

1567

A K T S I A S E L T S " M A V E S "

Eksemplar nr. 1

Töö nr. 001193

Lääne-Virumaa

Tapa lennuväljalt Rauakôrve ojja filtreeruva
pinnasevee puhastusseade

T Ö Ö P R O J E K T

Juhatuse esimees



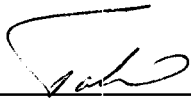
M. Taklai

Tallinn 1993

Töö on tehtud As. Maves poolt 04.- 09.1993.a.

Tellija: OÜ "Eesti Keskkonnauuringute Kesklabor"

Töö autorid:



M. Taklai



A. Tart

Tööprojekt koosneb 1 (ühest) köitest, milles on 26 lehte teksti
Lisatud tööjoonised 8 lehte.

Projekt anti tellijale üle 30. septembril 1993.a.

SISUKORD

SISSEJUHATUS	3
1. ÜLDANDMED	4
2. SELETUSKIRI	5
2.1. Asukoht	5
2.2. Eesvoolude hüdroloogia	5
2.3. Hüdro- ja ehitusgeoloogilised tingimused	8
2.4. Hüdrotehnilised tingimused	8
2.5. Projekti lähteandmed	9
2.6. Puhastusseadmete koosseis	9
2.7. Tehnoloogiline kirjeldus	11
2.8. Sõlmede dimensioonid	12
2.8.1. Bassein	12
2.8.2. Regulaatorkaev	13
2.8.3. Vari ja kogumisrenn	13
2.8.4. Metallkonstruktsioonide tugevusarvutused	14
2.8.5. Kogumiskaev	17
2.8.6. Piirdekraav ja piirdevall	18
2.8.7. Abiehitised ja tehnovõrgud	18
2.8.8. Ojasäng ja eesvoolukraav	18
3. E HITUSTÖÖD	19
3.1. Ehitusala	19
3.2. Ehitustehnoloogiline jäjestus	19
3.3. Ehitusmehhanismid	19
3.4. Ehitustööde teostamine	20
3.4.1. Teenindustee	20
3.4.2. Kaevetööd	20
3.4.3. Regulaator- ja kogumiskaev	20
3.4.4. Vari ja ülevoolurenn	20
4. MATERJALID	21
5. TÖÖDE MAHUD	23
6. SEADMETE HÄÄLESTAMINE	24
7. SEADMETE EKSPLUATATSIOONI JUHEND	25
8. KASUTATUD KIRJANDUS	26
9. LISAD	

1) Tööjoonised (8 lehte A2)

SISSEJUHATUS

Tapa linna ümbruses on probleemiks endise NSVL sõjaväelennuvälja poolt põhjustatud ulatuslik õlireostus. Reostus on levinud nii pinnases kui põhjavees. Kõrgveeperioodil kandub põhjavee pinnale kogunenud petroolikiht ümbruskonna pinnaveevõrku.

Lennuväli paikneb ümbruskonnast kõrgemal vähese reostuskaitstusega paealal ning seal formeeruv põhjavesi liigub valdavalt kahes suunas - põhja-loodesse Valgejõe suunas ja lõunasse Rauakõrve oja. Suuremat naftaproduktide väljakannet Valgejõkke ei ole täheldatud, kuid lennuvälja lõunapoolsel nõlval kiildub välja ja kandub Rauakõrve oja lennukipetrooliga reostunud põhjavesi.

Kevadise kõrge põhjaveeseisu ajal kohuneb Rauakõrve oja äärsetesse lohkudesse küllalt suures koguses lennukipetrooli, mida on seni põletatud looduses. Veetaseme tõustes kantakse petrool Rauakõrve ojasse, sealt edasi üleujutatud alale ja osaliselt ka Valgejõkke.

Lennukipetrooli reostuse suuremale alale levimise tõkestamiseks ja petrooli hõlpsamaks kogumiseks püstitati ülesanne - rajada puhastusseadmed reostunud pinnaveest naftaproduktide eraldamiseks.

Seadmete tüübi valikul ja projekteerimisel nõuti järgmiste tingimuste täitmist:

1) Seadmed peavad vältima Tapa lennuvälja lõunanõlval väljakiilduva lennukipetrooli leviku suuremale maa-alale ja võimaldama selle kogumise.

2) Seadmete ehitus- ja eksploateerimiskulud peavad olema võimalikult väikesed.

3) Seadmete ehitusel kasutada kohalikke ehitusmaterjale, ilma kallite importseadmete ja -materjalideta.

4) Seadmed peavad olema töökindlad ning nende eksploatatsioon lihtne ja vähese tööjõu nõudlusega (sealhulgas kvalifitseeritud tööjõud).

Seadmete projekteerimist ja ehitamist alustati 1993.a. II kvartalis.

Seadmete tööprojekti koostas ja seadmete projektikohase ehitamise tehnilise järelevalve teostab as. Maves. Seadmed ehitab Tapa linn.

1. ÜLDANDMED

OBJEKT: Pinnavee õlieraldusseade
ASUKOHT: Lääne-Virumaa, Tapa linn
TELLIJA: EV Keskkonnaministeerium
PROJEKTEERIJA: As. "Maves" (M.Taklai, A.Tart)

TEHNILISED NÄITAJAD:

- | | | |
|---|-------|------|
| 1) Projekteeritud hüdraulilisele koormusele | | |
| a) normkoormus | 800 | l/s |
| b) lühiajaline ülekoormus kuni | 3500 | l/s |
| 2) Naftaproduktide kontsentratsioon | _____ | mg/l |
| s.h. lahustunud | _____ | mg/l |
| 3) Puhastusaste (väljuv kontsentratsioon) | | |
| a) projektkoormusel | _____ | mg/l |
| b) ülekoormusel | _____ | mg/l |

P R O J E K T K I N N I T A T U D :
_____ 1993.a.

EHITAJA: Tapa linn

KONSTRUKTSIOONIDE VALMISTAJAD _____

1. Metallkonstruktsioonid - Kadrina EPT

EHITUSE KESTUS: _____ 199 a.

2. SELETUSKIRI

2.1. Asukoht

Puhastusseadmete asukoht on näha territooriumi plaanil projekti lisas 1. Aluskaardina on kasutatud firma "GEOESTONIA" poolt 1992. a. mõõdetud topoplaani mõõdus 1 : 500 (Töö nr. 2014). Ehitusala jääb Tapa - Paide maanteest ca' 200 m mööda Rauakõrve oja allavoolu (edelasse). Ehitise mahamärkimisel saab kõrgused üle kanda tehniliselt reeperilt, milleks on teetruubi toru alumise otsa ülaseriv või puuraukudel (PA-4, PA-5 või PA-6).

Puhastusseadmete asukoht valiti Rauakõrve ojja kiilduva reostunud ala alumisel piirile. seejuures lähtuti kaalutlustest, et puhastit peab läbima maksimaalne kogus reostunud vett, kuid samal ajal ei tohi puhasti hüdrauliline koormus olla liialt suur, mis viiks suureks ka puhasti mahu ja ehitusmaksumuse.

Puhastusseadmete basseini asub reljeefi lohus, millest voolab läbi suurem osa Rauakõrve oja kõrgvee aegsest vooluhulgast.

Piirdevallide ja -kraavide abil on võimalik siia juhtida kogu lammi tasasel osal (puhasti paremal tiival) väljakiilduv põhjavesi. Puhasti vasakule tiivale jäävad reljeefis kõrgemad moreenkünkad, millele on soodus rajada puhasti ehitamiseks ja ekspluateerimiseks vajalik teenindustee.

2.2. Eesvoolude hüdroloogia

Puhastatava vee esmaseks eesvooluks on Rauakõrve oja, mille valgla üldpindala on 31.7 km². Rauakõrve oja Tapa-Tallinn raudtee ja Tapa - Paide maantee profiilide hüdroloogilised arvutused on tehtud H. Silla poolt. Nimetatud profiili valglate pindalad on vastavalt 28.2 ja 24 km². Järgnevalt on esitatud nende profiilide erineva tõenäosusega kevadised maksimaalsed vooluhulgad:

F	(km ²)	28.2	24
Q _(1%)	(m ³ /s)	6.1	5.2
Q _(2%)	(m ³ /s)	5.4	4.6
Q _(5%)	(m ³ /s)	4.45	3.8
Q _(10%)	(m ³ /s)	3.7	3.1

Arvutuslik aastakeskmise äravool on järgmine:

F	(km ²)	28.2	24
Q _(25 %)	(m ³ /s)	-	0.26
Q _(keskm.)	(m ³ /s)	0.24	0.20
Q _(75 %)	(m ³ /s)	0.18	0.15
Q _(95 %)	(m ³ /s)	0.13	0.11

Minimaalsed 30 päeva keskmised vooluhulgad on järgmised:

Period	suvi	talv	
Q _(75 %)	(l /s)	14	34
Q _(80 %)	(l /s)	10	30
Q _(95 %)	(l /s)	4	17

Rauakõrve oja kuukeskmised vooluhulgad on esitatud tabelis 2.1.

Veemajandusaasta kuukeskmiste vooluhulkade arvutamisel on kasutatud Aavojal oleva Maapaju Hüdromeetriaposti (HP) (F = 35.6 km²) kohta [3] toodud andmeid. Veemajandusaasta alguseks loetakse esimene suurvee kuu (märts).

Tabel 2.1

Rauakõrve oja (F=24 km²) arvutuslikud kuukeskmised vooluhulgad (l/s).

Veerikkus	III	IV	V	VI	VII	VII
Veerikas	103	656	384	62	203	112
Keskmine	320	591	103	54	30	176
Veevaene	66	547	279	147	77	40
Väga veevaene	62	500	256	48	26	15

Veerikkus	IX	X	XI	XII	I	II	aasta
Veerikas	409	246	356	296	178	115	3120
Keskmine	111	269	323	252	125	90	2450
Veevaene	16	112	178	231	112	35	1840
Väga veevaene	6	38	63	196	94	24	1330

Rauakõrve oja suubub Valgejõkke. Rauakõrve oja suubumise profiilis on Valgejõe valgala pindala on 240 km^2 ja kevadsuurvee maksimaalsed vooluhulgad järgmised:

$$\begin{aligned} Q_{(1\%)} &= 42 \text{ m}^3 / \text{s} ; \\ Q_{(2\%)} &= 34 \text{ m}^3 / \text{s} ; \\ Q_{(5\%)} &= 31 \text{ m}^3 / \text{s} ; \\ Q_{(10\%)} &= 25 \text{ m}^3 / \text{s} ; \end{aligned}$$

Aastakeskmised vooluhulgad on:

$$\begin{aligned} Q_{(\text{keskm.})} &= 2.21 \text{ m}^3 / \text{s} ; \\ Q_{(75\%)} &= 1.73 \text{ m}^3 / \text{s} ; \\ Q_{(95\%)} &= 1.15 \text{ m}^3 / \text{s} ; \end{aligned}$$

Minimaalsed 30 päeva keskmiste vooluhulkade arvutamisel on kasutatud Tapa profiilis ($F=170 \text{ km}^2$) madalvee perioodil mõõdetud ja Vanaküla HP-s mõõdetud vooluhulki. minimaalsed 30 päeva keskmised vooluhulgad on järgmised :

Period	suvi	talv
$Q_{(75\%)} (l / s)$	650	600
$Q_{(80\%)} (l / s)$	605	-
$Q_{(95\%)} (l / s)$	455	420

Tabelis 2.2. on esitatud Valgejõe arvutusprofiili veemajandusaasta äravoolu jaotus arvutatuna Vanaküla hüdroloogia vaatlusposti jaotuse järgi [3].

Tabel 2.2

Valgejõe (F=240 km²) kuukeskmised vooluhulgad (m³/s).

Veerikkus	III	IV	V	VI	VII	VII
Väga veerikas	1.75	9.82	4.75	2.90	1.57	1.98
Veerikas	1.31	7.36	3.55	2.17	1.17	1.48
Keskmine	1.71	6.17	3.86	2.22	1.64	1.20
Veevaene	0.99	5.14	3.85	2.04	1.40	1.08
Väga veevaene	0.68	3.60	2.69	1.30	0.90	0.64

Veerikkus	IX	X	XI	XII	I	II	aasta
Väga veerikas	4.75	4.93	3.83	4.84	2.67	2.31	46.10
Veerikas	3.55	3.69	2.86	3.62	2.00	1.72	34.50
Keskmine	1.09	1.82	2.15	2.40	1.67	1.27	27.10
Veevaene	0.77	1.12	1.60	1.69	1.12	0.70	21.50
Väga veevaene	0.53	0.70	0.98	1.12	0.68	0.48	14.30

2.3. Hüdro- ja ehitusgeoloogilised tingimused

Puhastusseadmete ehituskoht jääb õhukese pinnakattega alale. Pinnakatteks on 1 - 2 m paksune rähkse saviliivmoreeni kiht.

Geoloogiline pikiprofiil ehitise pikiteljel on näha joonisel 8. Ehitusgeoloogilised tingimused ehitise rajamiseks on soodsad. Moreen on hea kandvusega. Kaevetööde sügavus ei ulatu lubjakivini, seda jääb katma minimaalselt 20 cm paksune pinnasekiht.

Soodaim ehitusaeg on suvisel madalveeperioodil. Alates maist jääb pinnaseveetase rohkem kui 1.0 - 1.1 m sügavusele maapinnast.

2.4. Hüdrotehnilised tingimused

Puhastusseadmed tuleb rajada väga tasasele alale. Maapinna reljeefi lang puhasti ehitusalal on vaid 0.2 - 0.3 m. Puhasti lähedane ala on kevadise suurvee ajal üle ujutatud (olenevalt aasta veerikkusest 0 - 0.3 m kihina).

Puhastist allpool on reljeef samuti lauge (lang on ca' 0.5 km pikkusel lõigul pärast puhastit vaid 0.5 m) ja territoorium kuni Tapa - Lehtse maanteeni ujutatakse suurvee ajal üle.

2.5. Projekti lähteandmed

RPUI "EM" poolt 1990-1991.a. [3] ja As. Maves poolt [4] tehtud uurimistööde andmetel ulatusid Rauakõrve oja kevadised (veebruari-aprill) vooluhulgad Tapa - Paide mnt. profiilis 32 - 680 l/s -ni.

Hüdroloogilistest arvutustest on näha, et igal 10. aastal ulatub Rauakõrve oja kevadine tippvooluhulk 3100 l/s -ni või üle selle.

Veerikkal aastal (5 % tõenäosusega) ulatub maksimaalne kuukeskmise vooluhulk 656 l/s -ni.

Projekteerimise lähtesuuruse valimisel tuleb arvestades Rauakõrve oja äärse suure pindalaga madala lammi mõju. On tõenäoline, et tippvooluhulga ajal ujutatakse lamm üle ja see tasandab tippvooluhulga. 1990.-1991.a. uuringute ajal oli näha, et kevadine tippvooluhulgaga aeg on väga lühikene 2-3 päeva. Teoreetiline vooluhulga muutumine kevadisel tippkuul on esitatud joonisel 2.1.

Projekteerimise arvutusparameetrikss on võetud: **800 l/s.**

Jooniselt 2.1. on näha, et tippvooluhulga ajal tuleb projektsuurust 800 l/s ületav veehulk $W_1 = W_2 = 5500 \text{ m}^3$ mahutada lammile st. ujutada üle ajaks $t_1 + t_2 \approx 21.3 \text{ d.}$ Selle tõttu võib lammil pindalaga ca' 4 ha veepind tõusta kuni 14 cm.

1990.-1991.a. uuringutel ulatus kevadise suurvee maksimaalse vooluhulgaga kuudel (veebruar, märts) naftaproduktide kontsentratsioon vees 0.03 - 2.0 mg/l -ni, keskmiseks kontsentratsiooniks saadi 0.8 mg/l. Sellistel tingimustel kantakse veerikkal aastal naftaprodukte ära kuni **50 kg/d ehk ca' 1.5 tonni kuus.**

2.6. Puhastusseadmete koosseis

Puhastusseadmed koosnevad järgmistest sõlmedest:

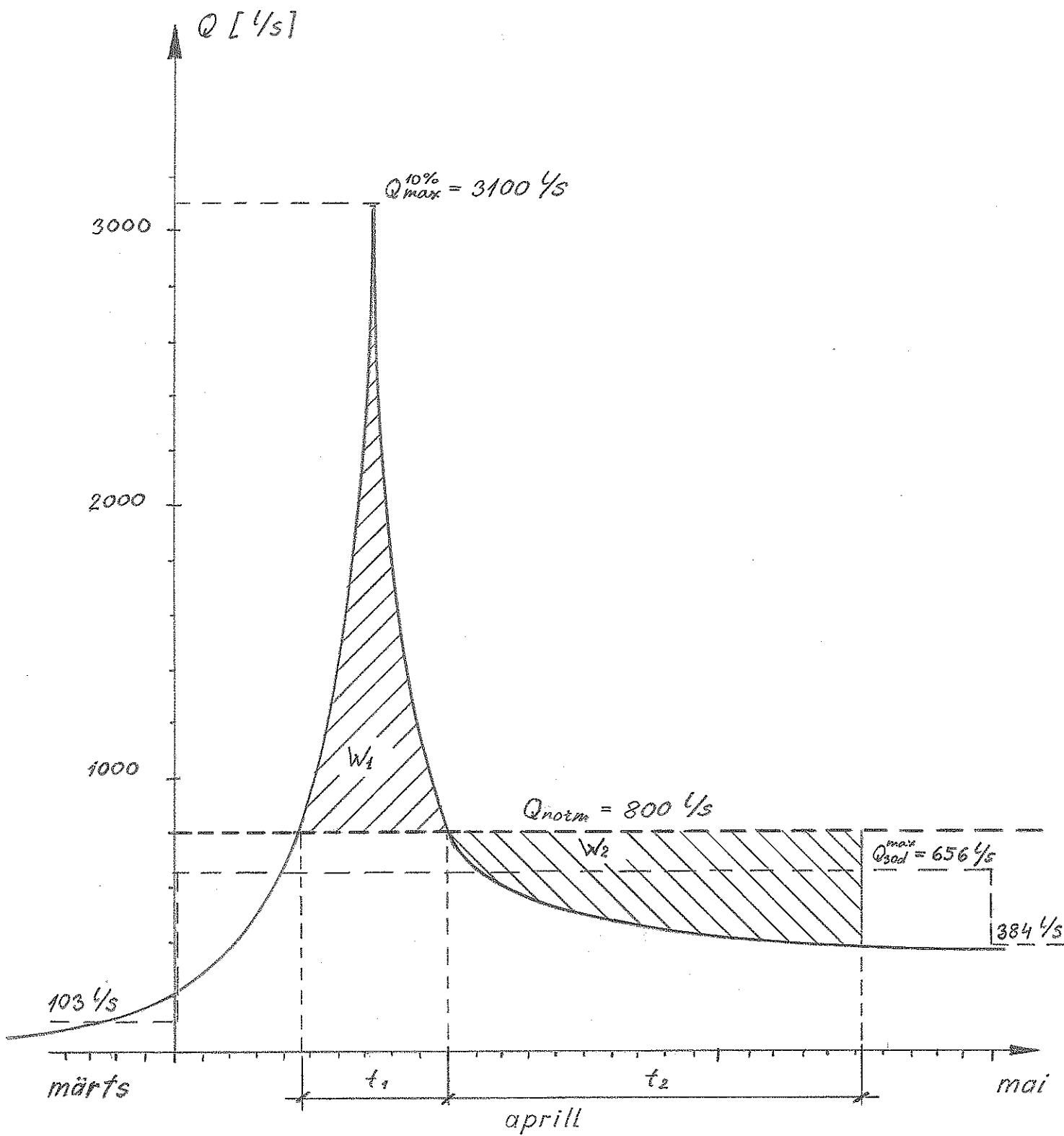
1. Kogumiskraav
2. Bassein-separaator
3. Kaev-regulaator
4. Petrooli kogumise seade (vari, ülevoolurenn)
5. Kogumiskaev
6. Piirdekraavid ja piirdevall
7. Eksploatatsioonitee

Ohutuse kindlustamiseks piiratakse puhasti 1 m kõrguse aiaga. Arvestades objekti kõrvalist asukohta võib selle esimeses järjekorras jätta tegemata.

*Alalpaal Tapa - Paide mnt. demp. 10.4 ha
alalpaal ca 4 ha
Ela*

*Kui demp. alalpaal on ca 20 ha
alalpaal: 40 ha*

*saab lammile mahutada kuni 24 000 m³ vett, so ca 92%
sumaveetip. aegest veest (ca 196 000 m³)*



Joonis 2.1 Rauakõrve oja kevadise kõrgveeaja hüdrograaf (P= 10 %)

Puhasti eksploateerimisel ei ole ette näha järgmiste rajatiste ja kommunikatsioonide vajadust:

- teenindushoone
- veevarustus
- kanalisatsioon
- elektrivarustus
- sideliinid jm.

2.7. Tehnoloogia kirjeldus

Lennukipetrooli vees mittelahustuvat osa on tema küllalt väikese erikaalu (so. ca'0.7 g/cm³) tõttu suhteliselt lihtne veest eraldada (separeerida). Veest lahustunud lennukipetrooli on märksa raskem eraldada. Selleks vajatakse spetsiaalseid filtreid ja teisi keerukamaid seadmeid, mis oma kalliduse tõttu ei ole käesoleval juhul otstarbekad pinnavee puhastamisel.

Lihtsaim seade lahustumatute naftaproduktide kõrvaldamiseks on mahtpuhasti, milles tagatakse puhastatavale veele naftaproduktide eraldumiseks vajalik voolukiirus ja viibeaeg.

Projekteeritud puhastusseadmete tööpõhimõte on järgmine (vt. ka jooniseid 1 ja 2):

1. Rauakõrve oja lammil ja nõlval väljakiilduv lennukipetrooliga reostunud vesi juhitakse kraaviks süvendatud ojasäangi kaudu kooniliselt laienevasse ja süvenevasse basseini, kus vee voolukiirus väheneb ja eraldub lennukipetrool. Veepinnale tõusnud petrool kogutakse reguleeritava süvisega metallvarja taha.

2. Basseini veetaseme reguleeritakse sellele järgnevas regulaator-kaevus sandooride abil. Suurveetipu ajal puhasti normkoormust ületav veehulk paisutatakse regulaatorkaevus veetaseme tõstmise teel Rauakõrve oja äärsele lammile ja juhitakse läbi puhasti pärast suurveetipu alanemist.

3. Basseini pinnale metallvarja taha kogunenud petrool kogutakse kõrval paiknevasse kogumiskaevu. Selleks on kaks võimalust:

1) basseini veetaseme tõstetakse regulaatorkaevu sandooride abil sellisele kõrgusele, et veepinnale kogunenud petrool voolab varja ülalpoolele kinnitatud ülevoolurenni,

2) ülevoolurenn lastakse reguleerimiskruvide abil (võimalikult horisontaalselt) madalamale kuni petrool voolab renni. Seejärel avatakse kogumiskaevu siiber ja petrool lastakse kaevu. Ümbruse reostamise vältimiseks ehitatakse kogumiskaev vettpidav ja kaevu paigutatakse petrooli kogumiseks metallmahuti. Mahutit tühjendatakse perioodiliselt väljatõstmise või petrooli väljapumpamise teel.

4 . Reostunud vee puhastist möödavoolamise vältimiseks kaevatakse puhasti paremale tiivale lammile vajaliku pikkusega piirdekraav ja piirdevall. Vasakul tiival väldib vee möödavoolu puhasti teenindamiseks rajatava tee tamm.

2.8. Sõlmede dimensioonid

2.8.1 Bassein dimensioneeritakse lubatud voolukiiruse ja viibeaja järgi.

Soomes ja mujal kasutatakse minimaalset viibeaega 9 min.

Arvutusliku vooluhulga $Q = 0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ puhul on petrooli separeerumiseks vajalik maht 532 m^3 .

Süvendatava ojasäangi ja piirdekraavi kogupikkus on ca' 290 m.

Kraavide nõlvus 1:1,5 ja põhjalajus 0.4 m. Kraavide täitel 0.5 m on nende elavlõike pindala 0.575 m^2 ja kogumaht 267 m^3 .

Lisaks vajatakse basseini mahtu 265 m^3 . Basseini kooniliselt laieneva ja süveneva osa (ristlõiked I-I kuni II-II) pikkus on 26 m ja paralleelse osa (II-II kuni III-III) pikkus 4 m.

Basseini ristlõigete mõõtmed on järgmised:

I - I $b = 0.4 \text{ m}$
 $h = 0.5 \text{ m}$ (max. täite juures)
 $B = 1.9 \text{ m}$
 $m = 1.5$
 $A = 0.575 \text{ m}^2$

II - II ja $b = 7.8 \text{ m}$
III - III $h = 1.5 \text{ m}$ (max. täite juures)
 $B = 12.3 \text{ m}$
 $m = 1.5$
 $A = 15.08 \text{ m}^2$

Basseinis langeb voolukiirus tippvooluhulga ajal kuni 0.053 m/s -ni, basseini algristlõikes I-I on maksimaalne voolukiirus 1.38 m/s . Kraavides on voolukiirus sellest väiksem, kuna nad asuvad Rauakõrve oja toitval allikalisel alal, mis on suuremas osas üle ujutatud. Suurem osa petroolist separeerub (kerkib vee pinnale) juba kraavides ja lammil.

2.8.2 Regulaatorkaev peab võimaldama veetaseme vajalikus ulatuses reguleeritavuse ja ühtlaselt läbi laskma projekteeritud normvooluhulga.

Kaev ehitatakse 1.0 m diameetriga valtsiga kaevurõngastest (2 tk.). Kaevu sisse- ja väljavoolu ehitamiseks on kaks võimalust (joonised 8 ja 8a). Esimesel juhul raiutakse kaevu seintesse sisse- ja väljavoolu avad ning kindlustatakse kaevu küljed vundamendiplokkidega, mis vajavad ka tihendamist bituumenmastiksi ja savimördiga. Teisel juhul ehitatakse sisse- ja väljavoolutorud läbi mulde.

Veetaset reguleeritakse äravõetavatest puitsandooridest koosneva ülevooluvarja abil. Ülevoolu laius on 0.6 m ja maksimaalse ehk normvooluhulga korral tõuseb veenivoo ülevoolu kohal 0.6 m kõrgusele. Sandoore tõstetakse nende küljes olevatest aasadest spetsiaalsete konksude abil (joonis 6).

Sandooride ees veepinnast kõrgemal paikneb kilp, mis väldib juhuslikult metall-varjast läbi pääsenud petrooli edasipääsu.

Basseini veetaset on võimalik reguleerida 0.7 m ulatuses (kõrgusmärkide 43.5 ja 94.2 vahel). Basseini isevoolne tühjendamine ei ole vajalik.

2.8.3 Vari ja kogumisrenn dimensioneeritakse peamiselt tugevusnõuetest lähtudes. Mõlemad monteeritavad keeviskonstruktsioonid valmistatakse mustast metallist ja värvitakse metalli kruntvärviga.

Vari koosneb kahest 5 m pikkusest ja 0.6 m kõrgusest sektsioonist, mis ühendatakse kohapeal poltide abil. Varja kandekonstruktsiooni moodustab nurkterasest (L50) keevitatud sõrestik, mille külge keevitatakse 4 mm paksusest lehtterasest kilp. Varja tõstmiseks on kummagi kilbi ülaservas 2 tõsteaasa. Varja on soovitav tõsta vertikaalasendis (mitte rõhtsalt).

Varja valmistamiseks kulub 45.6 m nurkterast (L50) kogukaaluga 168 kg ja 6 m² (2 x 0.6 m x 5.0 m) lehtmetalli kaaluga 188 kg. Lisades reguleerimiskruvid, tõstekronsteinid ja poltliited on varja kaal 370 kg.

Varja külge kinnitatakse reguleerimiskruvide abil kogumisrenn. Renni kogu välisserva pikkuses on trapetsikujuliste sisselõigetega ülevool. Renni vasakpoolse otsa (vaadates pärioolu) põhjas asub väljavooluava, mis ühendatakse petrooli äravoolutoruga painduvlüli (armeeritud kummivoolik, painduv plasttoru vmt.) abil.

Renn valmistatakse 4 mm paksusest lehtterasest valtsimise ja keevitamise teel. Vajalik jäikus tagatakse nurkterasest (L50) kandetala abil. Renni kaal on ca' 175 kg.

Metallkonstruktsiooni kogukaal on ca' 550 kg. Konstruktsioon toetub otstest basseini seintes paiknevatele vundamendiplokkidest (kummaski otsas 2 tk.) valmistatud tugeledele, mille külge kinnitatakse nurkterasest (L50) juhtsooned.

Joonisel 2.2 on esitatud varja ja kogumisrenni koormusskeemid ja paindemomentide epüürid. Renni koormusskeem koosneb omakaalust, mille võib jaotada ühtlase jõuna kogu renni pikkusele ja on keskmiselt $q = 180 / 9.5 = 18.95 \text{ kg/m}$ (skeem 2).

Skeemil 3 on esitatud varja koormusskeem, mis koosneb:

- 1) varja omakaalust (võib jaotada ühtlaselt kogu varja pikkusele intensiivsusega $q = 370 / 10 = 37 \text{ kg/m}$)
- 2) renni kaal, mis kandub varjale kahes punktis a' 90 kg.

2.8.4 Metallkonstruktsioonide tugevusarvutused

1. Renni tugevuskontroll

Maksimaalne paindemoment

$$M_{\max} = q \times l^2 / 8 = 18.95 \times 9.5^2 / 8 = 213.8 \text{ kgm}$$

Konstruktsiooni vastupanumoment W

$$\text{renni seinad } W_1 = b \times h^2 / 6 = 0.04 \times (15^2 + 15^2) / 6 = 3.0 \text{ cm}^3$$

$$\text{Nurkterasest tugevdus } W_2 = I / i = 11.2 / 1.53 = 7.32$$

$$W = W_1 + W_2 = 3.0 + 7.32 = 10.32$$

$$\text{Tegelik pinge } p = M / W = 9.81 \times 213.8 / (10.32 \times 10^{-6}) = 203.23 \text{ MPa}$$

Lubatud pinge on 210 MPa

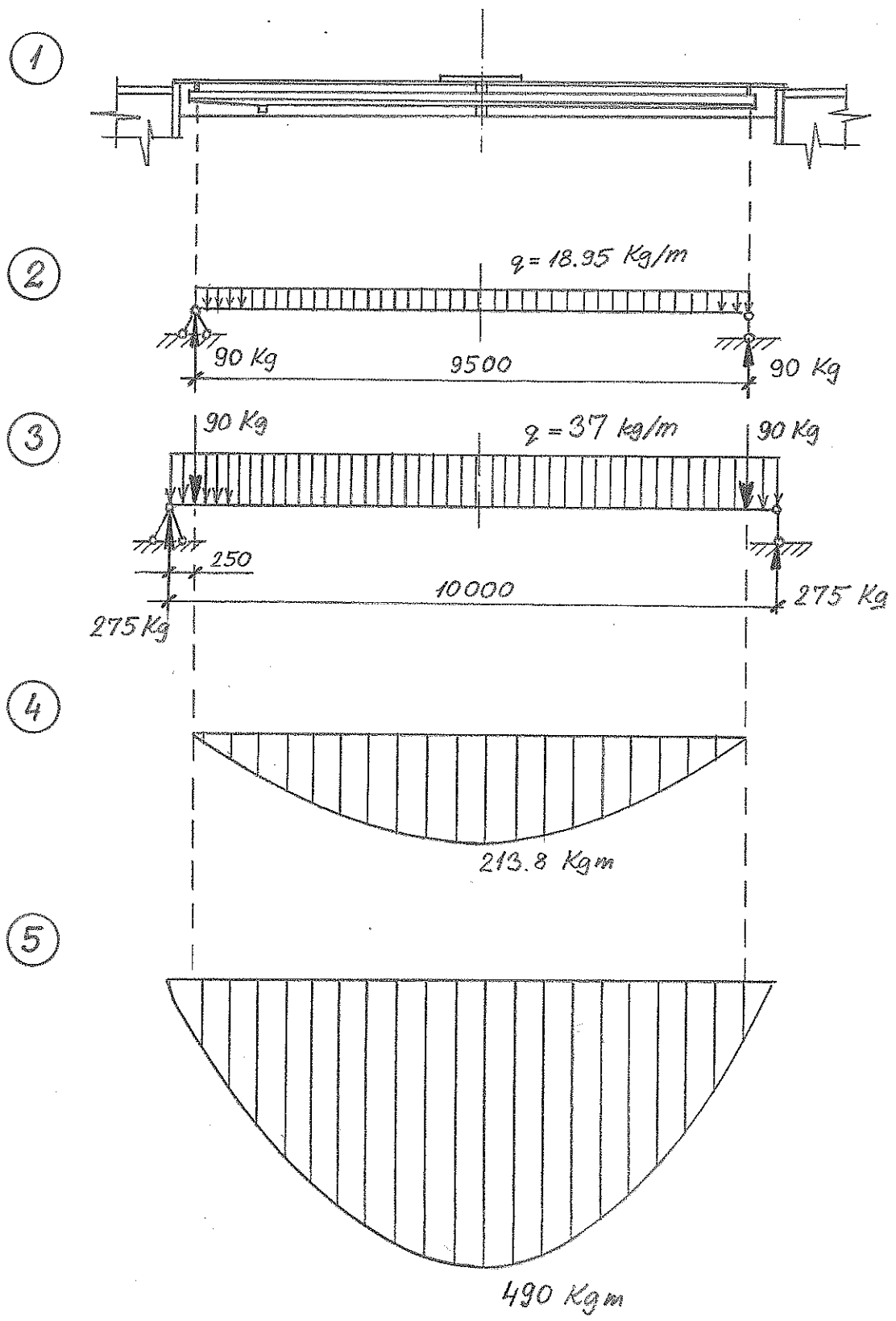
2. Varja tugevuskontroll

Varja tegelik arvutusskeem on suure määramatusastmega - töötab samaaegselt nagu sõrestikkonstruktsiooni ja liittalana. Seepärast kasutatakse kontrollimisel lihtsustatud arvutusskeemi.

Arvutus tehakse liittala skeemi järgi, kus kandvateks elementideks loetakse varja ülemine ja alumine vöö (kokku 3 nurkrauda L 50) ja varja sein (0.04 cm x 60 cm). Ainult liittalana töötades esineks suur külgnõtkumise oht, seda väldib varja murkterasest (L 50) koostatud sõrestik.

Seadme tööasendis arvestatakse lisaks varja omakaalule (370 kg) tema külge kinnitatud renni omakaalu (180 kg), kokku 550 kg. Kogukaal jaotub kaheks:

- 1) ühtlaselt jaotatud koormus varja omakaalust 37 kg/m
- 2) lisaks mõjub varjale kahes punktis renni omakaal a' 90 kg (vt. joonis 2.2 skeem 3)



Joonis 2.2 Varja ja petrooliekogumisrenni koormusskeem ja sisejõud

Maksimaalne paindemoment $M = q \times l^2 / 8 + P \times l_1$

$$M = 37.0 \times 10^2 / 8 + 90 \times 0.25 = 490 \text{ kgm}$$

Tala vööd $W_1 = 3 \times 11.2 / 1.53 = 21.96 \text{ cm}^3$

Tala sein $W_2 = b \times h^2 / 6 = 0.04 \times 60^2 / 6 = 24.0 \text{ cm}^3$

Vertikaalsuunas töötavad nii tala sein kui ülemine ja alumine vöö.

$$W_x = W_1 + W_2 = 45.96 \text{ cm}^3$$

Horisontaalsuunas võib töötavateks elementideks lugeda vaid ülemine ja alumine vöö.

$$W_y = 21.96 \text{ cm}^3.$$

Vertikaalpinge

$$p = M / W_x = 9.81 \times 490 / 45.96 \times 10^{-6} = 104.6 \text{ MPa} < 210 \text{ MPa}$$

Horisontaalpinge

$$p = M / W_y = 9.81 \times 490 / 21.96 \times 10^{-6} = 218.9 \text{ MPa} > 210 \text{ MPa}$$

Järelikult ei tohi kogu konstruktsiooni tervikuna tõsta ainult otstest kinnitatuna horisontaalasendis.

3. Varja sektsioonide tugevuskontroll tehakse nende horisontaal-asendis tõstmisvõimaluse kontrolliks.

Üksiksektsiooni mass on $370 / 2 = 175 \text{ kg}$, mis jaotub ühtlase jõuna $q = 175 / 5 = 35 \text{ kg/m}$.

Maksimaalne paindemoment $M = q \times l^2 / 8 + P \times l_1$

$$M = 35.0 \times 5^2 / 8 = 109.4 \text{ kgm}$$

Vertikaalpinge

$$p = M / W_x = 9.81 \times 109.4 / (45.96 \times 10^{-6}) = 23.4 \text{ MPa} < 210 \text{ MPa}$$

Horisontaalpinge

$$p = M / W_y = 9.81 \times 109.4 / (21.96 \times 10^{-6}) = 48.9 \text{ MPa} < 210 \text{ MPa}$$

Varja sektsioone võib tõsta nii horisontaal- kui vertikaalasendis.

4. Poltliited dimensioneeritakse varja sektsioonide ühenduskohale.

Varja maksimaalne nihkejõud $N = 275 \text{ kg}$

Klassi 4.6 (madalaim) poltide:

- a) tõmbetugevus $R_{bt} = 175 \text{ MPa}$
- b) löiketugevus $R_{bs} = 150 \text{ MPa}$

Konstruksiooni poltliited töötavad nii tõmbele kui löikele.

Vajalik poltide ristlõikepind

- a) lõikejõu järgi $A = N / (R_{bs} \times y_b)$

$$A = 9.81 \times 275 / (150 \times 10^6 \times 0.9) = 19.98 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 20 \text{ cm}^2$$

- b) tõmbejõu järgi $A_{bn} = N / (R_{bt} \times y_c)$

$$A = 9.81 \times 275 / (175 \times 10^6 \times 0.9) = 17.13 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 17.13 \text{ cm}^2$$

Valides poldid M16 bruto- ja netoristlõikepindalaga vastavalt A_b 2.01 cm² ja A_{bn} 1.57 cm² saame vajalikuks poltide arvaks 11.

Konstruktiivselt on varja pooled kinnitatud suurema arvu poltidega.

2.8.5 Kogumiskaev ehitatakse basseini vasakule küljele petrooli kogumisrenni kõrvale. Ehitamiseks on kaks võimalust:

- 1) 1.5 m läbimõõduga raudbetoonrõngastest
- 2) sama läbimõõduga metallkessoon, mille võib valmistada mõnest Tapal leiduvast kütusemahutist.

Raudbetoonist kogumiskaevu korral tuleb kaevu paigutada metallist petroolikogumisanumm, mida oleks võimalik välja tõsta.

Metallkessooni puhul võib sinna paigutada väljatõstetava kogumisanuma või eemaldada petrool väljapumpamise teel. Sellisel juhul peab kasutama spetsiaalset pumpa ja veokid.

Pinnasevee toimel metallkessooni üleskerkimise vältimiseks tuleb ta ankurdada vähemalt 2.0 m läbimõõduga ja 700 kg kaaluva raudbetoonpõhjalaadi külge.

Kessoonile mõjub pinnasevee üleslükkejõud 3.91 t. Sellele mõjub vastu pinnase omakaal ja külgsurve kokku 3.26 t. Põhjalaadi omakaaluga on vaja kompenseerida nende vahe 0.65 t.

Petrool juhitakse kogumiskaevu 75...100 mm nimiläbimõõduga metalltoru kaudu, mille kaevus olevas otsas on vastava läbimõõduga siiber. Siiber ei pea olema kaevus alaliselt, selle võib kohale monteerida enne kõrgveeperioodi. Kogumiskaevus olev petroolianum võiks olla 1 m läbimõõduga ja kõrgusega 1 m. Sellise anuma maht on 0.785 m³ ja siia saab ohutult mahutada ca' 0.6 (0.7) m³ petrooli.

Kaev kaetakse kahekordse laudisega puitkaanega.

2.8.6 Piirdekraav ja piirdevall nähakse ette selleks, et vältida Rauakõrve oja äärsel lammil koguneva vee puhastist möödavoolu. Kraavi pikkus on 80 m, põhjalaius 0.40 m ja nõlvus 1 : 1.5 , kraavi sügavus on 0.3 - 1.0 m. Kraavist väljakaevatud pinnas tõstetakse kraavi paremkaldale (päri voolu vaadates) valli, mis kindlustab täiendavalt vee juhtimise läbi puhasti basseini.

2.8.7 Abiehitised ja kommunikatsioonid ei ole puhasti juures esimeses järjekorras vajalikud.

Puhasti ehitamiseks ja eksploateerimiseks rajatakse kruusaga tugevdatud pinnastee pikkusega 225 m ja laiusega 3 m. Tee materjal ja kõrgus peab võimaldama transport-vahendi puhastusseadmete juurde pääsu ka kevadise suurvee ajal. Üldiselt jälgib tee maapinna reljeefi, kusjuures tee kõrgusmärk on vähemalt 94.5 m s.o. ca' 0.2 - 0.5 m ümbritsevast maapinnast kõrgem.

Teekatte tugevdamiseks kasutatakse lähedalasuvate moreenküngaste materjali või veetakse juurde kruusa. Teed on vaja tõsta keskmiselt 25 cm.

Puhasti piiratakse 45 m pikkuse ja 1.0 m kõrguse puitlippidest aiaga. Aiapostid valmistatakse immutatud puidust või kasutatakse raudbetoonposte. Puitpostid paigutatakse sammuga 2 m, raudbetoonist postid sammuga 3-4 m. Postiaugud kaevatakse käsitsi või mehaanilise puuriga ning postid valatakse betooni sisse.

Aialippidena kasutatakse hõõveldamata või hõõveldatud puitmaterjali ristlõikega 1.5 x 5 cm. Aialipid kinnitatakse horisontaalselt neljas reas, sammuga 25-30 cm. Puit kaitstakse ilmastiku vastu antiseptikuga.

Teiste abiehitiste ja kommunikatsioonide (vt. p. 2.6) vajadust ei ole ette näha.

2.8.8 Ojasäng ja eesvoolukraav vajavad süvendamist. Ülalpool puhastusseadmeid vajab Rauakõrve oja süvendamist kuni maanteeni. Ojasäng kaevatakse trapetsikujulise ristlõikega põhjalaiusega 0.4 m ja nõlvusega 1.5. Süvendatud ojasängi põhjakõrgused on toodud joonisel leht 2.

3. EHITUSTÖÖD

3.1. Ehitusala

Ehitusala pindala on ca' 3 ha. Territoorium on ebatasase reljeefiga, osaliselt võsastunud ja risustatud, kevadeti üleujutatav, kuid hea kandvusega moreenpinnasega looduslik ala. Ehitusalal ei paikne side- ja elektriliine ega kaableid. 1992.a. rajati ehitusalale (projekteeritava tee trassi kõrvale) As. Maves poolt vaatluspuur- augud põhjavee taseme jälgimiseks ja veeproovide võtmiseks. Ehitise mahamärkimisel kantakse kõrgused üle tehniliselt reeperilt, milleks on teetruubi toru alumise otsa ülaserv või puuraukudelt (PA-4, PA-5 või PA-6).

3.2. Ehitustööde tehnoloogiline järjestus

Ehitustööde järjestus on järgmine:

1. Võsa ja puude eemaldamine ehitusalalt
2. Ehitusplatsi ja ehitise kontuuride mahamärkimine
3. Ehitusala maapinna tasandamine
4. Juurdepääsutee ehitus (ajutine või lõplik)
5. Basseini kaevamine
6. Regulaator- ja kogumiskaevu süvendite kaevamine
7. Regulaatorkaevu ehitamine (kaevurõngaste paigaldamine, varja ja sandooride juhtsoonte valamine)
8. Kogumiskaevu ja petrooli väljalasketoru paigaldamine
9. Varja detailide valmistamine (võib teha samaaegselt ülal loetletud töödega)
10. Varja tugede (vundamendiplokkide) paigaldamine
11. Varja monteerimine, juhtsoonte ja varja paigaldamine, ülevoolurenni ühendamine väljalasketoruga kogumiskaevu
12. Piirdekraavi ja -valli kaevamine, Rauakõrve oja ja eesvoolu süvendamine
13. Ehitise silumine, juurdepääsutee korrastamine, piirdeaia ehitamine

3.3. Ehitusmehanismid

Ehitusala tasandamiseks ja juurdepääsutee ehitamiseks vajatakse buldooseri või ekskavaatori YMZ - 6.
Kuival ajal on basseini võimalik kaevata traktorekskavaatoriga YMZ - 6.
Basseinisüvendi veega täitumise korral tuleb basseini kaevata suurema ekskavaatoriga.
Piirdeaia postiaugud võib puurida puurmasinaga.

Piirdekraavi - ja -valli kaevamiseks ja eesvoolu süvendamiseks saab kuival ajal kasutada ekskavaatorit YMZ - 6, märjal ajal võib pinnas traktorekskavaatorit mitte kanda.

Regulaator- ja kogumiskaevu, samuti varja ja selle tugele paigaldamiseks kasutatakse autokraanat.

3.4. Ehitustööde teostamine

3.4.1 Ajutine tee ehitatakse kohalikust moreenmaterjalist, mis tõstetakse ehitusalal olevatest moreenküngastest teetrassile ja tasandatakse buldooseriga. Ettevaatlik tuleb olla lähedalasuvate puuraukude juures, et neid ei vigastataks.

3.4.2 Kaevetööd tehakse võimalikult kuival ajal. Siis on võimalik kasutada väiksemat ekskavaatorit YMZ - 6. Basseini kaevamist alustatakse alumisest, sügavamast ja laiemast osast ning liigutakse ülespoole. Pinnas tõstetakse reljeefi madalamatesse täitmist vajavatesse kohtadesse. Kaevetöödel pinnase teisaldamise võimalused on esitatud tööjoonisel 8.

3.4.3. Regulaator- ja kogumiskaev ehitatakse valtsiga monteeritavatest raudbetoonrõngastest või metallkessooniga (kogumiskaev). Kaevude ehitamisel kasutatakse autokraanat või muud tõstemehanismi. Süvendid kaevatakse ekskavaatoriga YMZ - 6.

Süvenditesse tehakse 15-20 cm paksune kruusalus, millele paigaldatakse horisontaalselt kaevu põhjaplaat. Plaadile asetatakse kaevurõngad, mille vuugid tihendatakse tsementmördiga. Kaevu põhi kaetakse samuti 4-5 cm paksuse tsementmördi tasanduskihuga. Kaevude välisküljed kaetakse hüdroisolatsioonikihiga (2 kihiline bituumen-võp). Kaevud kaetakse puitkaantega.

3.4.4. Vari ja ülevoolurenn valmistatakse töökojas ja transporditakse objektile osadena. Objektile monteeritakse kokku vari. Varja tugelele kinnitatakse juhtsooned ja vari tõstetakse kraanaga paika. Juhtsooned keevitatakse vastavate varraste külge, mis toetuvad vundamendiplokkidele või kruvitakse vundamendiplokkidesse betoneeritud ankrupoltide külge.

Vari asetatakse horisontaalseks ja selle otsad kinnitatakse juhtsoonte vastavates avades poltidega.

Paigaldatud varja külge kinnitatakse reguleerimiskruvide abil ülevoolurenn. Renn reguleeritakse horisontaalseks nii, et ülevoolude alumised servad jääksid kõrgemale maksimumveetasemest basseinis. Renni väljavooluava ja väljvoolutoru ühendatakse 100 mm siseläbimõõduga armeeritud kummitoru või elastse plasttoruga metallklambrite abil.

4. MATERJALID

Materjalid on kodumaised. Raudbetoondetailide nomenklatuur ja hulk on esitatud tabelis 4.1.

Muude materjalide üldhulk on esitatud koondtabelis (tabel 4.2.).

Tabel 4.1

Raudbetoontoodete spetsifikatsioon

Pos.nr.	Nimetus	Mark	Hulk
1.	Keldriseina plokk	FBC 12 - 5.3 T	2
2.	Keldriseina plokk	FBC 9 - 5.3 T	2
3.	Kaevurõngad	KU - 15 - 9 y	2
4.	Kaevurõngad	KU - 15 - 6 y	1
5.	Kaevurõngad	KU - 10 - 6 y	2
6.	Põhjaplaat	KUD - 10	1
7.	Põhjaplaat	KUD - 15	1

Tabel 4.2

Vajalike materjalide nimistu ja hulk

Jrk.nr.	Materjali nimetus	ühik	hulk
1.	Kruus		
	a) Kaevude alused	m ³	2
	b) Teekate	m ³	168
	Kokku:	m ³	170
2.	Tsementmört	m ³	0.2
3.	Bituumenvõõp	kg	100
4.	Aiapostid	tk.	46
5.	Naelad (100 x 4)	kg	5
6.	Puit		
	a) laud (1.5 x 10 cm)	tm	0.07
	b) laud (2.5 x 10 cm)	tm	0.11
	c) lipid (1.5 x 5 cm)	tm	0.14
	d) pruss (100 x 100 cm)	tm	0.74
	Kokku:	tm	1.05
7.	Kummi(plast)toru	m	1.5
8.	Siiber (D 75...100 mm)	tk.	1
9.	Armeeritud kummilint (2tk.a'15 x 60 cm)	m ²	0.2

5. TÖÖDE MAHUD

Objektil tehtavatest tööde loetelu ja mahud on esitatud tabelis 5.1. Lisaks nimetatutele tuleb teha seadmete montaaž ja paigaldus.

Tabel 5.1

Ehitustööde mahud

Jrk. nr.	Töö nimetus	ühik	maht
1. Mullatööd			
1.1.	Kaevetööd ekskavaatoriga		
a)	Basseini kaevamine	m ³	265
b)	Rauakõrve oja ja eesvoolu süvendamine	m ³	200
c)	piirdekraav ja -vall	m ³	75
d)	kogumis- ja regulaatorkaevud	m ³	50
e)	tee ehitus	m ³	100
	Kokku	m ³	690
1.2.	Käsitsi kaevetööd (basseini kallaste tasandamine)	m ³	20
1.3.	Pinnase teisaldamine buldooseriaga		
a)	kraavid, basseini ja kaevud kokku	m ³	700
b)	tee ehitus	m ³	200
	Buldooseriaga kokku	m ³	900
2. Transport			
2.1.	Kruusa vedu	m ³ tkm.	100 400
2.2.	Konstruksioonide kohalevedu	tkm.	100
	Transport kokku	tkm.	500
3. Abikonstruktsioonid			
3.1.	Piirdeaia ehitus	m	45
3.2.			

6. SEADMETE HÄÄLESTAMINE

Seadmete häälestamine toimub kahes etapis:

- 1) eelhäälestamine
- 2) põhihäälestamine

Eelhäälestamine tehakse kohe pärast ehitise valmimist. Eelhäälestamisel tehakse järgmised operatsioonid:

- reguleeritakse horisontaalselt vajalikule kõrgusele õlikogumise vari ja renn.
- regulaatorkaevu pannakse sandoore vastavalt eeldatavale kõrgveeperioodi vooluhulgale ja veetasemele.
- õlikogumiskaevu siiber peab olema suletud

Põhihäälestamine tehakse kevadise (sügisese) kõrgveeperioodi algul ja suurvee tipu ajal. Tehakse samad operatsioonid, mis eelhäälestamisel. Seejuures paigutatakse vari ja õlikogumisrenn tippvooluhulgaaja veetasemega vastavale kõrgusele. Kõrgvee ajal tuleb perioodiliselt jälgida veetaset ja vastavalt sellele muuta varja ja renni kõrgust.

Seadmete läbivoolu ja veetaset reguleeritakse regulaatorkaevus sandooride ära võtmise või lisamisega.

7. SEADMETE EKSPLUATATSIOONI JUHEND

Seadmed vajavad ekspuaterimisel perioodilist hooldamist.

Kevadel ja sügisel (enne kõrgveeperioodi) tuleb teha järgmised tööd:

- 1) Määrida renni reguleerimiskruvid
- 2) Kontrollida varja kinnitused, vertikaalsuunas liigutamise võimalus ja tihedus (et ei toimuks veepinnale koguneva petrooli läbivoolu).
- 3) Kontrollida õli väljalaskesiibri seisukord. Kui siibrit ei ole alaliselt paigaldatud, tuleb see paigutada enne kevadise (sügisese) kõrgveeperioodi algust.
- 4) Kontrollida elastse väljavoolulüli seisukord. Sellel ei tohi olla silmaga nähtavaid vigastusi ja lekkimisi. kontrollida kas väljavoolutoru ei ole ummistunud.
- 5) Kontrollida regulaatorkaevus sandooride olemasolu ja nende liikuvus juhtsoontes. Vajaduse korral tuleb neid töödelda, et nad liiguksid juhtsoontes vabalt ja ei esineks suurt läbivoolu sandooride vahelt.
- 6) Kontrollida ojasängi, basseini, piirdekraavi ja eesvoolukraavi seisukord. Kõrvaldada neis esinevad takistused ja vead.
- 7) Kontrollida tee ja piirdevalli seisukord. Kõrvaldada nende uhtumise ja kõrgvee ajal vee läbimurde või -voolu võimalused.

8. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Ресурсы поверхностных вод СССР Том 4. вып. I.
Эстония Л. 1972
2. Тапа lennuvälja ümbruse topograafiline kaart M 1 : 500 ,
Geoestonia töö nr. 2014, 1992
3. Тапа linna ümbruse naftareostuse ulatuse ja mahu määramine
RPUI "EM" 1990
4. Тапа sõjaväelennuvälja petrolireostuse likvideerimise abinõude
väljatöötamine 1992.a. II poolaastal. As. Maves töö nr. 1916
1992