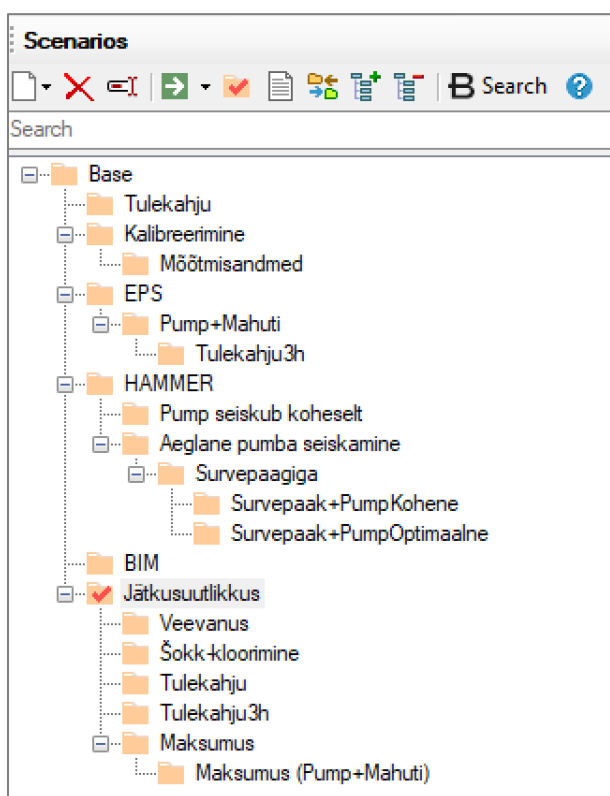


## Jätkusuutlikkus – esituse juhendmaterjal

Antud juhendmaterjal annab lühiülevaate iseseisvast tööst antud moodulis. Kodutöö sisulise poole pealt leiad näiteid erinevatest juhendmaterjalidest (sh PDF, videod). Selles kodutöös tuleb jätkata eelmise mooduli WaterGEMS projektist.

### Lähteülesanne

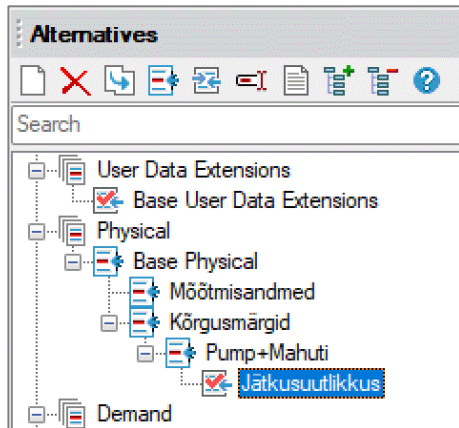
Peamine eesmärk on optimeerida eelmistes moodulitest kokku pandud mudeli tööd erinevates piirsituatsioonides (lisaanalüüsid) ning leida ka opereerimise maksumus leitud lahendusele. Siin moodulis tehtavad lisaanalüüsid võivad tähendada, et ümber tuleb valida pump või tehakse muudatusi torude läbimõõtudes. Üldine reegel, et topoloogiat ei tohi muuta, samas võib lisada ringistusi (see tähendab lisatoru lisamist olemasolevate sõlmede vahele), kuid tingimusel, et ringistused on töös kõikide analüüside juures. Need lahendused peavad olema tekitatud omaette stsenaariumitega ja varasemad stsenaariumid peavad jääma alles ja ka töötama endisel kujul (seega tähendab, et lisada tuleb täiendavaid alternatiive, kus muudatusi tehakse). Loo stsenaariumid vastavalt allolevale struktuurile.



## Stsenaarium: Jätkusuutlikkus

- Kaasab uut komplekti alternatiive, milles soovitakse teha muudatusi (sh Active Topology, pumba ümber valimine, pumba seaded jne – veendu, et varasemad arvutused jäävad paika, mis siis varasemate alternatiividega).

**Näiteks.** Soovides pumba definitsiooni muuta, siis tegemist on **Physical** alternatiivis oleva seadega ja seega peaksid tegema omaette alternatiivi ja nimetad selle kui **Jätkusuutlikkus**. See baseerub **Pump+Mahuti** seadetel ja on sellele kui **Child**.



- Jätkusuutlikkus põhiseaded kanduvad üle ka alamstsenaariumitele (Veevanus, Šokk-kloorimine, Tulekahju3h, Maksumus). Seega kui selgub, et mingis osas on vaja teha muudatusi, tehakse need esmalt Jätkusuutlikkus stsenaariumis, kust need kanduvad üle alamstsenaariumitele. Põhiseadete alla ei kuulu arvutusseaded, kuna erinevatel arvutustüüpidel on erinev simulatsiooni tüüp.
- Pump valida viisil, et see töötaks efektiivses piirkonnas kogu ööpäeva lõikes (tavaolukorras). Kui pump seisab, siis on tema efektiivsus n-ö 0 (null), seega seda me ei saa kuidagi arvestada ebaefektiivsusena. Seetõttu annab pumba + veetorni kombinatsioon jõuda lahenduseni, kus pump on ühelt poolt valitud väga hea efektiivsusega. Pumba valides, veendu, et selle max efektiivsus oleks 70% ligidal, ja seda eeldatava tööpunkti lõikes. Mooduli eesmärk on hoida töötava pumba efektiivsust vähemalt 60% peal. Jälgida tuleb näiteks seda, mis on pumba tööpunkt, kui see peab pumpama veetorni. Seetõttu peaks pumba/veetorni töö optimeerimine käima käsikäes. Pumba juures võib kasutada ka muud kontroll-loogikat, nt pöörete arvu reguleerimist (sh läbi kontrollpunkti, milles peab hoidma survet teatud minimaalse väärtusena). Tulekahju olukorras on lubatud muuta pumba sisse- väljalülitamise seadeid, küll aga ei saa muuta pump/veetorn kontroll-loogikat.
- Tegemist on dünaamilise arvutusega, kogupikkus 1 nädal (168 h). Siinkohal peab arvutus lihtsalt töötama ja vigasid ei või olla ühelgi tunnil. Vabasurve vahemikus 20 – 60 m H2O.
- Raportisse (laadi alla mall \*.xlsx kujul) täita töölehed: **Tiitelleht** ning **Jätkusuutlikkus**

### Stsenaarium: Veevanus

- Näidata, et veevanus oleks alla 48 h, sh kehtib see veetornile, seega peab sealgi see vesi vahetuma – veevanuse arvutus tehakse tavarežiimile (ilma tulekahju vooluhulgata).
- Mis on süsteemis olev max veevanus, millises punktis (sõlmes)? Kas veevanus saavutab kõikides punktides korrapärase käitumise (ehk siis ei kasva ajas pidevalt, vaid käitub nagu "siinus-kõver" esitades seeläbi sellise keskmise veevanuse üle valitud simulatsiooni aja – 1 nädal). Juhul kui on sõlmi, milles veevanus ajas pidevalt kasvab, siis leida lahendus selle vältimiseks. Näiteks võite muuta võrgu topoloogiat (lisades ringistava toru, eemaldada ringistava toru) või muuta olemasoleva toru läbimõõtu (samas on sellise muudatuse korral vaja tagada ka kõikide ülejäänud Jätkusuutlikkus mooduli stsenaariumite paikapidavus, sh tulekahju analüüsid).
- Eesmärk on jõuda punkti, kus maksimaalne veevanus on igas sõlmes alla 48 h, väga hea kui veevanus jääb alla 24 h ning suurepärane kui jääb alla 12 h (samas ei mõjuta 48 h vs 24 h vs 12 h hetkel punktisummat, piiriks jääb lihtsalt 48 h, ehk < 48 h). Kui mõnes sõlmes ei suudeta alla 48 h veevanust saada, esitada see nimekirjana (sh näidata näiteks %, mitmes sõlmes see nõue sõlmede koguarvust täidetud pole).
- Pane tähele, et veevanus kasutab omaette arvutusseadeid, mis eristuvad teistest arvutustest.
- Tegemist on dünaamilise arvutusega, kogupikkus 1 nädal (168 h). Arvutusaega võid suurendada, et veevanuse dünaamiline käitumine paremini esituks.
- Raportisse (laadi alla mall \*.xlsx kujul) täita töölehed: **Veevanus**

### Stsenaarium: Šokk-kloorimine

- Teosta šokikloorimise analüüs, milles järgi lisajuhiseid "*Juhendmaterjal - Šokikloorimise defineerimine (WaterGEMS)*".
- Leida sõlm(ed), kus on näha kõige rohkem kukkumist algsest šokikloorimise max väärtusest (eeldatavasti asuvad need sõlmed reservuaarist/pumplast kõige kaugemal)
- Leida sõlm(ed), kuhu jõuab algsest 10 mg/l kontsentratsioonist kõige väiksem osa? Mismoodi oleks võimalik tagada, et ka selles kriitilises punktis (punktides) oleks tagatud minimaalne kontsentratsiooni tase (näiteks 10 mg/l)? Kas mõistlik on tõsta sellisel juhul kloori kontsentratsiooni reservuaaris või on mõni muu lahendus?
- Kui pikalt peab ootama, et tarbimispunktides taastub normaalne kloori kontsentratsiooni tase (10 mg/l asemel 1 mg/l)?
- Kui palju mõjutab normaalse taseme saavutamist see, kui algset 10 mg/l on suurendatud, et tagada näiteks 10 mg/l jõudmine võrgu kõige kriitilisemasse punkti?
- Tegemist on dünaamilise arvutusega, kogupikkus 1 nädal (168 h).
- Raportisse (laadi alla mall \*.xlsx kujul) täita töölehed: **Šokk-kloorimine**

### Stsenaarium: Tulekahju

- Tegemist on sama analüüsiga, mis ka varasemalt teostatud (Base > Tulekahju alamstsenaariumi juures). Siinse stsenaariumi eesmärk on näidata, et kui on tehtud muudatusi

veevõrgu ülesehituses, siis ka tulekahju olukord jääb endiselt paika. Teisisõnu, igast sõlmest saab kätte 15 l/s viisil, kus vabasurve ei lange all 10 m H<sub>2</sub>O (statsionaarne arvutus).

- Tegemist on statsionaarse arvutusega tipp-tunnil, kus kontrollitakse lisavooluhulga kättesaadavust.
- Raportisse (laadi alla mall \*.xlsx kujul) täita töölehed: **Tulekahju**

### Stsenaarium: Tulekahju3h

- Tegemist on sama analüüsiga, mis ka varasemalt teostatud (EPS alamstsenaariumi juures). Siinse stsenaariumi eesmärk on näidata, et kui on tehtud muudatusi veevõrgu ülesehituses, siis ka tulekahju olukord jääb endiselt paika (dünaamiline arvutus, jälgida 3 esimest tundi, alates tipp-tunnist).
- Tegemist on dünaamilise arvutusega, kogupikkus 1 päev (24 h), fookusega esimesele 3 h (0 – 3 h), kusjuures on 0 ajahetk algab tipp-tarbimise tunnist.
- Raportisse (laadi alla mall \*.xlsx kujul) täita töölehed: **Tulekahju3h**

### Stsenaarium: Maksumus

Maksumuse stsenaarium kaasab nii ühikhindade põhist võrgu rajamismaksumuse hinnangut kui ka lihtsat tasuvusarvutust 10 aastasele perioodile, milles arvestatud energiakulu maksumusega. Samuti leiad CO<sub>2</sub> jalajälje.

- **Maksumus**
  - Täida raporti tööleht: Maksumus
- **Torude maksumus:**
  - Täida raporti tööleht: Torude maksumus
- **Mahuti maksumus:**
  - Täida raporti tööleht: Mahuti maksumus
- **Pump soetus**
  - Täida raporti tööleht: Pump soetus
  - Pane tähele, mis pumba olete valinud, see võib olla vaikumisi nn pumba patarei, milles on mitu pumba ja seega tuleb maksumust arvutada selle järgi, mitu ühikut pumba elementi seal parasjagu on; seega täidad ka vastava veeru, kus lisad pumpade arvu (WaterGEMS tarkvaras ei pruugi see patarei olla selliselt lahendatud, ehk siis kasutatakse ühte kombineeritud pumba + pumba graafikut)
- **Pump jooksevkulu**
  - Täida raporti tööleht: Pump jooksevkulu
  - Leia pumba (pumpade) summaarne energiakulu 1 nädala kohta, too välja kulu ühe aasta kohta (1 nädal x 52) ning kümne aasta kohta (10 x aastane kulu); kasuta **Scenario Energy Cost > Energy Pricing** dialoogi, et määrata nõutud ühikhind
  - Leia CO<sub>2</sub> jalajälg, arvestades raportis toodud ühiknäitajat (kgCO<sub>2</sub>/kWh), kasutades **Scenario Energy Cost > Unit Carbon Emissions** dialoogi, et määrata ühikhind
  - Eesmärk on seda minimeerida pumba seadete ning mahuti parameetrite kaudu (sh min/max veetasapind, mahuti läbimõõt – samas peab jääma täidetuks minimaalne

nõutud maht vastavalt nõutud arvutusele + ülejäänud stsenaariumid **Jätkusuutlikkus** all)

- Lisatabel tuleb täita varasema pumba kasutuse kohta. Selleks tekita lisastsenaarium Maksumus stsenaariumi alla, nimeta see kui **Maksumus (Pump+Mahuti)**. Järgi, et kasutad varasema mooduli seadeid. Too välja võrdlus vana vs uus lähtuvalt tabelis olevatest väärtustest. Kirjelda erinevusi.
- **Statistika**
  - Täida raporti tööleht: Statistika
  - Olles kopeerinud andmed arvutusest, leitakse automaatselt maksimaalne / minimaalne / keskmine pumba efektiivsus
  - Maksimaalne pumba efektiivsus peab olema vähemalt 1h vältel suurem kui 60%
- **Kogukulu**
  - Tööleht Kogukulu täidetakse automaatselt kui kõiki eelnevaid nõudeid järgitud

## Esituspakett (failid)

- 1) WaterGEMS failid (\*.wtg, \*.sqlite), milles on lahendatud nii eelnevate moodulite stsenaariumid kui ka lisatud antud mooduli täiendavad stsenaariumid. Seega peavad kõik stsenaariumid endiselt töötama vastavalt konkreetse mooduli lähteülesandele.
- 2) Loo ülevaatlik raport kasutades ette antud malli (\*.xlsx failina), milles:
  - a. täida töölehed vastavalt eelnevatele kirjeldustele/nõuetele;
  - b. veendu, et töölehtedel olevad arvutused töötavad peale andmete üle kopeerimist.

## Lisa 1. Toru siseläbimõõtude valik

Tabel 1. Plasttorude siseläbimõõdud, seinapaksused, rajamise indikatiivsed ühikhinnad

Läbimõõdu klass, DN (mm) Välisläbimõõt, OD (mm)	Siseläbimõõt (PE 100, PN 10), ID (mm)	Toru seina paksus, e (mm)	Rajamise ühikhind** €/m
20	(*)	(*)	75
25	(*)	(*)	75
32	28,0	2,0	75
40	35,2	2,4	80
50	44,0	3,0	85
63	55,4	3,8	90
75	66,0	4,5	95
90	79,2	5,4	100
110	96,8	6,6	105
125	110,2	7,4	110
140	123,4	8,3	115
160	141,0	9,5	125
180	158,6	10,7	135
200	176,2	11,9	145
225	198,2	13,4	160
250	220,4	14,8	180
280	246,8	16,6	185
315	277,6	18,7	190
355	312,8	21,1	195
400	352,6	23,7	200
450	396,6	26,7	210
500	440,6	29,7	220
560	493,6	33,2	240
630	555,2	37,4	300
710	625,8	42,1	350
800	705,2	47,4	400
900	793,4	53,3	500
1000	881,4	59,3	900

(\*) – ei ole võimalik kasutada

(\*\*) – tegemist on indikatiivsete ühikhindadega

**Märkus.** Antud tabel vastab standardile EN 12201-2, mis esitab nõuded plasttorudele (PE 40, PE 80, PE 100 – materjali omadused). Siseläbimõõdud on toodud survetugevusklassi PN 10 korral. Samas standard esitab siseläbimõõdud ka teistele survetugevusklassidele.

**Märkus.** Pane tähele, et antud toru korral on  $DN = OD$  (välisläbimõõt). Seega kehtib seos:  $DN = ID + 2 \cdot e$

## Lisa 2. Esituse/kaashindamise nõuete komplekt

Allolevalt on toodud nimekiri nõuetest, mida tuleb esitamise hetkel tagada ning kaashindamise käigus ka kontrollida. See nimekiri tuleb 1:1-le kleepida vastava foorumi postitusse, kus esitus tehakse (nii postituse algataja kui hindaja tähenduses). Postituse algataja ehk esitaja kinnitab sellega, et kõik nõuded on täidetud. Hindaja kopeerib aga vastava nimekirja ja markeerib iga nõude juures, kas see on täidetud (ükshaaval) ning lisab ka punktisumma (valida saab täisarvu; kui nõue poolikult täidetud, siis on see 0 punkti ja mitte 0,5 või 0,75 punkti).

**Nõuete komplekt** (kopeeri peale seda rida, Nõue 1 – Nõue 10 koos kirjeldustega):

**Nõue 1.** Esitatud on üks komplekt WaterGEMS \*.wtg ning \*.sqlite faile, milles kajastuvad stsenaariumid vastavalt esitusnõuetele ning raport (\*.xlsx failina). Juhul kui kasvõi üks fail on puudu või stsenaariumite koosseis ei vasta nõuetele, tuleb esitus kohe tagasi saata! Juhul kui esitatud on mitu WaterGEMS faili, siis tuleb esitus tagasi saata! **(0 või 1 punkti)**

**Nõue 2.** Esitatud WaterGEMS mudelis on varasemate moodulite stsenaariumid endiselt töökorras (veateateid ei kuvata). Vajadusel saab selle faili avada HAMMER tarkvaras, ning ka sealsed arvutused on endiselt töökorras. **(0 või 1 punkti)**

**Nõue 3.** WaterGEMS mudelis on nõuete kohane **Jätkusuutlikkus** stsenaarium, seda saab arvutada kui tavalist EPS arvutust (168 h), veateateid ei kuvata. Raporti paan **Jätkusuutlikkus** toob välja kõik tehtud muudatused, mis on tehtud võrreldes stsenaariumiga EPS (ja selle alamstsenaariumitega). See kehtib muuhulgas lisatud torude kohta (lisaringistused), sõlmi lisada/eemaldada ei või. Muuta võib torude läbimõõdusid aga eeldusel, et kõik arvutused kasutavad samasid, uusi läbimõõte ja kõikide arvutuste nõuded on sellega täidetud. Esitatud on uus pumba valik, välja on toodud tootja veebilink ning need graafikud vastavad sellele, mis on WaterGEMS mudelis. **(0 või 1 punkti)**

**Nõue 4.** WaterGEMS mudelis on nõuete kohane **Veevanus** stsenaarium, seda saab arvutada vastavalt veevanuse seadetele kui EPS arvutust (vähemalt 168 h), veateateid ei kuvata. Raporti paan **Veevanus** näitab vastuseid küsimustele ja n-ö parimat leitud lahendit. Välja on toodud minimaalselt mahuti veevanuse graafik ning kõige kriitilisema sõlme veevanuse graafik. **(0 või 1 punkti)**

**Nõue 5.** WaterGEMS mudelis on nõuete kohane **Šokk-kloorimine** stsenaarium, seda saab arvutada vastavalt aine leviku seadetele kui EPS arvutust ning veateateid ei kuvata (vähemalt 168 h, kuid täiendavate tundidega, et selguks, millal taastub normaalne kloori tase). Raporti paan **Šokk-kloorimine** näitab vastuseid küsimustele. Välja on toodud kriitilisem punkt, kuhu jõuab kõige väiksem kloori kontsentratsioon (graafikuna). Vastatud on küsimustele. **(0 või 1 punkti)**

**Nõue 6.** WaterGEMS mudelis on nõuete kohane **Tulekahju** stsenaarium (Jätkusuutlikkus stsenaariumi all), seda saab arvutada vastavalt nõuetele ja seeläbi näidatakse, et varasemad nõuded/tingimused on täidetud. Raporti paan **Tulekahju** esitab kokkuvõtte nõuete täitmisest. **(0 või 1 punkti)**

**Nõue 7.** WaterGEMS mudelis on nõuete kohane **Tulekahju3h** stsenaarium (Jätkusuutlikkus stsenaariumi all), seda saab arvutada vastavalt nõuetele ja seeläbi näidatakse, et varasemad nõuded/tingimused on täidetud. Raporti paan **Tulekahju3h** esitab kokkuvõtte nõuete täitmisest. **(0 või 1 punkti)**

**Nõue 8.** WaterGEMS mudelis on nõuete kohane **Maksumus** stsenaarium, seda saab arvutada vastavalt nõuetele ühes nõutud lähteparameetritega (energiatariif, CO2). **(0 või 1 punkti)**

**Nõue 9.** WaterGEMS mudelis on nõuete kohane torude maksumuse arvutus, see vastab mudelis olevatele torudele/läbimõõtetudele, täidetud on vastavasisuline raport paan **Torude maksumus**. **(0 või 1 punkti)**

**Nõue 10.** WaterGEMS mudelis on nõuete kohane mahuti maksumuse arvutus, see vastab mudelis olevale mahuti parameetritele, täidetud on vastavasisuline raporti paan **Mahuti maksumus. (0 või 1 punkti)**

**Nõue 11.** WaterGEMS mudelis on nõuete kohane pumba soetuse arvutus, see vastab valitud pumbale (sh valitud tootja andmetele), täidetud on vastavasisuline raporti paan **Pump soetus. (0 või 1 punkti)**

**Nõue 12.** WaterGEMS mudelis on nõuete kohane pumba jooksevkulu arvutus, see vastab mudelis olevale, täidetud on vastavasisuline raporti paan **Pump jooksevkulu. (0 või 1 punkti)**

**Nõue 13.** WaterGEMS mudelis on nõuete kohane varasema stsenaariumi pumba jooksevkulu arvutus (Pump+Mahuti), see vastab mudelis olevale, täidetud on vastavasisuline raporti paani osa **Pump jooksevkulu** juures. Kirjeldatud on kokkuhoidu/erinevusi. **(0 või 1 punkti)**

**Nõue 14.** WaterGEMS mudelis on nõuete kohane pumba statistika arvutus, see vastab mudelis olevale, täidetud on vastavasisuline raporti paan **Statistika. (0 või 1 punkti)**

**Nõue 15.** WaterGEMS mudelis on nõuete kohane kogukulu arvutus, mis baseerub eelnevatel paanidel ning seega arvutatakse automaatselt, mida kajastab raporti paan **Kogukulu. (0 või 1 punkti)**