52	56,03
N + S + O	31,83	36,15	37,84
Orgaaniline aine	84,12	95,53	100,00
Põlemisväärtus	4554 kcal/kg	5172 kcal/kg	5414 kcal/kg
Kütteväärtus	4202 „	4856 „	5083 „

Lendosade- ja koksisisalduse andmed, mis saadi Muck'i järgi määramisel, on toodud tabelis 7.

Tabel 7.

	Õhukuiva aine kohta %	Absoluutkuiva aine kohta %	Orgaanilise aine kohta %
Niiskusvesi	11,95	—	—
Lendosad	60,50	68,71	71,92
Tuhavaba koks	23,62	26,82	28,08
Tuhk	3,93	4,47	—

Masinatorba survetugevus oli 133 kg/cm² ja samast ainest hüdroturbal 163 kg/cm².

Koksistamisi nimetatud masina- ja hüdroturbaga toimetati 550°, 750° ja 860° C temperatuuril. Gaasist tõrva eraldamiseks tarvitati elekterfiltrit.

b) Koksistamine nr. 14.

Lähteaineks oli 5 kg eelkirjeldatud masina- ja hüdroturvast, niiskusega 22,70% ja tuhaga absoluutkuiva aine kohta 4,47%.

Koksistamise temperatuur — 550° C.

Utmise kestus — 4 tundi 28 minutit.

Andmed saagiste kohta on toodud tabelis 8.

Tabel 8.

	Õhukuiva aine kohta g	Õhukuiva aine kohta %	Absoluutkuiva aine kohta %
Koks	1634,0	32,68	42,28
Tõrv	603,5	12,07	15,61
Niiskusvesi	1135,0	22,70	—
Lagunemisvesi	653,0	13,06	16,90
Gaasbeniin	84,0	1,68	2,17
Gaas + kadu	890,5	17,81	23,04

Gaasi saadi mahuliselt 566,2 liitrit, mis vastab 541,8 n.-liitrile; seega 1 kg turba kohta 108,4 n.-liitrit ehk 1 kg absoluutkuiva turba kohta 140,2 n.-liitrit. Gaasi liitrikaal koostise järgi, kui rasked süsivesinikud arvestada bensoolina, oli 1,2603. Kui õhu erikaal võtta võrdseks ühega, siis nimetatud gaasi erikaal on

$$\frac{1,2603}{1,2929} = 0,9747.$$

Gaasi koostis:

CO ₂	44,0%
C _n H _m	1,6%
O ₂	1,8%
CO	11,0%
H ₂	19,6%
CH ₄	14,0%
N ₂	8,0%

Gaasi põlemisväärtus kalorimeetrilisel määramisel oli 3353 kcal/m³.

Koksi koostis: lendosi	13,71%
tuhavaba koksi	75,72%
tuhka	10,57%

Koksi põlemisväärtus oli 6769 kcal/kg. Koksis sisaldus 0,28% väävlit.

Turba kokkutõmbuvus koksistumisel oli järgmine:

	masinaturbal	hüdroturbal
lineaar-kokkutõmbuvus	27,5	28
maht-kokkutõmbuvus	61,9	63

Koksi survetugevus oli masinaturba-koksil 47—75, seega keskmiselt 62 kg/cm², hüdroturba-koksil 144 kg/cm².

c) Koksistamine nr. 15.

Lähteaineks oli 5 kg eelkirjeldatud masina- ja hüdroturvast, niiskusega 21,90% ja tuhaga absoluutkuiva aine kohta 4,47%. Koksistamistemperatuur oli 750° C. Koksistamise kestus — 6 tundi 45 min. Saagiste andmed on toodud tabelis 9.

Tabel 9.

	Õhukuiva turba kohta g	Õhukuiva turba kohta %	Absoluutkuiva turba kohta %
Koks	1480,2	29,60	37,89
Tõrv	593,6	11,87	15,20
Niiskusvesi	1095,0	21,90	—
Lagunemisvesi	699,9	14,00	17,93
Gaasbeniini	49,5	0,99	1,27
Gaas + kadu	1081,8	21,64	27,71

Gaasi saadi 948,5 liitrit, mis vastab 893,9 n.-liitrile; seega 1 kg õhukuiva turba kohta 178,8 ehk 1 kg absoluutkuiva turba kohta 228,9 n.-liitrit.

Gaasi liitrikaal gaasi koostise põhjal — 1,1650 g. Gaasi erikaal, kui võtta õhk = 1, oli $\frac{1,1650}{1,2929} = 0,9012$.

Gaasi koostis:

CO ₂	34,4%
C _n H _m	1,7%
O ₂	1,7%
CO	12,9%
H ₂	25,3%
C ₂ H ₆	0,1%
CH ₄	14,7%
N ₂	9,0%

Gaasi põlemisväärtus kalorimeetrilisel määramisel oli 3278 kcal/m³.

Koksi koostis: lendosi 6,50%
 tuhavaba koksi 81,70%
 tuhka 11,80%

Koksi põlemisväärtus 7064 kcal/kg.

Turba kokkutõmbuvus koksistamisel:

	masinaturbal	hüdroturbal
lineaar-kokkutõmbuvus	32,5	33,1
maht-kokkutõmbuvus	69,2	70,1

Koksi survetugevus: masinaturba-koksil 111—166, keskmiselt 138 kg/cm², hüdroturba-koksil 170 kg/cm².

d) Koksistamine n. r. 16.

Lähteaineks võeti 4 kg eelkirjeldatud masina- ja hüdroturvast, niiskusega 20,50% ja tuhaga absoluutkuiva aine kohta 4,47%. Koksistamise maksimaalne temperatuur oli 980° C, kuid sellel temperatuuril ei saadud koksistamist lõpuni viia küttekeha läbipõlemise tõttu. Koksistamise keskmiseks temperatuuriks tuleb siin gaasivoolu järgi pidada 860° C.

Koksistamise kestus — 8 tundi 50 min.

Andmed saagiste kohta on toodud tabelis 10.

Tabel 10.

	Õhukuiva turba kohta g	Õhukuiva turba kohta %	Absoluutkuiva turba kohta %
Koks	1158,0	28,95	36,42
Tõrv	467,7	11,69	14,71
Niiskusvesi	820,0	20,50	—
Lagunemisvesi	580,3	14,51	18,25
Gaasbensiin	70,2	1,75	2,20
Gaas + kadu	903,8	22,60	28,42

Mahuliselt saadi gaasi neljast kg turbast 811 liitrit, mis vastab 779,4 n.-liitrile; seega 1 kg turba kohta 194,8 n.-liitrit ehk 1 kg absoluutkuiva turba kohta 245,0 n.-liitrit.

Gaasi liitrikaal gaasi koostise järgi — 1,0449 g. Gaasi erikaal võrreldes õhuga, kui võtta õhk = 1, on 0,8081.

Gaasi koostis:

CO ₂	29,8%
C _n H _m	1,1%
O ₂	0,7%
CO	13,4%
H ₂	33,3%
C ₂ H ₆	1,2%
CH ₄	15,5%
N ₂	9,0%

Gaasi põlemisväärtus katseliselt 3339 kcal/m³.

Koksi koostis: lendosi 3,00%
 tuhavaba koksi 84,73%
 tuhka 12,27%

Koksi põlemisväärtus oli 7054 kcal/kg, väävlisisaldus 0,53%.
Turba kokkutõmbuvus koksistamisel:

	masinaturbal	hüdroturbal
lineaar-kokkutõmbuvus	33,6	34,3
maht-kokkutõmbuvus	70,7	71,6

Koksi survetugevus: masinaturba-koksil 102 kg/cm²
hüdroturba-koksil 139 „

e) Tootsi masina- ja hüdroturba tõrv ja uttevesi.

Katsete nr. 14, 15 ja 16 tõrvad ühendati analüüsimiseks. Tõrva analüüsimist teostati Stadnikovi järgi (Stadnikov, Himija torfa, 1933, lk. 155). Tõrva esialgne niiskus oli 24,14%. Peale 7-tunnist seismist temperatuuril 40—70° C oli niiskus 7,03%. Peale 18-tunnist seismist samal temperatuuril oli niiskus 3,13%.

Bensoolis lahustumatuid aineid 3,13%-se niiskusega tõrva kohta oli 2,31% ehk absoluutkuiva tõrva kohta 2,39%.

Tõrva erikaal (3,13%-se niiskuse juures) — 0,9820. Tõrva tilktäpp Ubbelohde järgi — 26° C.

Veeauruga eralduvaid kergemaid õlisid oli tõrvas 11,95 mahu-% ehk 10,35 kaalu-%, mis teeb absoluutkuiva tõrva kohta 10,69 kaalu-%. Gudroone (s. o. tõrva järelejäävaid osi) oli seega absoluutkuiva tõrva kohta 89,31%.

Veeauruga eraldatud kergeõlid sisaldasid aluselisi õlisid 2,94%, mis teeb tõrva kohta 0,30% ja absoluutkuiva tõrva kohta 0,31%. Happelisi õlisid sisaldasid kergeõlid 8,72%, mis teeb tõrva kohta 0,90% ja absoluutkuiva tõrva kohta 0,93%.

Veeauruga eraldatud kergeõlide erikaal temperatuuril 15° C oli 0,8690, peale aluseliste ja happeliste õlide eraldamist oli see 0,8340.

Aktiivsõega kinnipüütud gaasbensiini erikaal puhastamatult oli 0,7854.

Gudrooni tilktäpp Ubbelohde järgi peale kergeõlide eraldamist oli 31,5° C.

Gudroonist eraldati normaalbensiiniga asfalteenid. Asfalteene saadi gudrooni kohta 28,71% ja tõrva kohta 22,54%.

Toorparafiini, mis värvuselt väga tume, saadi gudrooni kohta 15,61% ja tõrva kohta 12,25%. Puhastamisel silikogeeliga läks sellest kaotsi ümmarguselt pool ja saadi mitte veel täiesti puhast punaka värvusega parafiini.

Raskeõlidest leiti tõrva kohta aluselisi õlisid 4,12% ja happelisi 2,74%, seega tõrva kohta üldse happelisi õlisid $8,72 + 2,74 = 11,46\%$ ja aluselisi $0,31 + 4,12 = 4,43\%$.

Tõrva- ehk uttevee erikaal temperatuuril 15°C oli 1,018. Reaktsioon — leelise. Tõrvavesi sisaldab 1,41% NH_3 , mis vastab 5,50% vävelhapule ammoniumile. Sidumata NH_3 oli 0,056%. Äädik- ja teisi happeid (arvestatud äädikhappele) oli 3,76%. Värvuseta leegiga põlevaid aineid (CH_3OH , CH_3COCH_3 ja muud) oli tõrvavees 1,70%, sellest metüülalkoholi 0,90% ja atsetooni 0,124%.

4. Tootsi brikett-turvas.

a) Brikett-turba omadusi.

Tootsi brikett-turvas, mida kasutati koksistamiseks, oli valmistatud 1938. a. freesturbast peale seda, kui viimane oli talv-läbi kuhjas seisnud ja allunud kõigile neile muutusile, millega on seotud freesturba kuhjaseismine.

Brikett-turba analüüsil ja põlemis- ning kütteväärtuse määramisel saadud andmed on toodud tabelis 11.

T a b e l 11.

	Õhukuiva turba kohta	Absoluutkuiva turba kohta	Orgaanilise aine kohta
Niiskus	12,80%	—	—
Tuhk	7,37%	8,45%	—
Vesinik (H)	4,44%	5,09%	5,56%
Süsinik (C)	44,80%	51,05%	55,76%
N + S + O	30,59%	35,41%	38,68%
Orgaaniline aine	79,83%	91,55%	100,00%
Põlemisväärtus	4218 kcal/kg	4838 kcal/kg	5284 kcal/kg
Kütteväärtus	3902 "	4567 "	4984 "

Muck'i järgi koksi ja lendosade määramise tulemused on toodud tabelis 12.

T a b e l 12.

	Õhukuiva turba kohta	Absoluutkuiva turba kohta	Orgaanilise aine kohta
	%	%	%
Niiskus	12,80	—	—
Lendosad	59,10	67,97	74,03
Tuhavaba koks	20,73	23,78	25,97
Tuhk	7,37	8,45	—

b) Koksistamine nr. 9.

Koksistamiseks võeti 8817 g eelnimetatud Tootsi brikett-turvast. Brikett-turvas sisaldas niiskust 12,80% ja tuhka 7,37%.

Koksistamistemperatuur oli 750° C. Koksistamise kestus — 7 tundi 30 min.

Andmed saagiste kohta on toodud tabelis 13.

T a b e l 13.

	Õhukuiva turba kohta g	Õhukuiva turba kohta %	Absoluutkuiva turba kohta %
Koks	2875,5	32,61	37,40
Tõrv	943,5	10,70	12,27
Niiskusvesi	1128,0	12,80	—
Lagunemisvesi	1373,0	15,57	17,85
Gaasbensiin	129,5	1,47	1,68
Gaas + kadu	2367,5	26,85	30,80

Gaasi saadi mahuliselt 2234,9 liitrit, mis vastab 2119 n.-liitrile. Seega tuleb ühe kg briketi kohta 240,3 n.-liitrit ehk ühe kg absoluutkuiva briketi kohta 275,6 n.-liitrit.

Gaasi fraktsioonil, alates 530° C kuni koksistamise lõpuni, määrati elementaarne koostis ja põlemisväärtus.

Elementaarne koostis nimetatud lõppfraktsioonil oli:

CO ₂	6,6%
O ₂	0,6%
C _n H _m	0,4%
CO	22,2%
H ₂	40,2%
CH ₄	23,0%
N ₂	7,0%

Selle lõppfraktsiooni põlemisväärtus oli 3676 kcal/m³ ja seda lõppfraktsiooni saadi 120 n.-liitrit ühe kg absoluutkuiva turba kohta.

Briketi lineaar-kokkutõmbumine koksistamisel oli 27,32% pikuti briketti ja 27,50% laiuti briketti. Briketikoks lõhenes perpendikulaarselt brikettimise surve sihile õhukesteks, umbes 0,5 cm paksusteks lehekesteks, nii et 1 cm servamõõduga kuubikuid survetugevuse määramiseks

temast valmistada ei saadud. Kuid needki õhukesed lehekused ei ole just nõrgad, pulbriks nad igatahes kergesti ei murene.

Lendosi Muck'i järgi oli koksisis 4,55%.

c) Tootsi brikett-turba tõrv ja uttevesi.

Briketitõrva esialgne niiskus oli 15,36%, peale 7-tunnist seismist temperatuuril 40—70° C 4,21% ja peale 17-tunnist seismist samal temperatuuril — 3,20%.

Bensoolis lahustumatuid aineid leiti 2,62%, mis teeb absoluutkuiva tõrva kohta 2,71%.

Tõrva erikaal (3,20%-se niiskuse juures) 50° C temperatuuril oli 0,9885.

Tõrva tilktäpp Ubbelohde järgi oli 26,5° C. Veeauruga eralduvaid kergemaid õlisid oli tõrvas 16,12 mahu-% ehk 13,23 kaalu-%, mis teeb absoluutkuiva tõrva kohta 13,68 kaalu-%.

Gudrooni oli seega absoluutkuiva tõrva kohta 86,32 kaalu-%.

Veeauruga eraldatud kergeõlid sisaldasid aluselisi õlisid 8,53%, mis teeb tõrva kohta 1,13% ehk absoluutkuiva tõrva kohta 1,17%.

Happelisi õlisid sisaldasid kergeõlid 9,63%, mis teeb tõrva kohta 1,27% ehk absoluutkuiva tõrva kohta 1,31%.

Veeauruga eraldatud kergeõlide erikaal temperatuuril 15° C oli 0,8990 ja peale aluseliste ja happeliste õlide eraldamist 0,8580.

Aktiivsõega kinnipüütud gaasbensiini erikaal puhastamatult temperatuuril 15° C oli 0,8285.

Gudrooni tilktäpp Ubbelohde järgi oli 29,5° C. Asfalteene saadi gudrooni kohta 15,47%, mis teeb tõrva kohta 11,80 ehk absoluutkuiva tõrva kohta 12,19%.

Toorparafiini saadi gudrooni kohta 11,41%, mis teeb tõrva kohta 8,77% ehk veevaba tõrva kohta 9,06%.

Raskeõlidest leiti aluselisi õlisid absoluutkuiva tõrva kohta 4,05% ja happelisi ehk kreosoot-õlisid 12,83%, seega absoluutkuiva tõrva kohta aluselisi õlisid üldse $1,17 + 4,05 = 5,22\%$ ja happelisi õlisid $1,31 + 12,83 = 14,14\%$.

Uttevee erikaal temperatuuril 15° C oli 1,0295. Uttevee reaktsioon oli leelisene.

Uttevesi sisaldas 2,21% NH_3 , mis vastab 8,57% väävelhapule ammoooniumile; äädikhapet ja teisi orgaanilisi happeid (arvatud äädikhappena) oli uttevees 1,37%, mis esinesid kõik seotud kujul.

Värvuseta leegiga põlevaid aineid oli tõrvavees üldse 1,0%. Metüülalkoholi-sisaldus uttevees oli 0,50% ja atsetoonisisaldus 0,051%.

5. Lehtse masinaturvas.

a) Lehtse masinaturba omadusi.

Koksistamisel kasutatud Lehtse turbasoo turba proov oli tööstuslik masinaturvas, pärit Lehtse tööstuse 1938. a. toodangust.

Selles proovis määrati niiskuse- ja tuhasisaldus, koksi- ja lendosadesisaldus Muck'i järgi ning utmissaagised Fischeri aparaadiga.

Niiskusesisaldus oli 23,90%, tuhasisaldus absoluutkuivas turbas 3,13%. Andmed Fischeri aparaadiga utmise saagiste kohta on toodud tabelis 14.

Tabel 14.

	Õhukuiva aine kohta g	Õhukuiva aine kohta %	Absoluutkuiva aine kohta %
Koks	17,24	34,48	45,3
Tõrv	4,70	9,40	12,4
Niiskusvesi	11,95	23,90	—
Lagunemisvesi	6,55	13,10	17,2
Gaas + kadu	9,56	19,12	25,1

Andmed Muck'i järgi määratud lendosade ja koksi kohta on toodud tabelis 15.

Tabel 15.

	Õhukuiva aine kohta %	Absoluutkuiva aine kohta %	Orgaanilise aine kohta %
Niiskusvesi	23,90	—	—
Lendosad	51,88	68,17	70,37
Tuhavaba koks	28,46	28,70	29,63
Tuhk	2,37	3,13	—

Lehtse masinaturba põlemisväärtus absoluutkuiva turba kohta oli 5368 kcal/kg ja orgaanilise aine kohta 5534 kcal/kg.

Lehtse masinaturbaga teostati koksistamiskatsed nr. 3, 4, 11, 12 ja 13. Et katsed nr. 3 ja 4 teostati ilma elekterfiltrita, piirdume siin ainult koksisaagiste esitamisega.

b) Koksistamine nr. 3.

Lähteaineks võeti 5 kg Lehtse masinaturvast, mis sisaldas 23,90% niiskust ja absoluutkuiva aine kohta 3,13% tuhka.

Koksistamistemperatuur oli 750° C. Koksistamise kestus — 10 tundi 10 min.

Koksi saadi 1397 g ehk 27,94%, mis teeb absoluutkuiva turba kohta 36,7%.

Koksi survetugevus oli 27—147 kg/cm², keskmiselt 80 kg/cm².

c) Koksistamine nr. 4.

Lähteaineks oli 5 kg Lehtse masinaturvast, mis sisaldas 23,90% niiskust ja absoluutkuiva aine kohta 3,13% tuhka.

Koksistamistemperatuur (keskmine) oli ca 700° C. Koksistamise kestus — 8 tundi 50 min.

Koksi saadi õhukuiva turba kohta 1584 g ehk 31,7%, mis teeb absoluutkuiva turba kohta 41,6%.

d) Koksistamine nr. 11.

Lähteaineks võeti 2,5 kg Lehtse masinaturvast, mis sisaldas 15,50% niiskust ja absoluutkuiva aine kohta 3,13% tuhka.

Koksistamistemperatuur oli 750° C. Koksistamise kestus — 6 tundi 45 min. Katsel kasutati elekterfiltrit.

Andmed saagiste kohta on esitatud tabelis 16.

Tabel 16.

	Õhukuiva turba kohta g	Õhukuiva turba kohta %	Absoluutkuiva turba kohta %
Koks	805,0	32,20	38,11
Tõrv	240,0	9,60	11,36
Niiskusvesi	387,5	15,50	—
Lagunemisvesi	445,5	17,82	21,09
Gaasbensiin	42,5	1,70	2,01
Gaas + kadu	579,5	23,18	27,43

Mahuliselt saadi gaasi 563 liitrit, mis vastab 537,5 n.-liitrile. Seega saadi gaasi 1 kg õhukuiva turba kohta 213,4 n.-liitrit ehk 1 kg absoluutkuiva turba kohta 250,9 n.-liitrit.

Gaasi liitrikaal, gaasi koostise järgi arvestades, oli 1,0199 g. Gaasi erikaal, kui $\delta_{hk} = 1$, on 0,7825.

Gaasi koostis: CO_2	28,4%
O_2	1,1%
C_nH_m	0,9%
CO	15,8%
H_2	31,6%
C_2H_6	0,8%
CH_4	17,4%
N_2	4,0%

Gaasi põlemisväärtus katseliselt oli 3327 kcal/m³, koksi survetugevus 115—150 kg/cm², keskmiselt 130 kg/cm².

Koksi koostis Muck'i järgi määramisel:

lendosi	6,7%
tuhavaba koksi	85,1%
tuhka	8,2%

Koksi põlemisväärtus 7452 kcal/kg.

e) Koksistamine n. r. 12.

Koksistamiseks võeti 5 kg Lehtse masinaturvast, mis sisaldas 15,50% niiskust ja absoluutkuiva turba kohta 3,13% tuhka. Koksistamistemperatuur oli 550° C. Koksistamise kestus — 6 tundi 45 min. Andmed saagiste kohta on toodud tabelis 17.

Tabel 17.

	Õhukuiva turba kohta g	Õhukuiva turba kohta %	Absoluutkuiva turba kohta %
Koks	1706,0	34,12	40,38
Tõrv	444,5	8,89	10,52
Niiskusvesi	775,0	15,50	—
Lagunemis vesi	991,0	19,82	23,46
Gaasbensiin	105,0	2,10	2,48
Gaas + kadu	978,5	19,57	23,16

Gaasi saadi mahuliselt 805,1 liitrit, mis vastab 760,8 n.-liitri; seega ühe kg turba kohta 152,2 n.-liitrit ehk 1 kg absoluutkuiva turba kohta 191,9 n.-liitrit.

Gaasi koostis: CO ₂	37,5%
C _n H _m	1,3%
O ₂	1,7%
CO	12,5%
H ₂	20,6%
CH ₄	13,2%
N ₂	13,2%

Gaasi põlemisväärtus 3231 kcal/m³.

f) Lehtse masinaturba tõrv ja uttevesi.

Tõrvad katseist nr. 4, 11 ja 12 ühendati analüüsimiseks. Tõrva esialgne niiskus oli 19,18%, niiskus peale 7-tunnist seismist 45°—70° C temperatuuril oli 2,48% ja peale 8-tunnist seismist samal temperatuuril — 1,88%.

Bensoolis lahustumatuid aineid 3,35%. Tõrva tilktäpp Ubbelohde järgi oli 28° C. Tõrva erikaal (50° C temperatuuril) oli 0,9880.

Veeauruga eraldatavaid kergeõlisid oli tõrvas 12,52 mahu-% ehk 11,11 kaalu-%, mis teeb absoluutkuiva tõrva kohta 11,32 kaalu-%. Veeauruga eraldatud kergeõlide erikaal oli 0,8950 ja peale happeliste ja aluseliste õlide eraldamist 0,8565.

Aluselisi õlisid oli kergeõlides 1,50% kergete kohta ja 0,17% tõrva kohta.

Happelisi õlisid oli kergeõlides 11,68% kergete kohta, 1,30% tõrva kohta ehk 1,32% absoluutkuiva tõrva kohta.

Gudrooni tilktäpp Ubbelohde järgi oli 36° C.

Asfalteene oli gudroonis gudrooni kohta 9,77% ja tõrva kohta 7,97%.

Parafiini oli gudroonis gudrooni kohta 20,24% ja tõrva kohta 16,52%. Parafiin seejuures võrdlemisi tumedavärvuseline. Ühekordsel puhastusel floriidiinmullaga saadi punasevärvuseline parafiin.

Raskeõlides oli aluselisi õlisid gudrooni kohta 0,59% ja tõrva kohta 0,48%.

Aluselisi õlisid tõrva kohta oli seega üldse $0,48 + 0,17 = 0,65\%$.

Happelisi ehk kreosoot-õlisid leiti raskeõlides 9,61%, mis teeb tõrva kohta 8,52%.

Kokku oli happelisi õlisid tõrva kohta $1,30 + 8,52 = 9,82\%$.

Uttevesi oli värvuselt pruun. Uttevee erikaal temperatuuril 15° C oli 1,008. Uttevee reaktsioon — happeline. Uttevesi sisaldas 0,66% NH₃ ja 3,11% happeid (äädikhappena arvestatud), sellest sidumata 0,78%.

Metüülalkoholi oli uttevee kohta 0,59%, atsetooni 0,216%. Värvu-
seta leegiga põlevaid aineid (puupiiritust, atsetooni ja mitmesügu-
seid aldehüüde ja ketoone) oli uttevee kohta üldse 1,2%.

6. Harku masinaturvas.

a) Harku masinaturba omadusi.

Koksistamiseks kasutatud Harku turbasoo masinaturba proov oli pärit
Harku turbatööstuse Valgeraba 1938. a. toodangust.

Nimetatud proovis määrati niiskuse- ja tuhasisaldus, koks ja lend-
osad Muck'i järgi ning utmissaagised Fischeri aparaadiga. Andmed niis-
kuse, tuha, koksi ja lendosade kohta on toodud tabelis 18.

Tabel 18.

	Õhukuiva turba kohta %	Absoluutkuiva turba kohta %	Orgaanilise aine kohta %
Niiskus	24,00	—	—
Lendosad	52,40	68,95	71,06
Tuhavaba koks	21,33	28,06	28,94
Tuhk	2,27	2,99	—

Andmed utmissaagiste kohta Fischeri aparaadiga on toodud tabelis 19.

Tabel 19.

	Õhukuiva turba kohta g	Õhukuiva turba kohta %	Absoluutkuiva turba kohta %
Koks	16,87	33,74	44,4
Tõrv	4,48	8,96	11,8
Niiskusvesi	12,00	24,00	—
Lagunemisvesi	4,20	8,40	11,0
Gaas + kadu	12,45	24,90	32,8

Harku masinaturba kütteväärtus absoluutkuiva aine kohta oli 5126
ja põlemisväärtus orgaanilise aine kohta 5608 kcal/kg.

Harku masinaturbaga toimetati koksistamiskatsed nr. 5, 6, 7, 8 ja 10.

b) Koksistamised nr. 5, 7 ja 8.

Nende katsete juures tuli mõningail põhjusil koksistamine lõpetada
teatava lõpptemperatuurini jõudmisel, ilma et sellel lõpptemperatuuril

oleks võidud koksistamist vajalikul määral jätkata. Tabelis 20 on toodud andmeid nende katsete kohta.

Tabel 20.

	Katse nr. 5	Katse nr. 7	Katse nr. 8
Koksistamise maksimaalne temperatuur	750° C	340° C	390° C
Koksistamise aeg	5 tundi	2 t. 12 min.	2 t. 41 min.
Lähteaine niiskus	24%	16%	16%
Koksi % õhukuiva aine kohta	32,53%	58%	48,80%
Koksi % absoluutkuiva aine kohta	42,81%	69,15%	58,06%
Koksi nähtavad omadused	Ebäühtlane	Seest kok- sistamata	Seest kok- sistamata

c) Koksistamine nr. 10.

Lähteaineks võeti 5 kg Harku masinaturvast, mis sisaldas 16% niiskust ja absoluutkuiva turba kohta 2,99% tuhka. Koksistamistemperatuur oli 750° C. Koksistamise kestus — 7 tundi 16 min.

Andmed saagiste kohta on toodud tabelis 21.

Tabel 21.

	Õhukuiva aine kohta g	Õhukuiva aine kohta %	Absoluutkuiva aine kohta %
Koks	1562,5	31,25	37,19
Tõrv	609,0	12,18	14,51
Niiskusvesi	800,0	16,00	—
Lagunemisvesi	855,0	17,10	20,36
Gaasbensiin	79,0	1,58	1,88
Gaas + kadu	1094,5	21,89	26,06

Gaasi saadi mahuliselt 845 liitrit, mis vastab 802,3 n.-liitri; seega 1 kg õhukuiva turba kohta 160,5 n.-liitrit ehk 1 kg absoluutkuiva turba kohta 191 n.-liitrit.

Gaasi põlemisväärtus oli 3747 kcal/m³, koksi survetugevus 111 kg/cm².

Koksi koostis:	lendosi	10,15%
	tuhavaba koksi	81,81%
	tuhka	8,04%

d) Harku masinaturba tõrv ja uttevesi.

Turbatõrvad katseist nr. 5, 6 ja 10 ühendati määramisteks. Tõrva esialgne niiskus oli 9,68%, peale 18-tunnist seismist temperatuuril 45°—70° C oli see 1,48%.

Bensoolis lahustumatuid aineid oli tõrva kohta 2,38% ehk absoluutkuiva tõrva kohta 2,41%.

Tõrva erikaal (1,48%-se niiskuse juures) temperatuuril 50° C oli 0,9355.

Tõrva tilktäpp Ubbelohde järgi oli 31° C.

Veeauruga üleminevaid kergeõlisid oli tõrva kohta 8,56 mahu-% ehk 7,82 kaalu-%, mis absoluutkuiva tõrva kohta teeb 7,94 kaalu-%.

Kergeõlide erikaal oli 0,8745 ja peale happeliste ja aluseliste õlide eraldamist 0,8430.

Harku turba puhastamata gaasbenssiini erikaal oli 0,8060. Aluselisi õlisid oli kergete kohta 1,47%, tõrva ja ka absoluutkuiva tõrva kohta 0,12%.

Happelisi õlisid oli kergeõlides 14,17% kergete kohta, 1,11% tõrva kohta ja 1,13% absoluutkuiva tõrva kohta.

Peale kergeõlide veeauruga eraldamist tõrvast jagunes järelejäänud Harku masinaturba tõrv ehk nn. gudroon kahte ossa. Esimene osa kogunes vee peale ja teine langes põhja. Viimane sisaldas peamiselt asfalteene, mistõttu seda võib nimetada asfalttõrvaks ehk asfaltgudrooniks. Asfaltgudrooni oli tõrva kohta 27,28%.

Esimese osa, s. o. harilikku gudrooni tilktäpp Ubbelohde järgi oli 37,5° C, kuna asfaltgudroonil oli see 46° C.

Asfalteene oli gudroonis (I osa) gudrooni kohta 27,28% ja tõrva kohta 7,08.

Parafiine oli gudroonis (I osa) gudrooni kohta 15,79% ja tõrva kohta 9,84%.

Raskeõlides oli aluselisi õlisid absoluutkuiva tõrva kohta 0,40%, seega aluselisi kergetis ja raskeis kokku $0,40 + 0,12 = 0,52\%$.

Happelisi õlisid oli raskeõlides absoluutkuiva tõrva kohta 16,61%, seega happelisi õlisid kergetis ja raskeis kokku $14,61 + 0,52 = 15,13\%$.

Uttevee erikaal $D_4^{15} = 1,012$. Uttevee reaktsioon — happeline. NH_3 -sisaldus uttevees — 0,46%. Orgaanilisi happeid, arvestatud äädikhappena, oli 2,5%.

7. Lavassaare masinaturvas.

a) Lavassaare masinaturba omadusi.

Lavassaare masinaturba proov saadi tööstusest 9. veebr. 1941. Proov koosnes väga erineva niiskusesisaldusega turbapätsidest, mis olid pärit kuult tööstusväljakult. Keskmised niiskuse- ja tuhasisaldused väljakute järgi on toodud tabelis 22.

Tabel 22.

Väljaku nr.	Niiskus %	Niiskus pärast kuivatamist toatemperatuuril %	Tuhk absoluutkuiva turba kohta %
1	44,08	13,32	2,29
	28,10	12,66	1,98
3	51,72	13,19	2,69
4	30,00	12,03	3,48
5	51,01	13,10	3,18
6	58,87	13,00	3,65

Seguproovist, mis koostati kõikide väljakute turbast, määrati elementaarne koostis ja põlemis- ning kütteväärtus. Andmed on esitatud tabelis 23.

Tabel 23.

	Õhukuiva turba kohta %	Absoluutkuiva turba kohta %	Orgaanilise aine kohta %
Niiskus	12,69	—	—
Tuhk	2,22	2,54	—
Vesinik (H)	4,92	5,63	5,78
Süsinik (C)	48,73	55,82	57,27
Lämmastik (N)	1,31	1,50	1,54
Väävel (S)	0,19	0,22	0,23
Hapnik (O)	29,94	34,29	35,18
Põlemisväärtus	4624 kcal/kg	5297 kcal/kg	5434 kcal/kg
Kütteväärtus	4281 „	4991 „	5121 „

Andmed koksi ja lendosade kohta, mis saadi koksistamisel Muck'i järgi, on kokku võetud tabelis 24.

Tabel 24.

	Õhukuiva turba kohta %	Absoluutkuiva turba kohta %	Orgaanilise aine kohta %
Niiskus	12,08	—	—
Lendosad	61,38	69,82	71,64
Tuhavaba koks	24,31	27,64	28,36
Tuhk	2,25	2,54	—

Seguprooviga, mis sisaldas 12,08% niiskust ja 2,23% tuhka, tehti utmiskatseid Fischeri aparaadiga. Utmis-andmed (temperatuuril 500° C) on kokku võetud tabelis 25.

Tabel 25.

	Õhukuiva turba kohta %	Absoluutkuiva turba kohta %	Orgaanilise aine kohta %
Koks	38,36	43,63	42,17
Tõrv	11,00	12,51	12,83
Niiskusvesi	12,08	—	—
Lagunemisvesi	9,04	10,28	10,55
Gaas + kadu	29,52	33,58	34,45

b) Koksistamine nr. 17.

Lähteaineks tarvitati 4,968 kg Lavassaare masinaturvast, mis sisaldas kõikide väljakute turbapätse ja mille keskmine niiskus oli 41,62%.

Koksistamise lõpptemperatuur oli 650° C. Koksistamise kestus — 8 tundi 30 min. Elektrivoolu kulus 21,1 kWh. Saagised on kokku võetud tabelis 26.

Tabel 26.

	Turba kohta g	Turba kohta %	Absoluutkuiva turba kohta %
Koks	1134,5	22,83	39,11
Tõrv	317,9	6,40	10,96
Niiskusvesi	2067,0	41,62	—
Lagunemisvesi	494,6	9,95	17,05
Gaasbensiin	77,5	1,56	2,67
Gaas + kadu	876,5	17,64	30,21

Gaasi saadi mahuliselt 880 liitrit, mis vastab 813,7 n.-liitrile; seega gaasi 1 kg turba kohta 163,8 n.-liitrit ehk 1 kg absoluutkuiva turba kohta 280,5 n.-liitrit.

Gaasi põlemisväärtus oli 2933 kcal/m³.

Gaasi koostis: CO ₂	30,9%
C _n H _m	0,8%
O ₂	1,0%
CO	16,1%
H ₂	30,2%
CH ₄	8,0%
N ₂	13,0%

Koksi põlemisväärtus — 7265 kcal/kg. Koksi niiskus — 1,98%. Tuhka — 6,94% ehk absoluutkuiva koksi kohta 7,08%. Koksis väävlit (S) — 0,350%. Koksis P₂O₅ — 0,15%.

Määratud Muck'i järgi: lendosi	3,5%
tuhavaba koksi	89,42%
tuhka	7,08%

c) Koksistamine nr. 18.

Lähteaineks võeti 4,027 kg Lavassaare 6 väljaku masinaturvast, keskmise niiskusega 40,23%.

Koksistamise lõpptemperatuur oli 550° C. Koksistamise kestus — 7 tundi 45 min. Elektrivoolu kulus 18,2 kWh. Saagised on kokku võetud tabelis 27.

Tabel 27.

	Turba kohta g	Turba kohta %	Absoluutkuiva turba kohta %
Koks	1020,0	25,33	42,38
Tõrv	328,2	8,15	13,63
Niiskusvesi	1620,0	40,23	—
Lagunemisvesi	348,8	8,66	14,49
Gaasbeniin	59,5	1,48	2,47
Gaas + kadu	650,5	16,15	27,03

Gaasi saadi mahuliselt 663,5 liitrit, mis vastab 618,9 n.-liitrile; seega 1 kg turba kohta 153,7 n.-liitrit ehk 1 kg absoluutkuiva turba kohta 257,1 n.-liitrit.

Gaasi põlemisväärtus 3162 kcal/nm³.

Gaasi koostis: CO ₂	34,0%
C _n H _m	0,8%
O ₂	0,6%
CO	14,8%
H ₂	29,8%
CH ₄	12,5%
N ₂	7,5%

Koksi põlemisväärtus — 7332 kcal/kg. Koksi niiskus — 1,74. Koksis tuhka — 6,49, absoluutkuiva koksi kohta 6,60%. Väävlit koksis — 0,36, P₂O₅ — 0,13%.

Muck'i järgi määratud: lendosi	6,00%
tuhavaba koksi	87,40%
tuhka	6,60%

d) Koksistamine n. r. 19.

Lähteaineks võeti 3427,0 kg Lavassaare 6 väljaku masinaturvast, keskmise niiskusega 28,00%.

Koksistamise lõpptemperatuur 700° C. Koksistamise kestus — 9 tundi 5 min.

Saagised on kokku võetud tabelis 28.

T a b e l 28.

	Turba kohta g	Turba kohta %	Absoluutkuiva turba kohta %
Koks	894,0	26,08	36,23
Tõrv	232,9	6,80	9,44
Niiskusvesi	959,6	28,00	—
Lagunemisvesi	426,5	12,45	17,29
Gaasbensiin	63,5	1,85	2,57
Gaas + kadu	850,5	24,82	34,47

Gaasi saadi mahuliselt 956 liitrit, mis vastab 893,9 n.-liitrile; seega gaasi 1 kg turba kohta 260,8 n.-liitrit ehk 1 kg absoluutkuiva turba kohta 362,3 n.-liitrit.

Gaasi põlemisväärtus 2769 kcal/nm³.

Gaasi koostis: CO ₂	25,2%
C _n H _m	0,3%
O ₂	0,3%
CO	19,5%
H ₂	36,0%
CH ₄	7,8%
N ₂	10,3%

e) Lavassaare masinaturba tõrv ja uttevesi.

Tõrva niiskus 8,01%. Tõrva niiskus peale 10-tunnist seismist temperatuuril 40—70° C — 2,20%.

Bensoolis lahustumatuid osi tõrvas 2,79%.

Tõrva tilktäpp (Ubbelohde järgi) — 33° C. Tõrva erikaal 20° C temperatuuril — 1,021, 50° C temperatuuril — 0,9949.

Veeauruga eraldatavaid osi tõrvas 13,93% ja gudrooni tõrvas 86,07%. Veeauruga eraldatavate õlide ehk kergeõlide erikaal:

temperatuuril 20° C — 0,9205

„ 15° C — 0,9235

Gudrooni tilktäpp Ubbelohde järgi 41° C. Gudroonis asfalteene: gudrooni kohta 52,65, tõrva kohta 45,32%. Gudroonis parafiini: gudrooni kohta 8,86%, tõrva kohta 7,63%.

Uttevee reaktsioon — leelisene. Uttevee erikaal temperatuuril 20° C — 1,0065.

Vaba ammoniaaki uttevees 0,0012%. Kogu NH₃-sisaldus — 0,48%. Happeid, arvestatud äädikhappena, 1,99%, mis kõik esineb seotud kujul.

Värvuseta leegiga põlevaid aineid uttevees 1,00%. Puupiiritust uttevee kohta 0,39%. Atsetooni uttevee kohta 0,21%.

f) Lavassaare masinaturba miilis-koksistamine.

Peale laboratoorsete koksistamiste toimetati Lavassaare turbaga koksistamist miilis. Selleks kasutati pikerguse auk-miili menetlust.

Lähteaineks võeti 4070 kg masinaturvast, niiskusega 30,4% ja tuhaga absoluutkuiva kohta 2,90%. Sellest jäi koksistamata või koksistus puudulikult 670 kg turvast. Ülejäänud 3400 kg turvast andis 1031 kg kõlblikku koksi, millest 644,5 kg jäi sõelale augu läbimõõduga 2,5 cm ja ülejäänud 386,5 kg läbis sõela augu läbimõõduga 2,5 cm ning jäi sõelale augu läbimõõduga 1 cm. Seega tarvitamiskõlbliku koksi saagis oli 30,3%. Koksi niiskus 5,25%, tuhka 5,47%, tuhka absoluutkuiva koksi kohta 5,77%, lendosi 6%, põlemisväärtus absoluutkuiva koksi kohta 7230 kcal/kg ja kütteväärtus 7054 kcal/kg.

8. Kreenholmi masinaturvas.

a) Kreenholmi masinaturba omadusi juhuslike proovide põhjal ja proovi võtmine.

1942. a. sügisel toodi Instituuti analüüsida 6 masinaturba-pätsi, mil-
lede humiinistumisaste oli umbes 40—70% piirides. Nimetatud turba-
pätsid näitasid analüüsimisel andmeid, mis on toodud tabelis 29.

Tabel 29.

Proovid	Absoluutkuiva aine kohta				
	tuha %	kütteväärtus kcal/kg	C	H	N + S + O
A	0,89	4937			
B	1,02	5162			
C	0,76	4766			
D I	1,24	5003	55,05	5,63	39,32
D II	1,06	4849	53,66	5,64	40,70
D III	1,12	5003	54,71	5,61	39,68

Järelepärimisel selgus, et tegemist oli Kreenholmi turbatööstuse tur-
baga. Et sellise humiinistumisastme, süsinikusisalduse ja kütteväärtusega
turba kohta on nii madal tuhasisaldus väga hinnatav, siis asuti selgi-
tama, kas Kreenholmi turbatööstuse turvas on kogu ulatuses selliste oma-
dustega või ainult mõni osa sellest.

Selle selgitamiseks mindi 1944. a. sügisel Kreenholmi turbatöös-
tusse turbaproove võtma.

Kreenholmi turbatööstus on rajatud 1920. a. Narva lähedale Kõrge-
soo turba ekspluateerimiseks. Turbasoo suurus on 580 ha. Algusest peale
kuni 1939. a. on töötanud 2 turbamasinat, alates 1939. a. — 4 turba-
masinat. Kaks viimatirakendatud turbamasinat, nimelt turbamasinad
nr. 3 ja 4, töötavad eelmistest mõned kilomeetrid eemal. Turbatööstuse
kasutajaks on olnud Kreenholmi Manufaktuuri o/ü.

Tööstuse toodangu omaduste selgitamiseks võeti 1942. a. toodangu
(1943. a. toodang puudus sõjaolude tõttu) keskmine proov turba la-
opplatsilt Narvast. Proov koosnes kõigi nelja turbamasina toodangust. Tur-
vas oli üle aasta väljas kuhjas seisnud.

Pealeselle võeti rabast puurimise teel proovid turbamasinate toot-
mismaa-alade järgi. Seejuures selgus, et turbamasinate nr. 1 ja 2 toot-
mismaa-ala turvas erineb botaanilise koostise ja tuhasisalduse poolest
märgatavalt turbamasinate nr. 3 ja 4 tootmismaa-ala turbast, kusjuures

paremaks osutus turbamasinate nr. 1 ja 2 turvas. Selle ala suuruseks võib seniste andmete järgi pidada ümmarguselt 100 ha, mis annaks 400 000 t allpoolnäidatud omadustega turvast.

Turbamasinate nr. 3 ja 4 tootmismaa-ala turvas (umbes 100 ha ulatuses, mis annab 300 000 tonni õhukuiva turvast) ei ole küll enam nii vähese tuhasisaldusega kui eelmine, kuid on siiski veel üsna hea turvas.

Et võetud turbaproovid, nii turba aastatoodangust kui ka vastava raba-ala puurimise kaudu, esindavad ainult lähema tootmismaa-ala turvast umbes 200 ha ulatuses, siis ülejäänud Kõrgesoo osa kohta (ca 380 ha) puuduvad alles täpsed andmed, kuid arvata võib, et selle ala turba omadused osutuvad umbes eelmiste vahepealseiks, sest see ala asetseb ka geograafiliselt eelmiste vahepeal.

b) Turba botaaniline ja keemiline iseloomustus.

Kreenholmi turbatööstuse turvas jaguneb oma botaaniliselt koostiselt kahte liiki. Turbasoo ala, kus töötavad turbamasinad nr. 1 ja 2, sisaldab *Sphagnum*-turbast (sammalturbast) humiinistumisastmega 50—60%.

Turbasoo ala, kus töötavad turbamasinad nr. 3 ja 4, sisaldab — välja arvatud ülemine umbes 1 m paksune kiht — peamiselt *Carex*-turbast (lõikheina-turbast). Humiinistumisaste selle ala turbal on 65—70%.

Turbamasinate nr. 1 ja 2 tootmismaa-alalt võetud turbaproovi botaaniline koostis ühemeetriste sügavuste järgi oli järgmine:

S ü g a v u s 0—1 m Humiinistumisaste 50%

<i>Sphagnum</i>	87%
<i>Eriophorum</i>	2%
Puuosad	1,5%
<i>Scheuchzeria</i>	1,5%
<i>Carex</i>	1%
Muud osad	7%
	<hr/>
	100%

S ü g a v u s 1—2 m Humiinistumisaste 60%

<i>Sphagnum</i>	84%
<i>Eriophorum</i>	8%
<i>Carex</i>	2%
Puuosad	1%
Muud osad	5%
	<hr/>
	100%

S ü g a v u s 2—3 m Humiiniastumisaste 55%

<i>Sphagnum</i>	97,6%
<i>Carex</i>	0,4%
Puuosad	1,0%
Muud osad	1,0%
	<hr/>
	100,0%

S ü g a v u s 3—4 m Humiiniastumisaste 50%

<i>Sphagnum</i>	85,0%
<i>Eriophorum</i>	5,0%
<i>Carex</i>	7,0%
Puuosad	1,0%
Muud osad	2,0%
	<hr/>
	100,0%

Turbamasinate nr. 3 ja 4 tootmismaa-alalt võetud proovi botaaniline koostis oli:

S ü g a v u s 0—1 m Humiiniastumisaste 65%

<i>Sphagnum</i>	79,0%
<i>Eriophorum</i>	5,0%
Puuosad	2,0%
<i>Carex</i>	11,0%
Muud osad	3,0%
	<hr/>
	100,0%

S ü g a v u s 1—2 m Humiiniastumisaste 70%

<i>Carex</i>	73,0%
<i>Sphagnum</i>	11,0%
<i>Eriophorum</i>	7,0%
Muud osad	9,0%
	<hr/>
	100,0%

M ä r k u s : Muude osade hulgas esinesid *Scheuchzeria*, *Calla palustris*, *Hypnum drepanocladus*, puuosad jne.

Carex 86%

Hypnum 5%

Sphagnum 3%

Scheuchzeria 1%

Muud osad (*Eriophorum*,
Calla palustris, *phragmites* jne.)

5%

100,0%

T a b e l 30.

Proovid	Õhukuiva turba kohta		Absoluutkuiva turba kohta			
	Niiskuse %	Tuha %	Tuha % (I määramine)	Tuha % (II määramine)	Tuha % (III määramine)	Tuha % (keskmine)
1	15,34	1,37	1,61			1,61
2	27,20	1,33	1,86			1,86
3	30,90	1,83	2,64			2,64
4	33,28	1,46	2,21			2,21
5	32,15	1,94	2,86			2,86
6	19,14	2,74	3,39			3,39
7	20,81	0,78	0,99			0,99
8	24,30	2,17	2,87			2,87
9	16,89	1,39	1,59	1,68		1,63
10	20,12	0,84	1,05	1,11		1,08
11	18,28	1,53	1,90	2,08		1,99
12	17,95	1,89	2,30	2,42		2,36
13	22,04	0,93	1,20	0,98		1,09
14	15,36	1,10	1,30	1,11		1,20
15	15,59	2,04	2,42	2,06	2,21	2,22
16	14,95	3,41	4,01	3,79		3,90
17	17,88	1,52	1,85	1,60		1,72
18	16,99	1,33	1,60	1,83		1,71
19	15,72	2,59	3,07	3,24		3,14
20	17,26	3,13	3,79	3,87		3,83
21	18,06	1,48	1,81	1,77		1,79
22	15,72	1,17	1,39	1,50		1,44
23	18,53	2,06	2,53	2,46		2,49
Matemaat. keskmine	—	—	—	—		2,18
Toodangu keskm. proov	19,43	1,66	2,06	2,18	2,21	2,12

Nende kahe tootmismaa-ala või turbasoo-osa turvaste botaanilise erinevusega on täiesti kooskõlas ka nende turvaste keemiline erinevus. Esmajoones vaatleme mõlema turbasoo-osa turbaproovide tuhasisaldusi.

Peale toodangu keskmise proovi (mis koosnes nelja turbamasina toodangust) niiskuse- ja tuhasisalduse määrati see real üksikuil turbapätsidel, et näha niiskuse- ja tuhasisalduse kõikumise ulatust. Saadud andmed on toodud tabelis 30.

Nagu andmed näitavad, sisaldab nelja turbamasina toodangu keskmine proov tuhka absoluutkuiva turba kohta keskmiselt 2,12%, kusjuures tuhasisalduse kõikumine üksikpätside järgi on 0,99—3,90% piirides. 23 üksikpätsi tuhasisalduse matemaatiline keskmine on 2,18% absoluutkuiva turba kohta.

Toodangu keskmine niiskus oli 19,43%, kusjuures kõikumine oli 14,95—33,28% piirides. Nii väike niiskus on tingitud turba ületalveiseimisest. Seepärast kasutatakse koksistamiseks ka tavaliselt ainult eelmise aasta toodangut.

Turbamasinate nr. 1 ja 2 tootmismaa-alalt puurimise teel võetud profiilproovi analüüsi tulemused on esitatud tabelis 31.

T a b e l 31.

Sügavus m	Õhukuiva (toatemp.) turba kohta		Absoluutkuiva turba kohta	
	Niiskuse %	Tuha %	Tuha %	
0—1	13,58	1,12	1,31	} Keskm. 1,46
1—2	13,35	1,27	1,47	
2—3	13,52	1,19	1,38	
3—4	12,90	1,46	1,68	

Andmed näitavad, et turbamasinate nr. 1 ja 2 tootmismaa-ala turvas omab väga väikese tuhasisalduse, mis absoluutkuivale turbale arvestades on 1,31—1,68% piirides. Keskmine tuhasisaldus absoluutkuiva turba kohta on seega ainult 1,46%. Välistingimustes õhukuiva (25%-se niiskusega) turba kohta on tuhasisaldus järelikult 1,1%. Selline tuhasisaldus nii tiheda ning hea humiiniastmega turba kohta on väga hea. Sellist turvast tuleb eriti hinnata turbakoksi valmistamise lähteainena.

Turbamasinate nr. 3 ja 4 tootmismaa-ala turvas ei oma enam nii väikest tuhasisaldust kui eelkirjeldatu ja tuleb selles suhtes lugeda keskmiste omadustega turvaste hulka.

Andmed nende turbamasinate tootmismaa-alalt puurimise teel võetud profiilproovi kohta on toodud tabelis 32.

Tabel 32.

Sügavus m	Toatemperatuuril õhukuiva turba kohta		Absoluutkuiva turba kohta	
	Niiskuse %	Tuha %	Tuha %	
0—1	13,62	1,37	1,59	} Keskm. 3,55
1—2	13,82	2,18	2,53	
2—2,9	14,24	5,6	6,53	

Kreenholmi turbatööstuse toodangu keskmise proovi elementaaranalüüsi andmed on esitatud tabelis 33.

Tabel 33.

	Õhukuiva (toatemperat.) aine kohta %	Absoluutkuiva aine kohta %	Orgaanilise aine kohta %
Niiskus	12,15	—	—
Tuhk	1,85	2,12	—
Süsinik (C)	48,46	55,17	56,36
Väävel (S)	0,15	0,17	0,17
Vesinik (H)	5,15	5,86	5,99
Lämmastik (N)	1,53	1,74	1,78
Hapnik (O)	30,71	34,94	35,60

Andmed keskmise proovi ja üksikproovi nr. 15 kütte- ja põlemisväärtuste kohta on toodud tabelis 34.

Tabel 34.

Proovid	Absoluutkuiva aine kohta			Org. aine kohta	20%-se niiskusega aine kohta kütteväärtus kcal/kg
	Tuha %	Põlemisv. kcal/kg	Küttev. kcal/kg	Põlemisväärtus kcal/kg	
Keskmine proov	2,12	5246	4979	5362	3887
Proov nr. 15	2,22	5369	5042	5491	3939

Et koksistamiseks kasutatakse tavaliselt ületalve seisnud turvast, mille niiskus ei ületa harilikult 20%, siis on eeltoodud tabelis esitatud andmed ka 20%-se niiskusega ainete kütteväärtuse kohta.

Fosfori- ja väävlisisalduse andmed keskmise proovi ja rea üksikproovide kohta on esitatud tabelis 35.

Tabel 35.

Proovid	Absoluutkuiva turba kohta			
	P ₂ O ₅	P	S	Tuhk
Keskmine proov	0,06	0,03	0,17	2,12
Proov nr. 7	0,07	0,03	0,11	0,99
Proov nr. 2	0,07	0,03	0,27	3,79
Proov III	0,08	0,04	0,34	6,53

Nagu andmed näitavad, on Kreenholmi turvas üldiselt sobiv nii fosfori- kui ka väävlisisalduse poolest, aga eriti heaks osutusid vähema tuhasisaldusega turbaproovid, millede fosforisisaldus oli näiteks 0,03% ja väävlisisaldus 0,11% absoluutkuiva turba kohta arvestatult.

Kreenholmi turba immediaat-analüüsi andmed on toodud tabelis 36.

Tabel 36.

	Õhukuiva (niisk. 18,06, tuhka — 1,48) turba kohta %	Absoluutkuiva turba kohta %	Orgaanilise aine kohta %
Koksi	24,33	29,69	28,39
Lendosi	75,67	70,31	71,61

Viimases lahtris näidatud koksi % orgaanilise aine kohta — 28,39% — tähendab, et niipalju oli tuha- ja niiskusvaba koksi arvestatud tuha- ja veevaba turba kohta.

Üldiselt peab ütleva, et Kreenholmi turbatööstuse turbamasinate nr. 1 ja 2 tootmismaa-ala turvas on oma keemilistelt omadustelt välja- paistvalt hea lähteaine turbakoksi tootmiseks, kuna turbamasinate nr. 3 ja 4 tootmismaa-ala turvas on selles suhtes keskpäraste omadustega.

c) Koksistamine nr. 20.

Koksistamiseks võeti 4,402 kg Kreenholmi masinaturvast, mille keskmine niiskus oli 20,00% ja tuhasisaldus 1,76% ehk absoluutkuiva turba kohta arvatuna 2,20%.

Koksistamise lõpptemperatuuriks oli 600° C. Koksistamise kestus — 7 tundi 25 min.

Koksistamissaagised on kokku võetud tabelis 37.

Tabel 37.

Saadused	Õhukuiva turba kohta kg	Õhukuiva turba kohta %	Absoluutkuiva turba kohta %
Koks	1,312	29,81	37,33
Tõrv	0,328	7,45	9,31
Niiskusvesi	0,880	20,00	—
Lagunemisvesi	0,982	22,29	27,80
Gaasbeniin	0,080	1,82	2,27
Gaas + kadu	0,820	18,63	23,29
Kokku:	4,402	100,00	100,00

Gaasi saadi mahuliselt 706,3 liitrit, mis vastab 700,1 n.-liitrile (s. o. 0° ja 760 mm Hg-samba rõhu juures).

Gaasihulga ümberarvutamine normaaltingimustele, mõõdetud rõhult ja temperatuurilt, toimus järgmiselt:

$$\frac{706,3 \cdot 273 \cdot 780,9}{283 \cdot 760} = 700,1 \text{ normaalliitrit.}$$

Seega ühe kg õhukuiva turba kohta saadi gaasi 159,1 n.-liitrit ja ühe kg absoluutkuiva turba kohta 198,8 n.-liitrit.

Koksi saadi 1,312 kg (absoluutkuiva), millest 63 kg ehk 4,8% oli peen koksipuru, mis läbis 1-sentimeetrise auguläbimõõduga sõela.

Koksi survetugevus oli 43,79 ja 37 kg pro 1 cm². Keskmise survetugevus seega 53 kg/cm².

Koksi niiskus õhukuivalt (toatemperatuuril) oli 2,87%, tuhasisaldus — 5,78%. Tuhasisaldus absoluutkuiva koksi kohta — 5,95%.

Väävlit absoluutkuiva koksi kohta leidus keskmiselt 0,20%.

Fosforhapendi- (P₂O₅) sisaldus absoluutkuiva koksi kohta oli 0,13%. Fosfori- (P) sisaldus sama koksi kohta seega 0,06%.

Temperatuuril 600° C toodetud koksi (mille niiskus 2,87% ja tuhasisaldus 5,78%) põlemis- ja kütteväärtused (nii õhukuiva, absoluutkuiva kui ka orgaanilise aine kohta) on toodud tabelis 38.

Tabel 38.

	Õhukuiva turba kohta kcal/kg	Absoluutkuiva turba kohta kcal/kg	Orgaanilise aine kohta kcal/kg
Põlemisväärtus	7425	7645	8128
Kütteväärtus	7309	7544	8023

Lendosi selles koksisis oli 2,75% absoluutkuiva koksi kohta ja 2,92% orgaanilise aine kohta.

d) Koksistamine nr. 21.

Koksistamiseks võeti 3,372 kg Kreenholmi masinaturvast, keskmise niiskusega 13,58% ja tuhasisaldusega 1,29% ehk tuhasisaldusega absoluutkuiva turba kohta 1,49%.

Koksistamise aeg — 17,5 tundi.

Koksistamise lõpptemperatuur — 500° C.

Saagised on kokku võetud tabelis 39.

Tabel 39.

	Õhukuiva turba kohta kg	Õhukuiva turba kohta %	Absoluutkuiva turba kohta %
Koks	1,152	34,17	39,54
Tõrv	0,222	6,58	7,62
Niiskusvesi	0,458	13,58	—
Lagunemisvesi	0,712	21,12	24,43
Gaas + kadu	0,747	22,15	25,63
Gaasbensiin	0,081	2,40	2,78
Kokku:	3,372	100,00	100,00

Gaasi saadi mahuliselt 422,2 liitrit, mis vastab 408,4 n.-liitrile; seega ühe kg õhukuiva (13,58%-se niiskusega) turba kohta 121,1 n.-liitrit ehk 1 kg absoluutkuiva turba kohta 140,2 n.-liitrit.

Koksi saadi 1,152 kg, milles peent koksipuru (mis läbis ühesenti-meetrise auguläbimõõduga sõela) oli 2,5%.

Koksi survetugevuse määramised näitasid 20, 27 ja 25 kg/cm². Keskmise survetugevus oli 24 kg/cm². Selline nõrk survetugevus on osalt tingitud asjaolust, et elekter-kütteseadme rikke tõttu tuli utmine kahel korral katkestada ja järgnevail päevadel uuesti alustada, kuid peamine põhjus peaks peituma arvatavasti masinaturba märjas olekus läbikülmutamises, mis nõrgestab tunduvalt tugevust.

Koksi niiskuse juures 0,71% oli tuhasisaldus 4,70%, tuhasisaldus absoluutkuiva koksi kohta 4,73%.

Väävlisisaldus absoluutkuiva koksi kohta oli 0,13%.

P₂O₅-sisaldus absoluutkuiva koksi kohta oli 0,12%, P-sisaldus seega 0,05% absoluutkuiva koksi kohta.

Immediaat-analüüsi andmed selle koksi kohta on toodud tabelis 40.

Tabel 40.

	Õhukuiva koksi kohta %	Absoluutkuiva koksi kohta %	Orgaanilise aine kohta %
Koksi	91,29	91,95	91,54
Lendosi	8,71	8,05	8,46

Andmed selle koksi põlemis- ja kütteväärtuse kohta on toodud tabelis 41.

Tabel 41.

	Õhukuiva koksi kohta kcal/kg	Absoluutkuiva koksi kohta kcal/kg	Orgaanilise aine kohta kcal/kg
Põlemisväärtus	7754	7809	8198
Kütteväärtus	7648	7709	8093

Kreenholmi turbakoksi kohta peab ütleva, et ta omab võrdlemise hea kütteväärtuse.

e) Gaasbensiin.

Gaasbensiin oli saamisel täiesti värvusetu, kuid paarikuulise seismise järel muutus punaseks. Tekkisid polümerisatsioon- ja kondensatsiooniprotsessid. Erikaal peale kahekuulist seismist oli puhastamata gaasbensiinil 0,8611 15° C t⁰-l. Neutraalsel (puhastatud) bensiinil samadel tingimustel oli see 0,8119 (15° C).

f) Uttevesi.

Uttevesi koosneb niiskus- ja lagunemisveest². Uttevee reaktsioon on olenev turba iseloomust. Mõni turvas annab happelise, teine aga aluselise reaktsiooniga uttevee. Reaktsiooni iseloom on tingitud seliast, mis-suguseid ühendeid leidub uttevees enam, kas happelisi või aluselisi. Happelise iseloomuga uttevesi on tööstuses tülikam tema toime tõttu raudtorustikule.

Kreenholmi turba kahel koksistamisel saadi uttevett turba kohta keskmiselt 39,9%. Utteveded ühendati ja analüüsitati ühendatult.

Ammoniaaki (NH₃) oli uttevees seotud olekus 0,46%, mis vastab 0,38% lämmastikule.

² Lagunemis- ehk reaktsioonivesi on keemilise reaktsiooni toimel vesiniku- ja hapnikuaatomite ühinemisel tekkinud vesi.

Sidumata ammoniaaki uttevees ei olnud.

Üldlämmastiku % uttevees oli 0,45%.

Orgaanilisi happeid, arvestatud äädikhappena, oli uttevees 2,00%. Atsetooni oli uttevees 0,35%, formaldehüüdi 0,02%, metüülalkoholi 1,5%.

Utteveest saadud ained, arvestatud protsentides absoluutkuiva turba kohta:

NH ₃	0,18%, mis vastab 0,15% N
üldlämmastikku	0,17%
atsetooni	0,14%
formaldehüüdi	0,008%
metüülalkoholi	0,975%

g) Tõrv.

Turbatõrvad esimesest (328 g) ja teisest utmisest (222 g) ühendati ning analüüsiti segu.

Vett oli tõrvas 9,29%.

Nimetatud niiskusega tõrva saagis absoluutkuiva turba kohta oli 8,55%.

Peale vee eraldamist soojendamise teel (50° C t⁰-l 16 tundi) oli vee-sisaldus 3,10%. Selle niiskusega tõrva saagis absoluutkuiva turba kohta oli 8,00%.

Selle tõrva (niiskus 3,10%) tilktäpp Ubbelohde järgi oli 28,2° C. Bensoolis lahustumatuid osi tõrva kohta oli 3,15%.

Erikaal 50° C t⁰-l — 0,991

„ 22° C „ — 0,997

Veeauruga eraldatavaid kergeõlisid oli tõrvas 17,81% ehk arvatult absoluutkuiva tõrva kohta — 18,39%. Absoluutkuiva turba kohta oleks seega 1,40% kergeõlisid. Kergeõlide erikaal temperatuuril 21° C — 0,899.

Kergeete neutraalõlide erikaal 0,864 (20° C).

Kergeõlid sisaldavad aluselisi, happelisi ja neutraalseid õlisid järgmiselt:

aluselisi	2,13
happelisi	15,67
neutraalseid	74,35
kaðu eraldamistel	7,85

100,00

Happelisi kergeõlisid tõrva kohta oli 2,79%, absoluutkuiva turba kohta — 0,22%.

Tõrvast saadi veeauruga destillatsioonil:

kergeõlisid	17,81%
gudrooni	81,64%
kadu eraldamisel	0,55%

Turbatõrva destillatsioon Engler'i järgi:

kuni 80° C	—	0,1 ml
„ 100 „	—	1,8 „
„ 120 „	—	2,6 „
„ 140 „	—	3,2 „
„ 160 „	—	4,4 „
„ 180 „	—	7,0 „
„ 220 „	—	13,3 „
„ 240 „	—	17,9 „
„ 270 „	—	31,1 „
jääk	—	38,88 „

	Gudrooni kohta %	Tõrva kohta %	Absoluutkuiva turba kohta %
Raskeõlid	36,66	29,96	2,40
Parafiin	8,62	7,04	0,56
Asfalteenid	31,71	25,88	2,07

Raskeõlide erikaal — 0,949 (20° C t⁰-1).

Raskeõlid sisaldavad:

aluselisi õlisid	2,97%
happelisi	31,71%
neutraalseid	56,27%
kadu	9,05%
	100,00%

Gudrooni tilktäpp — 40° C.

Gudroonis seejuures vett 3,0%.

9. Katselisi turba koksistamisi Tallinna gaasivabrikus.

a) Brikett-turba koksistamine.

Koksistamiseks võeti 200 kg brikett-turvast, niiskusega 10,95% ja tuhasisaldusega 6,18%. Koksistamine teostati gaasivabriku kahes „Didier“-tüüpi šamottretordis temperatuuril 1040°—1090° C retordi välispinnal. Koksi saadi üldse 69 kg ehk 34,5%, niiskusega 12,45% peale veega

kustutamist ja tuhasisaldusega 15,56%. Koks osutus võrdlemisi peeneks, nii et temast jäi sõelale, mille auguläbimõõt 25 mm, ainult 31,9%.

Gaasi hulka ei mõõdetud, sest gaas läks teiste retortidega ühisesse kogujasse. Gaasi omaduste määramiseks võeti $1\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$, $4\frac{1}{2}$ ja 6 tunni möödumisel peale retordi täitmist gaasiproovid ja analüüsiti need. Samade ajavahemike järel mõõdeti ka surve retordis, mis näitab suhteliselt gaasi tekkimise kiirust.

Gaasisse puutuvad andmed on kokku võetud tabelis 42.

Tabel 42.

	Proovi võtmise aeg alates katse algusest tundi					
	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	6
CO ₂	32,0	10,2	3,4	1,8	2,0	1,0
C _n H _m	3,4	1,8	0,6	0,0	0,0	0,0
O ₂	0,8	0,0	0,4	0,2	0,0	0,0
CO	15,6	29,2	32,8	24,4	18,2	22,0
H ₂	29,4	44,4	50,6	56,2	61,2	51,0
CH ₄	11,4	10,2	7,8	6,8	4,6	4,2
N ₂	6,4	4,2	4,4	10,6	14,0	21,8
Surve retordis mmVs	80	50	50	35	12	9
Temperatuur retordi välispinnal °C	1070	1070	1040	1070	1060	1090

b) Masinaturba koksistamine.

Koksistamiseks võeti 200 kg masinaturvast, niiskusega 19,0% ja tuhasisaldusega 7,9%, millest saadi 26,9 kg veega kustutatud koksi (niis-

Tabel 43.

	Proovi võtmise aeg alates katse algusest tundi					
	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$
CO ₂	33,4	17,2	3,0	1,8	1,8	2,8
C _n H _m	5,6	3,0	0,4	0,6	0,5	1,2
O ₂	0,6	0,4	0,6	0,2	0,5	0,0
CO	14,0	22,2	27,6	25,4	27,0	27,0
H ₂	38,8	41,2	52,4	52,4	46,4	43,2
CH ₄	3,4	11,2	11,6	6,6	5,0	4,8
N ₂	4,1	4,8	9,4	13,0	18,8	21,0
Surve retordis	90	50	38	15	8	3
Temperatuur retordi välispinnal	1020	1000	1000	990	980	960
	950	950	970	930	930	

kus 24,46%, tuhasisaldus 17,52%) ja 34,35 kg kuivalt kustutatud koksi (niiskus 0,36%, tuhasisaldus 19,0%). Veega kustutatud koks andis jämedamat, s. o. 25 mm auguläbimõõduga sõelale jäävat osa 40,7%, kuna kuivalt kustutatud koks andis seda 62,2%.

Gaasi koostist, survet retordis ja temperatuuri retordi välispinnal näitavad tabelis 43 toodud andmed.

10. Turbakoksi kasutamine auto-gaasigeneraatoris.

1¹/₂-tonnise kandejõuga veoauto, mis oli varustatud „Imbert“-tüüpi generaatoriga, sõitis turbakoksi-gaasiga täiskoormaga 75 km ja kohal seistes töötas mootor 2 tundi, milliseks tööks jätkus ühest generaatoritüüpiest ehk 53 kg koksist, mis koosnes eelkirjeldatud viisil saadud brikett-turba- ja masinaturba-koksist.

Sõidul mingeid töötakistusi ei ilmnenud, mootor töötas kõigiti korralikult. Koormaga mäkke sõidul selgus, nagu seda märkas autojuht, et veojõud, võrreldes kasepuu-gaasiga, on pisut nõrgem viimase omast, kuid siiski rahuldav, sest sõit läks takistamatult. Autosõidul kasutati koksi jämedamat fraktsiooni, mis jäi 25 mm auguläbimõõduga sõelale (sõela asend 45°).

Kokkuvõte.

1. Koksistamissaaduste saagised.

a) K o k s.

Koksistamissaadustest on loomulikult kõige tähtsam koks, nagu seda väljendab juba protsessi nimetus: koksistamine. See protsess suunatakse järelikult nii, et tingimused oleksid optimaalsed koksi tekkimiseks, kuna teised saadused omavad kõrvalproduktide tähtsuse. Koksi saagis ja omadused on olenevad peale lähteaine, s. o. turba, keemilise koostise ja tootmisviisi veel koksistamisrežiimist, nagu koksistamise lõpptemperatuurist, koksistamistemperatuuri tõstmise kiirusest jne. Koksistamistingimused tuleb valida vastavalt sellele, milliseks otstarbeks toodetavat koksi kavatakse kasutada. Kui seda tuleb kasutada näiteks kütteks kõrge temperatuuri saavutamise eesmärgiga, siis tuleb valida sellised tingimused, mis annavad võimalikult kõrgeima kütteväärtusega koksi. Kui on nõutav koksi võimalikult vähene lendosade-sisaldus, siis tuleb valida optimaalsed tingimused selle saavutamiseks, jne.

Koksisaagis, olenevalt turba iseloomust, kõigub üsna kitsais piirides. Nii kõigub näiteks Tootsi, Harku, Lehtse ja Lavassaare turbakoksi saagis 750° C t⁰-l koksistamisel 36,62—38,11% piirides ja 550° C t⁰-l koksistamisel — 40,38 kuni 42,38% piirides. Ühe ja sama turba, näiteks Tootsi masinaturba koksi saagis oleneb koksistamistemperatuurist järgmiselt:

temperatuur	550° C	750° C	860° C
saagis	42,28%	37,89%	36,42%

Kreenholmi masinaturba korral võime tähele panna järgmisi koksisaagiseid:

temperatuur	500° C	600° C
saagis	39,54%	37,33%

Koksistamistemperatuuri tõusuga väheneb koksisaagis.

Olenevalt koksistamistemperatuurist muutuvad ka koksi omadused. Ülevaate saamiseks toome Tootsi masinaturba koksi mõningaid omadusi, vastavalt koksistamistemperatuurile, tabelis 44.

Tabel 44.

	Koksistamistemperatuur		
	550° C	750° C	860° C
Lendosi kopsis %	13,71	6,50	3,0
Tuhavaba koksi %	75,72	81,70	84,73
Tuhka %	10,57	11,80	12,27
Koksi põlemisväärtus kcal/kg	6769	7064	7054
Masinaturba koksi lineaar-kokkutõmbuvus koksistamisel %	27,5	32,5	33,6
Masinaturba koksi maht-kokkutõmbuvus %	61,9	69,2	70,7
Hüdroturba lineaar-kokkutõmbuvus %	28	33,1	34,3
Hüdroturba maht-kokkutõmbuvus %	63	70,1	71,6
Masinaturba koksi survetugevus kg/cm ²	62	138	102
Hüdroturba koksi survetugevus kg/cm ²	144	170	139
Koksi värvus	hõbehall, metalline läige	hõbehall, nõrgalt punaka tooniga metalline läige	hall, tunduvalt punaka tooniga metalline läige

Nagu tabelist näeme, kasvab koos koksistamistemperatuuri tõusuga kopsis tuha- ja tuhavaba koksi sisaldus ning suureneb koksi nii lineaar-kui ka maht-kokkutõmbuvus, kuid väheneb lendosade-sisaldus.

Omapäraselt käituvad põlemisväärtused ja survetugevused. Nad tõusevad maksimaalseisu temperatuuril 750° C ja temperatuuril 860° C näitavad juba teatavat langust.

Nähtus, et põlemisväärtus ja survetugevus temperatuuri tõstmisel käituvad ühtlaselt, on tervitatav, sest see annab võimaluse optimaalse temperatuuri valikuks samaaegselt suurima põlemisväärtusega ja suurima kõvadusega koksi tootmiseks, mille kohta ka nõudmised sageli ühtivad.

Lendosade-sisaldus väheneb pidevalt temperatuuri tõusuga.

b) Tõrv.

Koksistamisretordiga määramisel näitavad tõryasaagised kõikumist, olenevalt mitmesuguseist tegureist, 7,62—15,61% piirides ja Fischeri aparaadiga määramisel — 8,96—14,63% piirides.

On märkimisväärne, et Fischeri aparaadiga saadi sageli natuke väiksemad tõryasisaldused kui laboratoorse katseretordiga, mis põlevkivi korral on tavaliselt vastupidi. Tuleb märkida, et katseretordiga koksistamisel oli tõrv väga veerikas ja veest raskesti lahutatav. Seepärast määrati tõryvesisaldus ja eraldatud vees lahustunud tõrysisaldus. Sealt saadud tõryvahulk liideti arvutuse teel tõryasisaldusele.

Koksistamise lõpptemperatuuri suurendamine üle 500° C ei avalda tõryasaagistele enam nimetamisväärset mõju, sest tõrv on juba 500° C t^o-l kõik eraldunud. Küll avaldavad tõryasaagisele teatavat mõju temperatuuri tõstmise käik ja kiirus.

Näiteks Tootsi turba puhul olgu saagistega kõrvutatud aeg, mis kulub temperatuuri tõstmiseks kuni 500°-ni C:

saagised	15,20%	14,71%
temperatuuri tõstmise aeg	4 tundi 5 min.	3 tundi 50 min.

c) Gaas.

Gaasisaagised kõiguvad 750° C t^o-l koksistamisel kaaluliselt 25,67—30,80% piirides ja 550° t^o-l koksistamisel — 23,04—27,03% piirides. Vastavad kõikumused mahuliselt on 191,0—275,6 norm.-l/kg absoluutkuiva turba kohta temperatuuril 750° C ning 140,2—191,9 norm.-l/kg absoluutkuiva turba kohta temperatuuril 550° C. Väljaspool neid piire on Lavassaare turba gaasisaagis, mis on eriti suur, nagu seda näitavad järgnevad arvud.

550° C	257	norm.-l./kg põlemisväärtusega	3162 kcal/nm ³
650° C	280,5	„	2933 „
700° C	362	„	2769 „

Nagu nähtub arvudest, on gaasisaagis mahuliselt üldiselt suur ning kasvab väga hoogsalt temperatuuri kasvamisel, kuid põlemisväärtus langeb samal ajal selles intervallis.

Gaasi koostise ja muude omaduste olenevust koksistamistemperatuurist näeme Tootsi masinaturba puhul, millised andmed on esitatud tabelis 45.

Tabel 45.

Gaasi saagis ja omadused	Koksistamise temperatuur		
	550° C	750° C	860° C
Gaasisaagis norm.-liitr./kg	140,2	228,9	245,0
Gaasi põlemisväärtus kcal/kg	3353,0	3278,0	3339,0
Gaasi erikaal, arvestatud koostise järgi, kui $\phi_{hk}=1$	0,9747	0,9012	0,8081
Gaasi liitrikaal (arvestatud saagiste järgi) g	1,271	0,9365	0,8971
Gaasisaagis kaaluliselt %	23,04	27,71	28,42
Gaasi koostis: CO ₂	44,0	34,4	29,8
C _n H _m	1,6	1,7	1,1
O ₂	1,8	1,7	0,7
CO	11,0	12,9	13,4
H ₂	19,6	25,3	33,3
C ₂ H ₆	0,0	0,1	1,2
CH ₄	14,0	14,7	15,5
N ₂	8,0	9,0	9,0

Andmeist nähtub, et gaasisaagis nii kaaluliselt kui ka mahuliselt kasvab temperatuuri tõusuga. Gaasi põlemisväärtus kahaneb kuni 750° (mida nägime ka Lavassaare turba puhul). Kuid 860° C t⁰-l on gaasi põlemisväärtus jälle suurenenud. Gaasi erikaalud vastavalt temperatuuri tõusule kahanevad. CO₂-, C_nH_m- ja O₂-sisaldused kahanevad temperatuuri tõusuga, kuna CO-, H₂-, CH₄- ja C₂H₆-sisaldused samal ajal suurenevad.

d) Gaasbensiin.

Gaasbensiini-saagised kõikusid üldse (olenevalt turba iseloomust ja koksistamistingimustest) 1,27—2,48% piirides. Kõikumiste üheks teguriks oli siin ilmselt söe aktiivsus (regenereerimise põhjalikkus). Gaasbensiinide määramist toimetati sel teel, et gaas juhiti läbi väikese raudretordi, milles asetses 30 cm paksune kiht aktiivsütt. Peale koksistamise lõpetamist aeti ülekuumendatud veeauruga gaasbensiin läbi püstjahutaja, kus ta kondenseerus koos veeaurudega ja kogunes allapandud nõus vee peal, millest ta jaotuslehtiga eraldati ja kaaluti. Umbes pool aktiivsöe poolt juurdevõetud kaalust saadi kätte gaasbensiinina, kuna teine pool eraldus kõrge kütteväärtusega gaasidena. Absoluutkuiva turba kaalust absorbeeritakse koksistamisel keskmiselt 4% gaasbensiini ja kõrge kütteväärtusega gaaside näol.

e) Uttevesi.

Utte- ehk tõrvavesi, mille saame tõrvast eraldada alles peale umbes ööpäevast seismist 50—70° C t⁰-l, koosneb turba niiskusveest ja turba lagunemisveest.

Lagunemisvee saagised kõikusid teostatud koksistamistel, olenevalt turba iseloomust ja koksistamistingimustest, 16,90—23,46% piirides.

Mitte kõik keemiliselt seotud vesi ei vabane koksistamisel lagunemisveena. Näiteks Tootsi turba korral, kus vesinikusisaldus absoluutkuiva turba kohta oli 5,70% ja hapnikusisaldus 31,99%, on kogu keemiliselt seotud vee hulk 36% absoluutkuiva turba kaalust, kuid lagunemisvett tekkis ainult 20,85% absoluutkuiva turba kaalust. Seega moodustas lagunemisvesi ca 58% keemiliselt seotud veest.

Kõigi koksistamissaagiste kõikumuste piirid teostatud koksistamiskatsete põhjal, olenevalt nii turba iseloomust kui ka koksistamistingimustest, on esitatud tabelis 46.

T a b e l 46.

Koks	36,23—42,38
Tõrv	7,62—15,61
Lagunemisvesi	14,49—27,80
Gaasbensiin	1,27— 2,78
Gaas + kadu	23,04—34,47

Nendesse piiridesse langesid kõigi tasakaalu-olekuni kulgeda lastud turba koksistamise protsesside saagised. Tasakaalu-oleku kriteeriumiks antud temperatuuril loeti gaasi eraldumise kiiruse langemist sellel temperatuuril vähemaks kui $\frac{1}{2}$ liitrit $\frac{1}{4}$ tunnis. Mittetäielikult tasakaalustunud koksistamiskatsete (nr. 1, 4, 5, 7 ja 8) saagised jäeti väljapoole eeltoodud tabelit.

2. Koksistamissaaduste omadusi ja kasutamise võimalusi.

a) Turbakoksi omadusi.

Turbakoksi omadusteks, mis teda kivisöekoksi suhtes eelistatavamaks teevad, on anorgaaniliste ainete sisalduse vähesus, eriti väävli- ja fosforisisalduse vähesus. See omadus on peamiselt olenev turbakoksi lähteaine — turba — omadustest. Turba omadused on võrdlemisi laiades piirides muutlikud, seepärast on meil koksistamistööstuse otstarbekaks rajamiseks vaja andmeid võimalikult paljude meie turbasoode turvaste omaduste kohta nii koostise kui ka käitumise suhtes koksistamisel, sest koksi hinna kujundamisel peame kahtlemata arvestama koksistamissaaduste komplektset kasutamist.

Käesolevas töös kogutud andmed meie turbakoksi omaduste kohta näitavad üldjoontes, et meil on turbakoksi tootmise lähteaineks küllaltki

sobivaid turbasoid. Anorgaaniliste ainete sisalduse vähesuse mõttes on eriti silmapaistev Kreenholmi turbatööstuse turbasoo (Kõrgesoo) osa, kus võrdlemisi hea humiinstumistasme juures oli keskmine tuhasisaldus ümmarguselt 1,5% ja tuhk seejuures rauavaba. Üldiselt heaks osutus nimetatud turvas ka väävli- ja fosforisisalduselt.

Kuid ka teiste turbasoode (nagu Lavassaare jne.) turbad on meil koksistamiseks küllaltki sobivad. Pealegi esitatakse koksiledele mitmesuguseid nõudeid selle järgi, milliseks otstarbeks neid soovitakse kasutada.

Mis puutub väävli- ja fosforisisaldusse turbas ja samast turbast valmistatud koksis, siis tuleb tähendada, et alati on osa väävlit ja fosforit lenduv ning lendosade % ei ole sugugi mitte ühtlane, vaid oleneb nii turba iseloomust kui ka koksistamistingimustest. Näiteks Kreenholmi tööstuse toodangu keskmine turbaproov sisaldas 0,17% väävlit, sellest valmistatud koks aga 0,13%. See näitab, et väävlit lendus koos gaasiga suhteliselt rohkem kui turba koostise teisi osi. Lavassaare turba puhul võisime tähele panna vastupidist: turbas oli 0,22% väävlit, sellest valmistatud koks aga 0,35 ja 0,36%. Tootsi turba koksistamise puhul võidi märgata, et sama koostisega turvas andis tunduvalt erineva väävlisisaldusega kokse, mis tõendab, et väävlisisaldust koksis on võimalik koksistamistingimuste muutmisega muuta, ehk teiste sõnadega — meil on olemas võimalusi koksi omaduste parandamiseks.

Sama olukord on maksev ka fosforisisalduse suhtes koksis. Muidugi tuleb neid parandamistingimusi iga turba kohta tarbe korral vastava uurimisega lähemalt selgitada.

Jälgides koksi mehhaanilist tugevust käesolevate katsete põhjal, võisime märgata masinaturba-koksi puhul esiteks suuri tugevuse kõikumuse piire, nagu koksistamisel nr. 3 27—147, koksistamisel nr. 14 44—104 kg/cm². See on tingitud masinaturba, eriti tööstusliku masinaturba tükkide sisemistest lõhedest ja lõhekestest, mis vähendavad nii masinaturba enda kui ka temast valmistatud koksi tugevust. Tavalise masinaturba tükid, kuigi need pealtnäha on täiesti terved, sisaldavad alati vähem või rohkem nimetatud lõhesid ja lõhekesi, milles veendume nende tükkide risti ja pikuti lõhkisaagimisel. Vaatlused selgitasid, et massiivsest lõhedeta turbatükist saadakse ka massiivne lõhedeta koks, mille survetugevus on siis ka küllalt suur.

Masinaturba, eriti tööstusliku masinaturba tükkide lõhede-sisalduse tõttu ei õnnestunud saada survetugevuse määramiseks kuubikesi servamõõduga 2 cm, vaid tuli paratamatult võtta selleks kuubikesed servamõõduga 1 cm.

Kuigi mõnede masinaturvaste koksistamiste korral (nagu katses nr. 11) andsid määramised üsnagi rahuldava survetugevuse 115—150 kg/cm², siis ei ütle see veel kahjuks kaugeltki seda, et kõik koksistatud turvas omab sellise survetugevuse, sest katsekuubikesi saeti ainult terve-
vemaist, lõhedeta kohtadest, ja viimaseid leidus koksistatud turbatüki massi kohta vahest ainult umbes 10% ulatuses.

Seega on selge, et tavalistes mõõtudes ja tavalisel viisil valmistatud masinaturvas ei saa anda küllaldase ja ühtlase survetugevusega koksi. Teiseks selgus, et laboratoorselt valmistatud hüdroturvas oli täiesti massiivne ning lõhedeta. Tema survetugevus oli 163 kg/cm², sellest hüdro-
turbast temperatuuril 550° C, 750° C ja 860° C valmistatud koksi survetugevused olid vastavalt 144, 170 ja 139 kg/cm².

Arvestades neid saavutusi ja nendeni jõudmise tingimusi, on võimalus anda ka tööstuslik menetlus tükkturba tootmiseks, mis garanteerib kõrge (150 kg/cm²) ning ühtlase survetugevusega koksi saamist.

Koksi survetugevust, olenevalt koksistamistemperatuurist, võisime näha tabeli 42 andmeist, mis näitasid, et katsetatud temperatuuridest osutus soodsaimaks 750° C.

Katseil kasutatud masinaturvaste põlemisväärtused absoluutkuiva turba kohta kõikusid 5172—5297 kcal/kg piirides, masinaturbaist saadud koksides põlemisväärtused kõikusid 6769—7809 kcal/kg vahel.

Kõrgeim põlemisväärtus oli Kreenholmi turba koksil.

b) Turbatõrva ja selle töötlemise saadusteomadusi.

Turbatõrv eraldub turbast koksistamisel temperatuuril 200°—500° C tõrva-aurude näol koos vee-aurudega, mis alguses ilmuvad turba niiskuse-
vee arvel ja hiljem, alates umbes 120° C, lagunemisvee arvel. Umbes 150° C alates seltsivad vee-aurudele metüülpiirituse-aurud, mille ilmumine jätkub kuni 300°-ni C. Kuni 300°-ni C tulev gaas on peamiselt CO₂. Temperatuuril 350—400° C ilmub juba sellisel hulgal põlevaid gaase, et gaas süütamisel hakkab süttima. Samal ajal ilmnevad gaasis ka ammoniaagi-
aurud. Temperatuuril 500° C on tõrv juba praktiliselt eraldunud. Nüüd jätkub hoogne gaasi eraldumise periood. Temperatuuril 750° C on suurem osa gaasist eraldunud, väiksema osa eraldumine jätkub kuni 1000°-ni C ja üle sellegi.

Tõrv koos vee-, metüülpiirituse-, äädik- ja muude hapete ning ammoniaagiaurudega juhiti läbi jahutaja, mille otsa all oli vastuvõtjaks 5-liit-
rine klaaspurk. Veeaurud ja suurem osa tõrvaure kondenseerusid jahutajas ning tilkusid vastuvõtjasse, kuna osa tõrvaure ei kondenseeru ker-

gesti, ja kui nad kondenseeruvad, siis kohe tahkel kujul. See asjaolu teebki hädavajalikuks elekterfiltri rakendamise gaasi puhastamiseks tõrvast, sest vastasel korral on täielik tõrva eraldamine gaasist võimatu. Tõrv ummistab lühikese aja jooksul igasugused täidispuhastajad ja mustab gaasimõõtjad ning koguneb gaasihoidjaisse. Kuid elekterfiltri kasutamisel on eeldusi töötada ilma igasuguse takistusega, sest tõrvaaurudest udune gaas muutub elektrivoolu sisselülitamisel kohe läbipaistvaks ning täiesti puhtaks.

Turbatõrv koos kõigi lisanditega on vastuvõtjas väga veerikas. Teda on isegi raske veest eraldada, ja kuigi seda filtrimisega kuidagi saab teha, siis on temas veesisaldus kuni 20%. Teisest küljest jääb 5—6% tõrva lahustunud olekus vette. Tõrva eraldumine veest toimub pikemal seismisel 40—70° C temperatuuril. Kõrgemaid temperatuure ei või kasutada kergesti lenduvate ainete tõttu. Umbes ööpäevasel seista laskmisel eelnimetatud temperatuuril saadakse 1—3%-se niiskusega tõrv.

Turbatõrvade uurimist teostatakse kas Holde järgi analoogiliselt pruunsöe-tõrvale või prof. Stadnikovi järgi spetsiaalselt turbatõrva uurimiseks valitud menetlusel. Suurem jagu uurimusi teostati viimase menetluse järgi. Peale 17—18-tunnist seismist 40—70° C temperatuuril saadi tõrvad, olenevalt turba iseloomust, 1,48—3,20%-se niiskusega, millede tilktäpid Ubbelohde järgi olid 26—31° piirides ja erikaalud 50° C t⁰-l 0,988—0,99 piirides. Veeauruga destilleerimisel saadi neist kergeõilised 7,82—18,39 kaalu-%. Kergeõilide erikaalud olid 0,869—0,899 ja peale aluseliste ja happeliste osade eraldamist 0,834—0,864. Kergeõilid olid, olenevalt turbast, värvuselt mitmekesised: alates nõrgalt kollakaist kuni tumepunasteni (Tootsi brikett-turvas). Seismisega värvus tumenes ja tekkisid isegi punakad sademed.

Sama asjaolu võidi veelgi kujukamalt tähele panna gaasbensiinide puhul. Enamik gaasbensiinid olid saamisel värvusetud, kuid muutusid mõnekuulise seismise järel punakavärvuseliseks ja nendes võis konstateerida sademete tekkimist. Gaasbensiinide erikaalud (15° C) olid 0,7854 kuni 0,8611, olenevalt turba iseloomust. Ka erikaalud suurenesid seismisega.

Tõrva jääki, millest veeauruga kergeõilid välja aetakse, nimetatakse gudrooniks. Vee eraldamiseks gudroonist soojendatakse viimast veevannil. Harku turba gudroon jagunes seejuures kahte ossa: veest kergem parafiinirikas osa ja veest raskem asfalteenirikas osa. Gudroonide tilktäpid, olenevalt turba iseloomust, kõikusid 29,5°—40° C piirides. Asfalteenide eraldamiseks lahjendati gudrooni 5-kordse hulga kergebensiiniga. Asfalteene oli gudroonis, olenevalt turba iseloomust, 9,77—28,71%. Para-

fiinisisaldus määrati atsetoonimeetodiga. Parafiini leidis gudrooni kohta 8,62—20,24% piirides ja tõrva kohta 7,04—16,52% piirides. Toorparafiin oli värvuselt peaaegu must, mida põhjustavad ühes sadenevad vaigud. Peale ühekordset puhastust muutus toorparafiin punaseks, peale kahekordset puhastust aga nõrgalt punakaks. Filtraati, millest parafiin eraldatud, aurutati algul tavalisel rõhul ja hiljem vaakuumis atsetooni eraldamiseks. Järelejäänud gudrooni ehk raskeõli, mis on vabastatud asfalteenidest, parafiinist ja osaliselt vaikudest, lahjendati 5-kordse mahu bensooliga ja ekstraheeriti aluseliste õlide eraldamiseks 5%-se väävelhappelahusega ning sellele järgnevalt happeliste õlide ekstraheerimiseks 10%-se naatriumhüdroksüüdi-vesilahusega. Raskeõli, olenevalt turba iseloomust, sisaldas aluselisi õlisisid 0,59—4,12% ja happelisi 2,74—31,71%.

Happelised fraktsioonid võib jaotada kahte ossa: karboonhapeteks, mis segust naatriumbikarbonaadi-vesilahusega on eraldatavad, ja fenoolideks, mis on lahustuvad ainult leelismetallide hüdroksüüdide lahustes. Stadnikovi järgi koosnevad turbatõrva karboonhapped rasvarea küllastunud ja küllastumata monokarboonhapete segust 6—9 süsinikuaatomiga molekulis.

Turbatõrva fenoolide fraktsioon koosneb suure hulga indiviidide segust. Selle segu destilleerimisel saadi NSVL „Hüdroturba“ laboratooriumis järgmisi fraktsioone:

175—190°	2%
190—207°	16,2%
207—209°	4,0%
209—213°	5,0%
213—218°	9,5%
218—223°	6,5%
223—233°	8,0%
üle 233°C	47,0%

Jääk üle 233° C sisaldab palju vaigutaolisi aineid.

Turbatõrva aluseliste fraktsioonide ehk orgaaniliste aluste koostist ei ole senini nimetamiseväärset uuritud. Meie katseil saadud orgaanilised alused omavad kõik väga tugeva iseloomuliku lõhna, mis nõrgemas kontsentratsioonisis on võrdlemisi meeldiv, kuna tugevamas kontsentratsioonisis muutub ebameeldivaks.

Utteeve erikaalud temperatuuril 15° C kõikusid 1,0120—1,0295 piirides. Utteeved, olenevalt turba omadustest, olid nii happelise kui ka leelise reaktsiooniga. Utteeve destilleerimisel kuni 98°-ni C saadud destillaadi täiendaval üleajamisel deflegmaatori abil saadakse värvuseta lee-

giga põlevaid aineid 1,0—1,9% uttevee kohta. Suurema osa nendest — 0,39—0,90% utteveest — moodustab metüülpiiritus, millele järgneb atsetoon (0,05—0,35% utteveest). Ülejäänud osa moodustavad teised ketoonid ja aldehüüdid. Uttevee kasutamisel tuleb nendele värvuseta leegiga põlevaile aineile pöörata erilist tähelepanu, sest need on väärtuslikud ning utteveest suhteliselt kergesti eraldatavad ained.

Ammoniaak destilleeriti utteveest üle lubjaga. Ammoniaagisisaldus uttevees kõikus, olenevalt lähteainest, 0,46—2,21% piirides. Suurim ammoniaagisisaldus 2,21% oli brikett-turba uttevees. Selline ammoniaagisisaldus ei ole põhjustatud mitte ainult sellest, et brikett-turba niiskus oli väiksem ja seepärast saadi kuivturba kohta vähem uttevett, vaid põhjused peituvad ka brikett-turbas endas, mille lähteaine juba on allunud teatavaile keemilistele muutustele. Äädikhapped ja teised orgaanilised happed destilleeriti utteveest väävelhappega. Orgaanilisi happeid, arvestatud äädikhappena, oli uttevees 1,99—4,77% piirides.

c) Turba koksistamise saaduste kasutamise võimalusi.

Meil senini turbakoksistamisvabrikut veel ei ole. Vajadus sellise kütta-aine ja keemiatööstuse lähteaine järele, nagu seda on turbakoks, on meil olemas. Turbakoks on väga hinnatav aine, näiteks raua tsementiitimisel, gaasigeneraatoreis puusöe asendajana, kivisöekoksi asendajana üsna mitmeski kohas kõrgete temperatuuride saavutamisel aktiivsöe valmistamise lähteainena ja mitmel muul alal.

Suur kasutamisala turbakoksile võiks meil avaneda kaltsiumkarbiidi tootmisel.

Turbakoksi majanduslik tähtsus on meil eriti hinnatav seepärast, et kivisüsi ja kivisöekoks on meil kaugelt veetavad ained, kuna turvast jätkub meil koha peal külluses.

Pealegi saadakse turba koksistamisel ka muid kasulikke kõrvalaineid, nagu turbatõrva ja gaasbenssiini. Ka osa destillatsioonigaase jääb ökonoomse seadme korral üle, kuigi suurem osa kulub koksistamisprotsessi teostamiseks. Tõrva ja uttevee edasisel töötlemisel saadakse terve rida väärtuslikke aineid, nagu fenooli, kresooli, turbabenssiini, turbapetrooleumi, parafiini, puupiiritust, atsetooni, ammoniaaki jne.

Turbakoksistamistehase rajamine tuleks meil tunnistada kiireks ülesandeks, sest sellega saame rea vajalikke ning defitsiitseid aineid, nagu turbakoks raua tsementiitimiseks ja aktiivsöe lähteaineks ning mitmeks

muukski ülesandeks keemiatööstuses. Fenoolid ja kresoolid on kreoliiniks valmistatuna otsitavaks kaubaks veterinaar-alal ravimina. Neid võib muidugi kasutada ka plastilise massi ja parkaine tootmiseks.

Käesoleva uurimistööga kogutud andmed meie kohalike turbasoode turba koksistamise alalt näitavad, et meil on turbakoksistamistehase rajamiseks küllaltki rahuldavate ja isegi väga heade omadustega turvast, näiteks Kreenholmi turvas.

Опытное коксование торфа.

В настоящей монографии приводятся результаты исследований по коксованию проб торфа некоторых из наших торфодобывающих предприятий. Исследования производились с торфом из Тоотси, Лехтсе, Харку, Лавассааре и Кренхольма, причём, целью выяснения зависимости свойств торфяного кокса от способа заготовки торфа, в дополнение к брикетному торфу из торфяного болота в Тоотси, был взят приготовленный лабораторным способом машинный торф и гидроторф.

Помимо того, в работе даётся описание аппаратуры, а также методов определений, применённых при изучении процесса коксования. Прежде всего производились определения таких свойств торфа, как влажность и зольность, элементарный состав, содержание серы и фосфора, высшая и низшая теплопроизводительность, содержание летучих по Муку и прочность на сжатие. Кроме того, в случае торфа, полученного из некоторых торфяных болот, было определено содержание битума, содержание водорастворимых веществ и выход продуктов перегонки по Фишеру.

С помощью лабораторных опытов было установлено количество продуктов, получаемых в процессе сухой перегонки при коксовании торфа, а именно: кокса, смолы, газа, газового бензина и подсмольной воды. Пределы колебания выходов, в зависимости от особенностей торфа и условий коксования, представлены в таблице № 46.

Свойства кокса в зависимости от температуры коксования показаны в таблице № 44 и соответствующий состав газа в таблице № 45.

В торфяных смолах определялось первоначальное содержание воды и содержание её после 17—18-часового отстаивания при температуре 40—70° С, содержание веществ, нерастворимых в бензоле, температура каплепадения по Убелоду и удельные веса. Кроме этого, определялось содержание лёгких масел, отгоняющихся с водяным паром, их удельные веса до и после отделения кислых и основных частей, а также содержание вышеуказанных составных частей в этих маслах. У гудрона, остающегося от смолы после отделения кислых и основных её частей, определялась температура каплепадения и удельный вес. В некоторых случаях (напр. торф из Харку) гудрон, после отделения лёгких масел, разделялся на две части, из которых одна, богатая парафином, была легче воды и другая, богатая асфальтом — тяжелее воды. В гудроне определялось ещё содержание асфальтенов, парафина и тяжёлых масел. Кроме того, определялась температура каплепадения для парафина и удельный вес тяжёлых масел, а также содержание в них основных и кислых масел.

Для изучения газов определялся их состав и теплопроизводительность. Состав и свойства газов, в широких пределах, зависят от особенностей торфа и условий перегонки (см. таблицы №№ 42, 43 и 45).

У подсмольных вод определялся удельный вес, количество веществ, сгорающих с бесцветным пламенем, содержание метилового спирта, ацетона и других кетонов и альдегидов, а также содержание аммиака и кислот.

Кроме лабораторных опытов по коксованию, производились также опыты и в промышленных условиях. Так, например, машинный торф из Лавассааре коксовался по ямно-костровому способу, а брикетный и машинный торф коксовался в шамотных ретортах типа „Дидье“ на Таллинском газовом заводе.

Данные, полученные в результате настоящего исследования методов коксования торфа местных торфяных болот, показывают, что у нас имеются для указанной цели запасы торфа, вполне удовлетворительного и даже очень хорошего качества.

Создание местной торфококсовальной промышленности следует считать целесообразным и весьма желательным, так как она может дать нашей республиканской промышленности ряд весьма нужных и дефицитных материалов.

Sisukord.

	Lk.
Saateks	3
Sissejuhatus	4
ENSV turba katselisi koksistamisi	6
1. Uurimisel kasutatud lähteained ja uurimise menetlused	6
2. Tootsi masinaturvas	9
3. Tootsi masina- ja hüdroturvas	11
4. Tootsi brikett-turvas	17
5. Lehtse masinaturvas	20
6. Harku masinaturvas	24
7. Lavassaare masinaturvas	27
8. Kreenholmi masinaturvas	32
9. Katselisi turba koksistamisi Tallinna gaasivabrikus	43
10. Turbakoksi kasutamine auto-gaasigeneraatoris	45
Kokkuvõte	46
1. Koksistamissaaduste saagised	46
2. Koksistamissaaduste omadusi ja kasutamise võimalusi	50
Опытное коксование торфа	57

Vastutav toimetaja

H. Truu.

Tehniline toimetaja

H. Kohu.

Ladumisele antud 9. VIII 47.
Trükkimisele antud 31. XII 47.
Paberi kaust 67×95. 1/16. Trü-
kipoognaid 3 3/4. Autoripeog-
naid 3,2. Arvestuspoognaid 3,3.
MB 06080. Laotihedus trpg. 47 200.
Tiraaž 1200. Trükikoja tellimus
nr. 1468.

Trükikoda „Hans Heidemann“,
Tartu, Vallikraavi 4.

Hind rbl. 5.—

А. Авасте. Опытное коксование
торфа ЭССР.

На эстонском языке.

Эгосиздат „Научная Литера-
тура“, Tartu.

TÜ RAAMATUKOGU



10300014290003

Rbl. 5.—

A-16089

l