



**RKASi kogemused Eesti  
Rahva Muuseumi (ERMi)  
KVVKJ SPR  
omanikujärelevalve  
teostamisel**

**Kaspar Tennokese  
21.04.2017**

**TUTVUSTUS**

Kaspar Tennokese (34a)

Haridus:

- 2010a ... TTÜ Doktorantuur
- 2000 – 2006a TTÜ Magistrikvalifikatsioon
- 1997 – 2000a Elva Gümnaasium

Töö:

- 2011a ... AS Riigi Kinnisvara (Ehituse Projektijuht)
- 2011a ... TTÜ (Küalislektor)
- 2011a... TTÜ Tallinna Kolledž (Küalislektor)
- 2010a – 2011a AS Oma Ehitaja (Keskkonnaehituse objektijuht)

Organisatsioonid:

- EKVÜ (Eesti Kütte- ja Ventilatsiooniinseneride Ühendus) liige
- EVKIS (Eesti Veevarustuse ja Kanalisatsiooni Inseneride Selts) volikogu esimees
- TTÜ Doktorantide kogu juhatus liige 2012
- TTÜ Ehitusteaduskonna nõukogu liige 2012



RIIGI KINNISVARA

**Eesti Rahva Muuseum (ERM)**



Hoone on 355,8m pikk.  
Laius 71,7m.  
Kõrgus 2,4 kuni 15,3m.  
Katus on ühtlase kaldega 3,1%.  
Varikatus 43,5m.  
Hoone keskel on siid 40,7m.

Territooriumi pindala 411 212m<sup>2</sup>.  
Ehitusalune pind ca 22 000m<sup>2</sup>.  
Netopind ca 34 000m<sup>2</sup>.  
Parkimiskohti 348 sõiduautot + 20 bussi.



**ERM numbrites**

**Ventilatsioonisüsteem:**

- Ventilatsioonitorustiku pikkus ca **25 000jm** (sh maa sisese torustiku pikkus ca **300jm**).
- Isolatsiooni materjali meetrites ca **17 000 jm**.
- Soojustagastusega ventilatsioonisüsteeme ehk nn ventilatsiooniagregate ca **20tk**.
- Kanaliventilaatoreid **104 tk** (sh suitsuärastuse ventilaatoreid 27tk).
- Ventilatsiooniplafoone **2130tk**.
- Reguleerklappe ca 611 tk.
- Tuletõkkeklappe 452 tk.
- Puhastusluuke ca 709 tk.
- Ajamiga tuletõkkeklapid suitsuärastus süsteemis ca **80tk**.



**ERM numbrites**

**Kütte- ja jahutussüsteem:**

- Torustiku pikkus (küte ja jahutu) ca 37 000jm + 8000jm = **45 000jm**.
- Soojusõlmesid 2tk, soojusvõimsus kokku **2779 kW**.
- Külmasõlmesid 2tk, jahutusvõimsus kokku **951 kW**.
- **Hoonesse ehitatud FORTUMi poolt kaugjahutussõlm**



RIIGI KINNISVARA

**ERM numbrites**

**Välistorustik:**

- Drenaaži torustik pikkus ca **1600jm** (ca 50 kaevu).
- Olmekanalisatsioon pikkus ca **450jm** (survekanalisatsioon ca **350jm**).
- Reoveepumpla 1tk.
- Sademeveekanaliseerimise pikkus ca **2200jm** (ca 100 kaevu) + rennkanaleid ca **970jm**.
- Liiva- ja õlipüüdjad **3tk**.
- Veetorustiku pikkus ca **160jm**.
- Tuletõrjeveetorustiku pikkus ca **1300jm** + kastmistorustik **240jm**.
- Tuletõrjevee pumpla 1tk + **80jm** veehaarde torustikku.



**ERM numbrites**


**Sisetorustik:**

- Veetorustiku pikkus ca **6200**jm (siibreid ca **164**tk, liiniseadeventiile ca **80**tk).
- Pea veemõõdusõlm 1tk + veetötlusseade + rõhutõste kompleks.
- Sademeveekanaliseerimise torustik PE survetorustikust **2600**jm (sademeveelehtreid ca **150**tk + rv rennkanaal **71**jm)
- Kondensaadi äravoolutorustiku pikkus ca **1450**jm.
- Kanalisatsiooni torustiku pikkus ca **2200**jm (trappe ca **150**tk).
- Pumplaid **2**tk.
- Rasvapüüdjad **2**tk.



**Millest sõltub hea tulemus?**

**Kas projekteerimisest, ehitamisest või kontrollimisest?!**



Plügi Kinnisevara

**ERMi peal olnud meeskonnad**

**RKASI poolses meeskonnas kokku 11 inimest + juristid. juhatuse liikmed, jne.**

- Projektdirektor Peeter Mauer
- FIDIC Inesnere 3tk.
- OJV spetsialiste 6tk.
- Halduse spetsialiste 1tk.



**FUNDi poolses meeskonnas kokku 11 inimest.**

- Ehitusdirektor Anti Makson.
- Projektijuhte 1tk.
- Objektijuhte 3tk.
- Objekti insenere 4tk.
- Eriosade objektijuhte 1tk.
- Objekti elektrik 1tk.



Projekteerijaid kokku 17tk. Dorell Ghotmeh Tane + 

**PROJEKTEERIMINE**

**Projekteerimine, projekteerimisest ja projekteerimiseks**



Piit - www.delfi.ee Plügi Kinnisevara

**Projektlahendus**

**Vastavalt kehtivale Ehitusseadusele ning Majandus- ja taristuministri määrusele „Nõuded ehitusprojektile“ 17.07.2015 nr 97: § 10. Üldised nõuded tööprojektile**

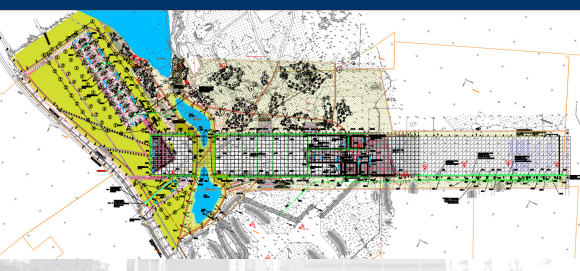
(1) Tööprojekt on ehitusprojekti staadium, milles esitatakse ehitise arhitektuurilahenduste ja insener-tehniliste lahenduste ning kvaliteedi kirjeldus täpsusega, mis võimaldab nõuetekohaselt ehitada ning koostada teisi ehitamisega seonduvaid dokumente, mille olemasolu peetakse vajalikuks.

**ERMi objekti puhul oli ehitusprojekt projekteeritud Tööprojekti staadiumis.**

Tööprojekt aga ei tähendanud seda, et selle järgi saaks kohe ehitama hakata või selles toodud lahendused oleksid just kõige paremad.

Plügi Kinnisevara

**ERMi projekti eripära – pikk hoone ja kahel pool tiike!**




**Märksõnad: Arhitektuurne põll kõige tähtsam, piklik, kahel pool tiike, ühepoolse kaldega lamekatus, suured parkimisalad, savine pinnas, kihilised vee liikumised, arhitektuurid erinõuded.**

Plügi Kinnisevara

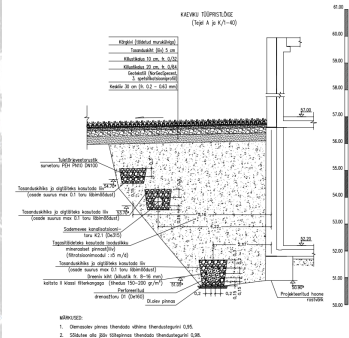
### Projektis mitmeid ebakooskõlased

**Mõningad näited:**

- Projekteerimisel kasutatud standardid aegunud.
- Projektis toodud lahendused aegunud.
- Tehnilised parameetrid puudusid või ebatäpsed.
- Hoonesisene sajuveetorustik on ettenähtud paigaldada **survekindlast** plasttorust läbimõõdudega 75-160 (WAVIN). Hoonesisene sajuveetorustiku ühendused peavad olema teostatud elektrikeivisliitmikega.
- Kõrgusmärk „Lae all“?
- Sisemise ja välimise kanalisatsiooni joonised ei langenud kokku (väljaviiud erinevates kohtades, erineval kõrgusel).
- Hoonesse sisse olid projekteeritud reovee pumplad kui ka rasvapüüdurid.
- Põranda aluse kanalisatsiooni torustiku läbimõõdud ja asukohad vajasisid korrigeerimist (läksid suuremat väiksemale ning läbi hoone vaivundamendi peade).
- Sademevee püstakud viidi hoonest välja välisseina soojustuse sisse.
- Seadmete tarne ja transport ruumidesse, sh seadmete ära mahtumise.
- Seadmete hooldamine / seadistamine / vahetamine (ei pääse ligi, ukse mõõdud)
- Ei olnud arvestatud müra tekkimisega ventilatsiooni seadmetest.
- Puudus niisutus ja kuivatussüsteemi selgitav lahendus.



### Projektis puudusid kaeviku lõiked




**Põhimõttelise lõiked saime muudatuse projekteerimise käigus (22.08.2013), kui kaevetööd olid juba alanud.**

**Üks hästi oluline teema oli meil drenaaž ja tagasitäite filtratsiooni moodul.**

**Dreenide ehitamise kohta annab hea ülevaate RT 81-11000-et „EHITUSALUSE JA KRUNDI KUIVENDAMINE“**

**Filtratsiooni moodul 2m/d kuni 8,64m/d. Liiva sõelkõver?**



### Kaeviku täitmine saviga



Kaeviku täiteks kõike muud kui liiv + suured tükkid koos kividega + betooni jäägid.

**Kogu peale pandud pinnas tuli emaldada ja uuesti täita liivaga**



### Maaseest ilmus palju ootamatusi

**Hoone nurga juurest tuli välja väiksemat sorti oja, mis tõttu tuli oluliselt drenaaži projekti täiendada. Lisaks voolas vesi ka kihtide vahel.**





### Tuletõrjervee torustiku uuesti projekteerimine

Töövõtja juhtis tähelepanu, et projekteeritud lahendus ei pruugi tagada vooluhulka 20 l/s ja 1bar kõige kaugemas punktis (esitades enda poolised simulatsioonid programmis EPANET).

Seega projekteeriti kogu välimine tuletõrjervee torustik uuesti 160mm toru peale. Projekteerimise aluseks võeti ka uuenenud standard EVS 812-6:2012 ning seal toodud vooluhulgad.


**2.1.3. Kasutatavad normid ja abimaterjalid**

Projekteerimisel on kasutatud järgmisi standardeid ja abimaterjale:

- Hoone ehitusprojekt. EVS 811:2006
- Hoone ehitusprojekti kirjeldus. Osa 2: Põhiprojekti seletuskiri EVS 865-2:2006
- Ühisveevärk. EVS 847-3:2003
- Ühisveevärk EVS 847-1:2003
- Ühiskanalisatsioonivõrk. EVS 848:2003
- Dreenide ja kanalisatsioonitorustike ehitamine ja katsetamine. EVS-EN 1610:2007
- Ehitiste tuleohutus. Osa 6: Tuletõrje veevarustus EVS 812-6:2012
- Paiksed tulekustutusüsteemid. Automaatsed sprinklersüsteemid. Projekteerimine, paigaldamine ja hooldus. EVS-EN 12845:2005

**2.2. Tulekustutuse süsteem**


Eesti Rahva Muuseumi uue hoone väline tulekustutus on lahendatud tuletõrjehüdrantide baasil (vahekaugusega 150 m). Selleks on projekteeritud ümber hoone tuletõrjervee ringvõrk torustikust De160 PN10. Raadi järve kaldale projekteeritud tuletõrjepumpla vooluhulgaga 30 l/s ja töstetõrjega 6 bar.



### Projekti muudatuste ja täpsustuste kogus oli väga suur

**Projektilahendust täpsustati korduvalt (näiteks oli muudatuse järjekorra number juba L1). Lisaks väljastati mitmeid täpsustusi autorijärelevalve korras. Iga muudatus tähendab ka raha.**

11	Muudatus D1 p K21 väljastuse lahendus ning sademeveetorustiku kõrgus	M. Sogdejeva	23.03.2015
K1	Seda Pärnu piirkonda projekti täpsustatud osandiplaan	M. Sogdejeva	12.12.2014
2	Muudatus koostööaluse pinn	M. Sogdejeva	07.10.2014
11	Muudatus sademeveetorustike hoone väljastused	M. Sogdejeva	17.04.2014
13	Muudatus sademeveetorustike hoone väljastused (K21-35, K21-41)	M. Sogdejeva	17.04.2014
13	Muudatus sademeveetorustike hoone väljastused, koostöö alused	M. Sogdejeva	07.04.2014
11	Muudatus sademeveetorustike hoone väljastused, koostöö alused ning kõrgusmõõdud	M. Sogdejeva	14.03.2014
g1	Muudatus kõrv K21-29, korused K11-3, K11-4, K21-44, K21-45, see - ja survekanalisatsioonitorustike asukohtad ning eriosade alusplaan.	M. Sogdejeva	23.10.2013
11	Drenaažitorustiku asukohtad muudetud vastavalt teostustele.	M. Sogdejeva	10.09.2013
	Muudatus D1 p K21 väljastuse lahendus ning sademeveetorustiku kõrgus. Rasvapüüdurid. Hõõrdetud hoonest välja		
e1	Lisatud drenaaž - D1 (DK-40 kuni DK-47)	O.Kutterenko	28.06.2013
04	Uus SK - torustike lahendus	J. Seleznev	18.11.2011
04	Uus SK - torustike lahendus	J. Seleznev	18.11.2011
03	Lisatud restikveer SK-81	J. Seleznev	18.11.2011
02	RK15-S1 kohta muudamine, nihutatud paremale	J. Seleznev	18.11.2011
d1	Plaanerimise muutus	J. Seleznev	18.11.2011
c1	SK - torustike lõigustatus	V. Biktashev	01.07.2011
b1	Uus asendiplaan ja vertikaalaneerimine	V. Biktashev	14.01.2011
a2	Arvutatud spandija Nr.5	V. Biktashev	04.10.2010
a1	Lisatud OP - numbrid	V. Biktashev	04.10.2010
Nr.	Muudatus	Muutja	Kuupäev



### Niisutussüsteemi paigaldust korrigeeriti mitmel korral

Projekts ei olnud selgitatud/läbimõeldud niisutusseadmete paigaldust:


- Kuidas ja kuhu toimub niisutusaurude juhtimine
- Kuidas kogutakse kokku niisutusprotsessis tekkiv vesi (kanaliseerimine, läbipesu, ülevool).
- Veekaredusega ei olnud arvestatud
- Seadmete paigaldamise asukohad (torustik väga lühike).



### Kuivatussüsteemi toimimine läbimõtle mata

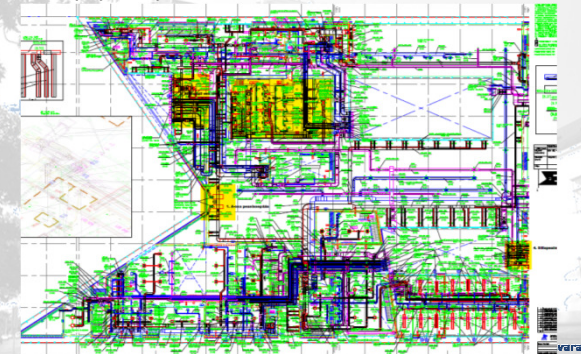
Projekts ei olnud kuivatussüsteemi paigaldust läbi mõeldud:

- Kuivatusseade oli ettenähtud ühendada peale niisutit.
- Kuivatusseadet ei saanud üle hooneautomaatika juhtida.
- Ruumide puhul, mis vajavad pidevalt kuivatamist, tuleb eriti hoolikalt läbi mõelda süsteemi efektiivsus (tuleks vältida kuiva õhu ülesse niisutamist ja siis uuesti kuivatamist).
- Kuivatussüsteemile ei olnud ettenähtud paigaldada mõõteandureid (niiskus sisaldus, kuivatustase, õhuhulk, väljatõmmata õhu niiskuse tase).
- Kuivatussüsteemi ühendused (nt heitõhu ühendamine suure ventilatsiooniseadmete süsteemiga) on küsitavad (vasturõhk, töörežiimide erinevus, vms).



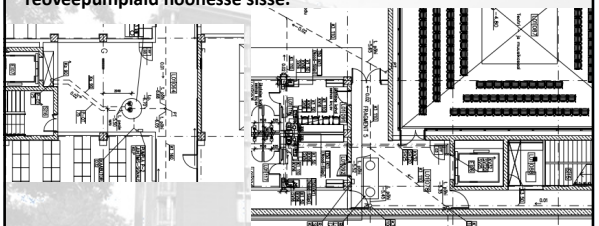
### Müra lahendused

Kuna ERMi peal kehtivad kõrgendatud müra/heli nõuded, siis ei olnud projekterijal läbi mõeldud müra isoleerimise lahendused.



### Projekteerija peaks mõtlema ka seadmete hilisemale hooldamisele


Mitte kunagi ei tohiks projekteerida rasvapüüureid või reoveepumplaid hoonesse sisse.



Kuna rasvapüüdurit tuleb ca 2 korda aasta hooldada, siis see oleks tähendanud terve hoonest sulgemist. Rasvapüüduritele ei oleks pääsenud ühegi autoga ligi vaid oleks tulnud käsitsi (käsi pumbaga) tühjendada. Rasvapüüdurid saime hoonest välja pumplad jäid hoonest keldrisse.

### Vihmavee poolt põhjustatud kahjud

Vesi liigub ikka madalamatesse punktesse (tiikidesse, kraavidesse, järvedesse)



### Vihmavee poolt põhjustatud kahjud

Sademevee rennid ei taga veel vihmavee kokku kogumist, seega tuleks vertikaalplaneerimise juures arvestada, et kalded oleks igal juhul hoonest eemale ning haljasala (tiikide poole).



### Drenaazi rajamine mäenõlvast vee eemaldamiseks

Mäe nõlva sisse kaevati killustiku seinad ning drenaazitoruga korjatakse pinnasevesi kokku ning juhitakse tiiki.

### Sademevee väljaviik tiikidesse (ära külmumine)

Hoone sademevee väljaviik oli lahendatud tiikidesse, kuid esimene talv näitas, et see võib ära külmuda ning ära võib külmuda ka rb seinaga soojustuse sisse ettenähtud sademevee püstakud (juurdepääs puudub).

Kui sademevesi torustikust välja ei saa, siis täitub rb seinaga soojustuse sisse ettenähtud sademevee püstak veega ning kuna selle ümber on väga minimaalne soojustus võib see ära külmuda. Hilisem vahetamine väga-väga keerukas ja kulukas.

### Süsteemide keerukus ja energiatõhusus

Mida keerulisem süsteem, seda raskem on saada seda eesmärgipäraselt toimima.

Nt on ERMI ventilatsioonisüsteemid ülesehitatud väga keeruliselt, ebamõistlikult pikkade torustiku liinidega, raskesti hooldatavalt ja energiamahukalt.

**Probleemid:**

- Niiskuse režiimi juhtimine ning kontrollimine keeruline, kuna süsteemid on osaliselt kokku liidetud. Samas oleks tulnud kasutada niiskuse juhtimise absoluutniiskuse väärtusi ja andureid.
- Ventilatsioonitorustiku liinid on pikad, mis tõttu on torustikus väga suured rõhud ning kõik pisemadki avad ja augud hakkavad vilistama.
- Ventilatsioonitorustikud ja seadmed (ventilaatorid, CAV ja VAV klapid, reguleerklapid, tuletõkkeklapid, puhastusluugid) asuvad kõrgel lae taga (5-10m), milleni ulatub ainult tõstukiga. Lisaks on torustikud mitmes kihis ja all pool piiravad tõstuki kõrgust lagi ning lae küljes olevad valgustused, sisutuselemendid, jne.
- Torustiku suure vasturõhu ületamiseks peab ventilaator tegema lisa tööd, mis on energia kulukas.
- Mitmed süsteemid on lahendatud ainult väljatõmbe ventilaatoriga (WC süsteemid, köögikubud, kohtäratõmbed)

### Süsteemide keerukus ja energiatõhusus

Mida keerulisem süsteem, seda raskem on saada seda eesmärgipäraselt toimima.

Andurite asukohad, usaldusväärsus, mõõtepiirkond.

### Süsteemide keerukus ja energiatõhusus

Ventilatsioonisüsteem moodustab ca 30-40% hoone energia tarbimisest, seega tuleb pöörata suurt tähelepanu selle efektiivsusele:

- Tuleb eelistada soojustagastusega süsteeme.
- Ventilatsiooniseadmetel peaks sissepuhke ja väljatõmbe õhuhulk olema võimalikult ühe sugune.
- Kõõgi väljatõmbeõhust saab tänapäevaste lahendustega energia tagasi.
- Tuleb tagada kompensatsiooni õhk, kui käivitatakse kohtäratõmbed.
- Tuleb eelistada tsoneeritud ventilatsioonisüsteeme (üheaegne töötamine ehk ruumide kasutamine, ühesugused ruumiparameetrid, tsoneerimine ilmastiku kaarte suhtes)