

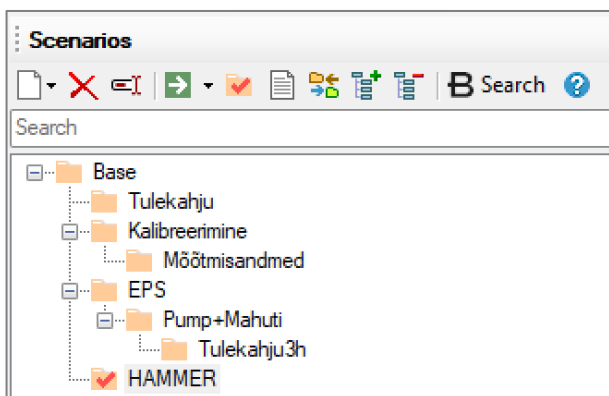
Hüdrauliline löök – esituse juhendmaterjal

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.

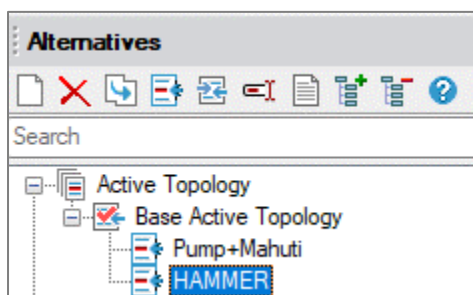
Lähteülesanne

Jätka eelmise mooduli mudeliga ning teosta veevõrgu mudeli hüdraulilisele stsenaariumile hüdraulilise löögi analüüs, lähtudes järgmistest põhivalikutest (mudeli ettevalmistuseks võid kasutada nii WaterGEMS kui HAMMER tarkvara). Antud näites kasutame selleks HAMMER tarkvara ja avame eelmise mooduli faili.

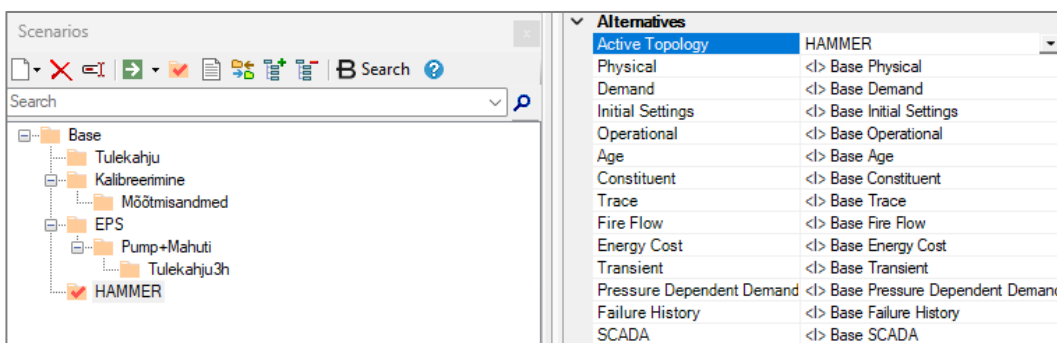
1. Loo uus stsenaarium **Base** stsenaariumi baasil (kui **Child**). Nimeta see kui **HAMMER**.



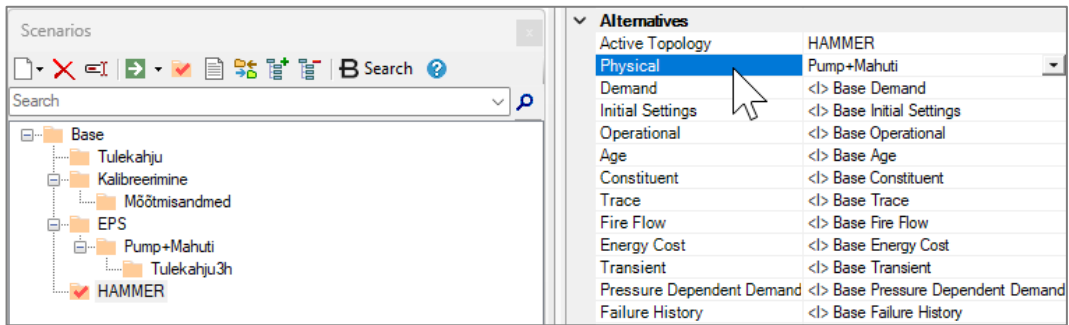
2. Loo uus **Active Topology**, see baseerub **Base Active Topology** põhjal ja lisad kui **Child**. Selles defineerime omaette pumba, mida kasutame vaid hüdraulilise löögi juures.



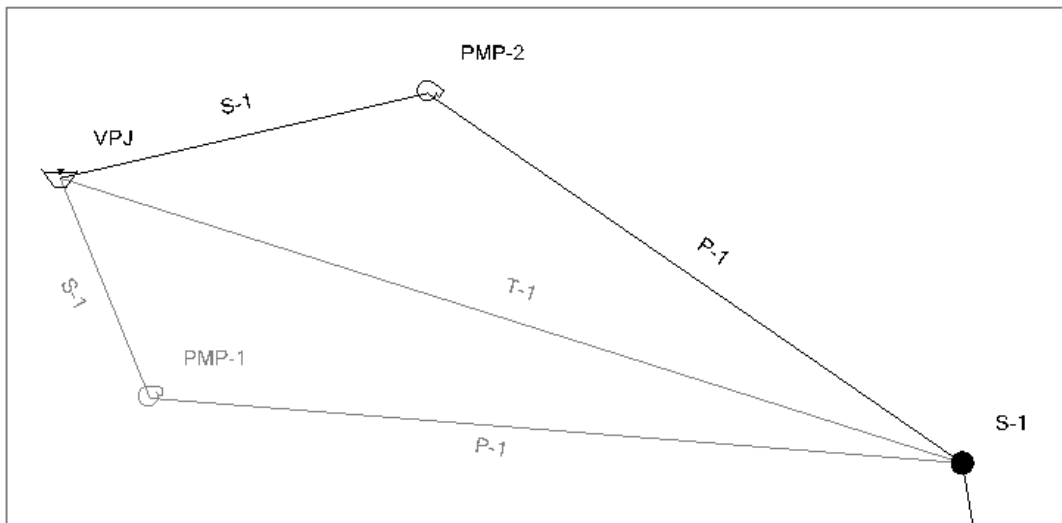
3. Seo see **HAMMER** stsenaariumiga.



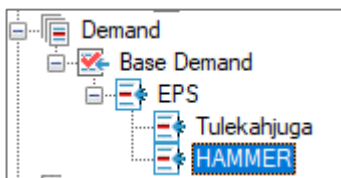
4. Physical osas kasuta **Pump+Mahuti** alternatiivi.



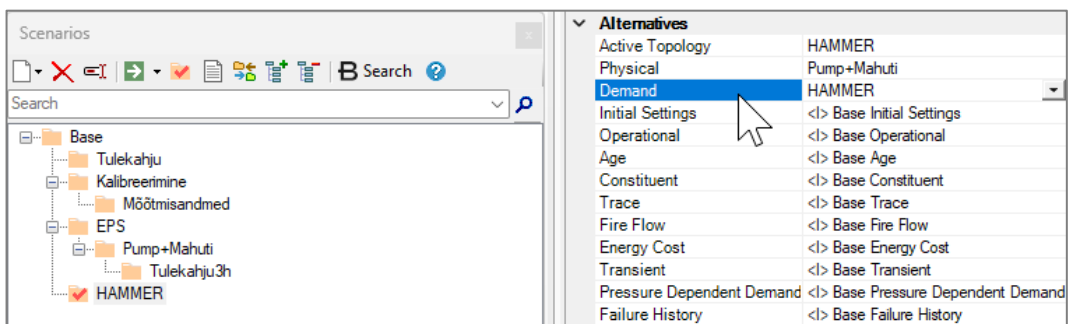
5. Lisa uus pump ning nii imitoru kui survetoru. Torude juures kasuta samasid väärtuseid, mis ka varasema pumba imi- ja survetoru juures. Nimetused (Label) peaksid seetõttu ka klappima.



6. Loo uus **Demand** alternatiiv ning nimeta see kui **HAMMER**. See peab baseeruma EPS alternatiivil.



7. Lisa **Demand** alternatiiv **HAMMER** stsenaariumile.



8. Lähtuval stsenaariumi **Mõõtmisandmed** valitud lekke sõlmest, lisa nüüd samasse sõlme lisatarbimine 15 l/s.

	Demand (Base) (L/s)	Pattern (Demand)
1	15.000	Fixed
*		

9. Lisa uus pumba graafik, nimeta see kui **HAMMER**. Kasutades taas veebipõhiseid pumba tootja andmebaase, leia sobiv pump, mis tagab vooluhulga **15 l/s + tiptunni tarbimine**, pumba tõstekõrgus peab 0 l/s juures jääma alla 60 m H₂O. Kuna hüdraulilise löögi tähenduses me vaatame ühte kindlat ajahetke ja seega ka voolukiiruse režiimi, siis pump peab olema valitud viisil, kus 15 l/s lisatarbimisega, ei tohi veevõrgu üheski punktis olla vabasurve alla 20 m H₂O.

Vetorni meil siinkohal kasutusel ei ole.

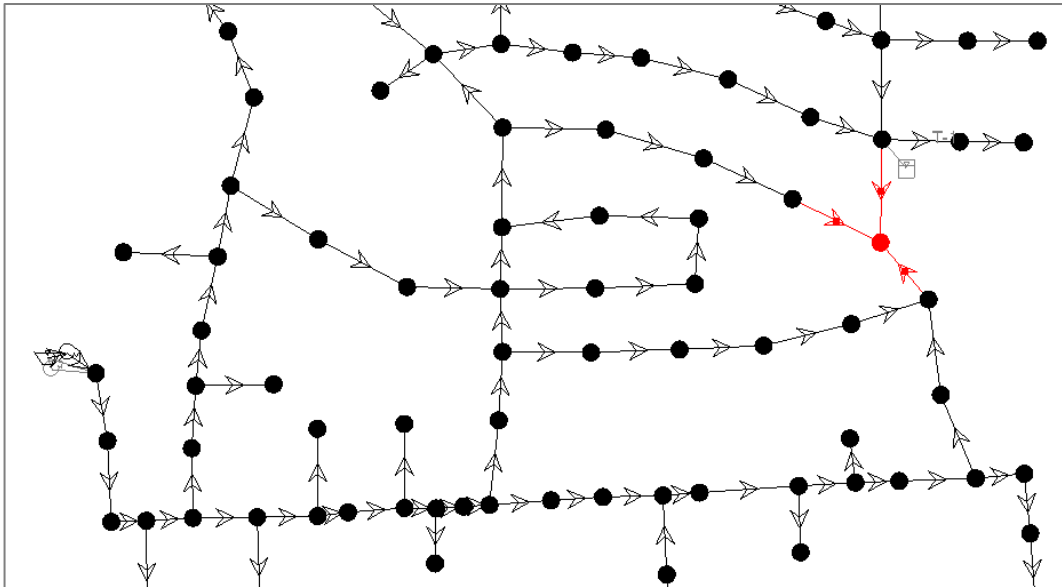
10. Veendu, et pumbale oleks määratud inerts (see on pumba graafiku defineerimise dialoogi lisapaan, **Transient**). Pane tähele, et kasutad **SI** ühikut pumba inerts arvutamisel. Vali sobi arv komakohti, et see väärtus ka dialoogis loetav oleks. Seda saab arvutada lähtuvalt pumba tööpunktis olevast võimsusest ning pöörete arvust. Seega lähtu pumba tootja andmetest, et seda arvutada. Samas dialoogis on vaja määrata ka pumba max pöörete arv.

Head	Efficiency	NPSH Required	Motor	Transient	Library	Notes
Inertia (Pump and Motor):	0.029					kg·m ²
Speed (Full):	2 910					rpm
Specific Speed:	SI=25, US=1280					
<input checked="" type="checkbox"/> Reverse Spin Allowed?						

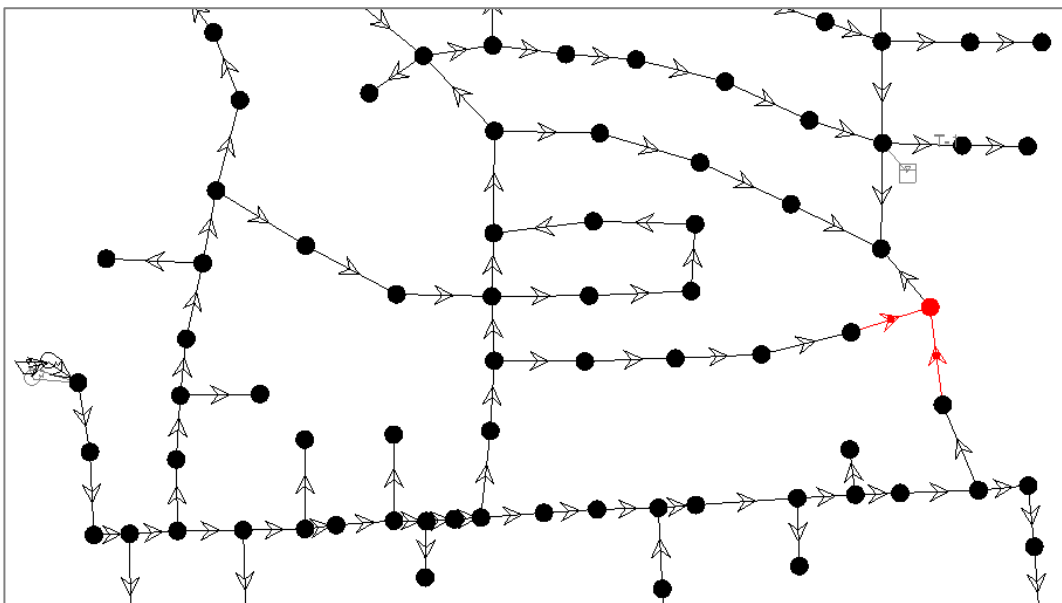
11. Kuna tiptarbimise ajahetk on meil määratud arvutusseadega **EPS+tulekahju**, siis selliselt määrame need ka **HAMMER** stsenaariumile.

12. Lisa hüdraulilise löögi vaatluse rajajoon. Lähtu sellest, et see moodustub kõige suurematest voolukiirustest (m/s). Teisisõnu, kui lõpp-punkti (kuhu lisatud 15 l/s) on võimalik jõuda mitut erinevat teekonda, siis valid teekonna, kus lahknemispunktidest lähtub suurem **voolukiirus**. Ja seda alustades 15 l/s punktist ning liikudes pumpla poole.

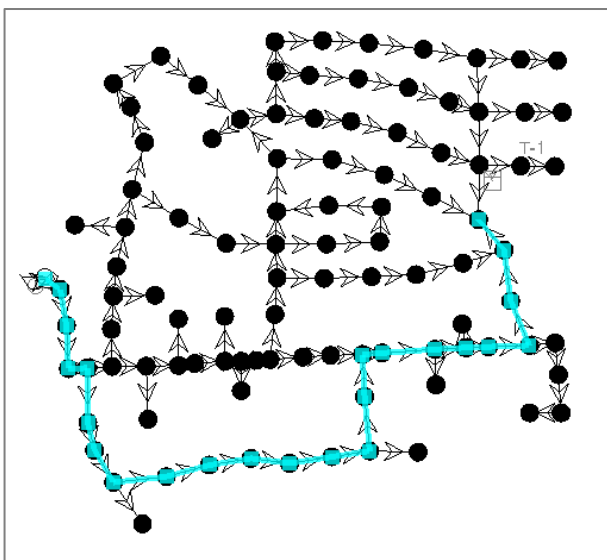
13. Näiteks, alloleval pildil tähistab 15 l/s parempoolne punane punkt. Sinna tuleb 3 toru. Kõige suurem neist on **alt paremalt**.



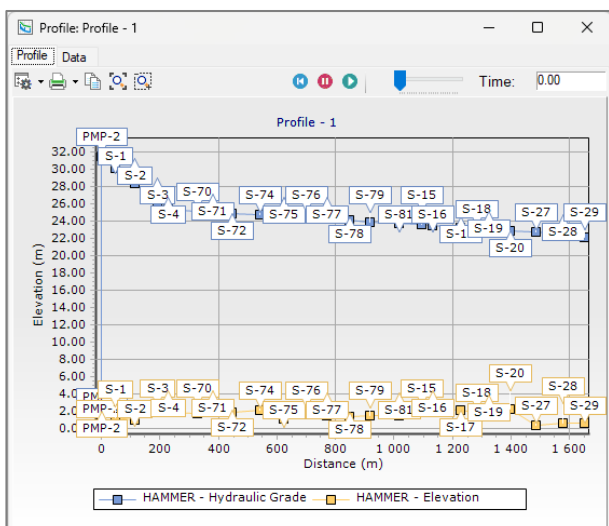
14. Järgmisesse punkti tuleb kahes torust. Sama reegel siin. Valime suurema voolukiirusega toru.



15. Löögi profiili lood **View > Profiles** töövahendi kaudu. Antud näites tuleb profiil järgmist rada pidi. Pane tähele, et see ei pruugi olla lühim teekond!



16. Kui profiili avad, veendu, et vasakul pool oleks pump ja mitte vastupidi. Kui on vastupidi, siis tee **Reverse**.



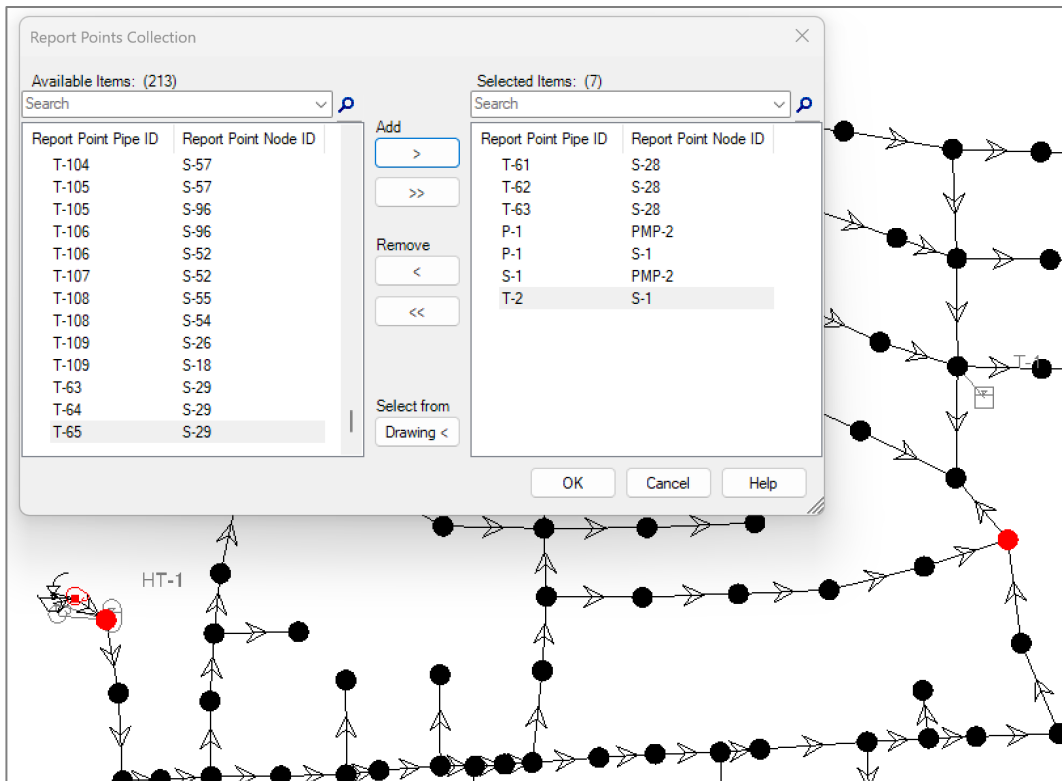
Profile Setup - [Profile - 1]

Label: Profile - 1 Select From Drawing

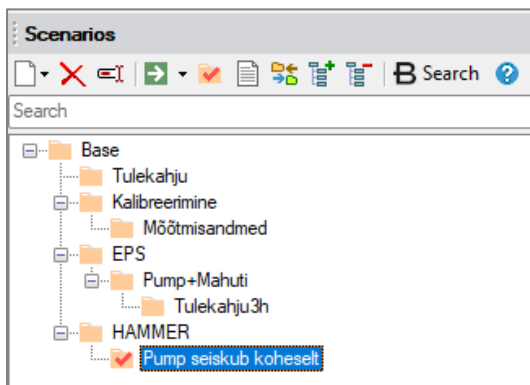
ID	Label
325	PMP-2
327	P-1
gg	S-1

Reverse Remove All

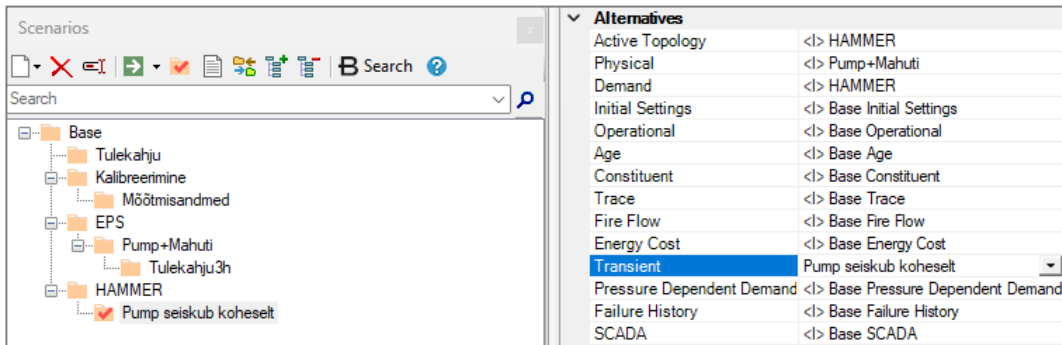
17. Vali **Calculation Options > Transient Solver > Base Calculation Options** ning määra huvipakkuvad löögi simulatsiooni arvutuspunktid (kus soovid näha löögi ajalugu). Vali 15 l/s punkti kõik äärepunktid (iga sisenev/väljuv toru tähistab löögi arvutuse juures omaette arvutuspunkti). Vali pumpla elemendiga seotud punktid ning ka pumplast esimese sõlme punktid. Need on minimaalsed arvutuspunktid, kus soovime näha ajalugu.



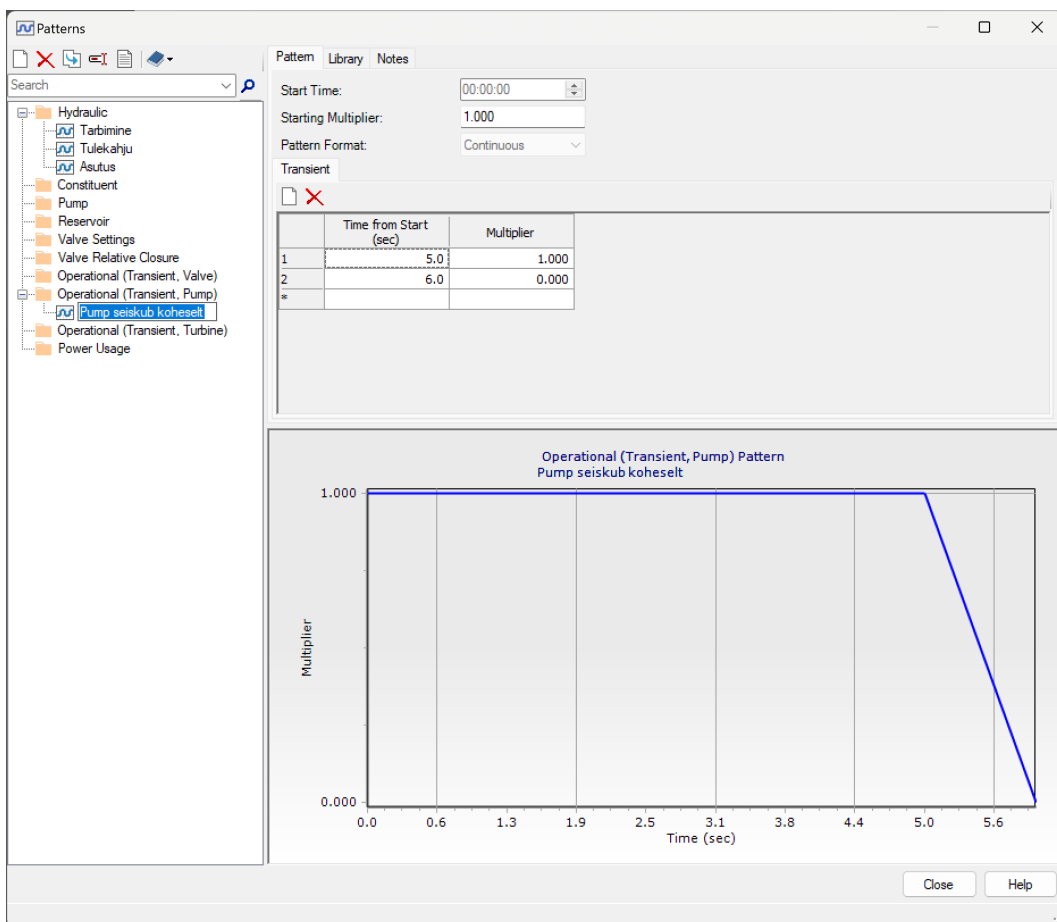
18. Olles endiselt samas dialoogis, vali **Transient Friction Method = Unsteady**.
19. Samas dialoogis vali **Run Duration Type = Time** ning **Run Duration (Time) (sec) = 120**. Hiljem pead siia dialoogi tagasi tulema, et vajadusel aega suurendada, veendumaks, et arvutusaeg on piisavalt pikk, et näha lõõgist tingitud lainete sumbumist. Aktiveeri ka animatsioonide loomine, ehk **Generate Animation Data? = True**.
20. Lisa torudele laineleviku kiirus **Wave Speed Calculator** kaudu. Kuna meil on sisuliselt vaid ühe läbimõõduga torud, siis on seda lihtne teha. Vedelikuks vali **Water at 4C**, toru materjalina **PVC**, toru seina paksus vastavalt varasemas moodulis toodud seinapaksusele, mis vastab PN 10 survetugevusklassile ja kasutusel olevale toru läbimõõdule. Veendu, et torude juures uuendatakse omaduse **Wave Speed (m/s)** väärtust. See ei või olla null mitte ühegi aktiivse toru juures.
21. Järgnevalt asud erinevate lõõgistsenaariumite kirjeldamise juurde, mis baseeruvad **HAMMER** stsenaariumil. Seega, loo esmalt **HAMMER** stsenaariumi alla üks **Child** stsenaarium. Nimeta see kui **Pump seiskub koheselt**.



Märkus. Iga loodava alamstsenaariumi kohta lood ka samanimelise **Transient** alternatiivi, mis hakkab endas hoidma pumba ühte kindlat seiskumise-käivitumise graafikut.

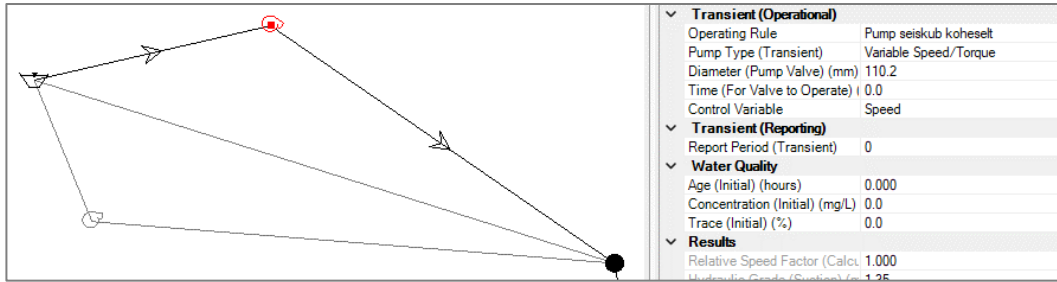


22. Lisa esimene pumba juhtimine, mis seiskab pumba peale 5 sekundi ja 1 sekundi jooksul. See graafik kannab taas sama nimetust, mida ka alamstsenaarium.

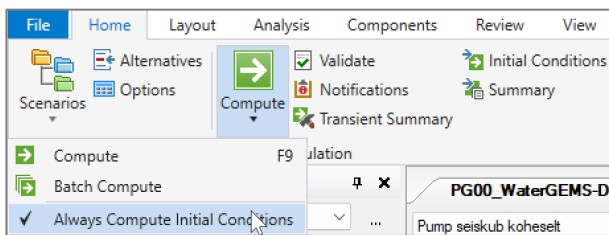


23. Veendu, et eelneval sammul loodud graafik seotakse ka vastava stsenaariumi alternatiiviga.

24. Esmalt valid pumba ja markeerid, et **Pump Type (Transient) = Variable Speed/Torque**, seejärel valid juba loodud pumba töögraafiku. **Diameter (Pump Valve) (mm)** = toru läbimõõt, mis sellele pumbale järgneb.



25. Kliki **Compute**. Pane tähele, et vaikimisi arvutatakse esmalt alati algtingimused (**Initial Conditions**). Algtingimused on tavapärase hüdrauliline statsionaarne arvutus valitud ajahetkel (meil max tarbimistunnil).



Märkus. Algtingimuste ümber arvutamist alati ei ole vaja, kuid kuna see võtab üldjuhul väga vähe aega, siis võib see vaikimisi sisse jääda, et see alati läbi tehakse.

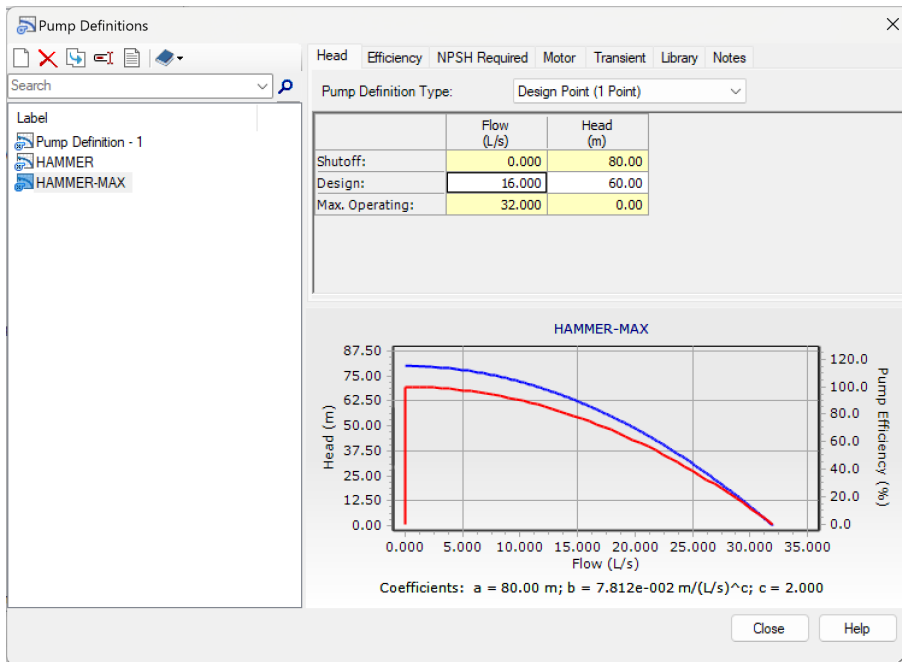
26. Peale arvutust, veendu, et ei kuvata veateateid, mis võivad mõjutada tulemusi. Tüüpsed veateated, mis võivad jääda on esitatud allpool.

Message Id	Scenario	Element Type	Element Id	Label	Message
47210	Pump seiskub koheselt	Scenario	331	Pump seisku...	The wavespeed or length approximations deviate excessively from the entered values. Reduce the time step.
49511	Pump seiskub koheselt	Pump	325	PMP-2	The Check Valve at this element closes at time 8.89 seconds

Märkus. Veateade “The wavespeed of length approximations...” on üldjuhul seotud sellega, et meie mudelis on suuresti erinevaid torude pikkusi ning ühetaoline arvutussamm võib tuua sisse ebatäpsuseid. Sellises olukorras on võimalik arvutussammu vähendada või eemaldada need n-ö lühikesed toru (ilmselt meie näites on selleks pumba imitoru, kuid see ei pruugi olla ainus). Arvutussammu saab muuta **Calculation Options** dialoogis. Pane tähele, et mida väiksemaks sa sammu paned (hetkel me seda ei tee), seda pikemaks läheb ka arvutusaeg, sest arvutuspunkte on rohkem.

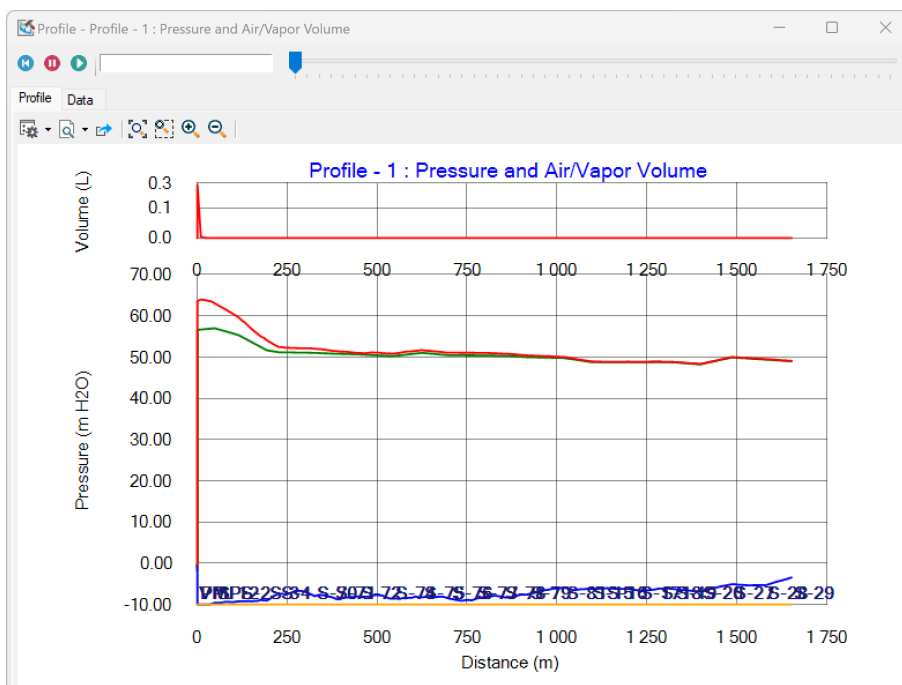
Summary	
Is User Defined Time Step?	False
Run Duration Type	Time
Run Duration (Time) (sec)	120.0

27. Vaata tulemusi, tee kokkuvõtteid, järeldusi nii **max** kui **min** surveaine osas üle valitud profiili (VPJ ... 15 l/s sõlm). Profiili vaata seades **Pressure and Air/Vapor Volume**.



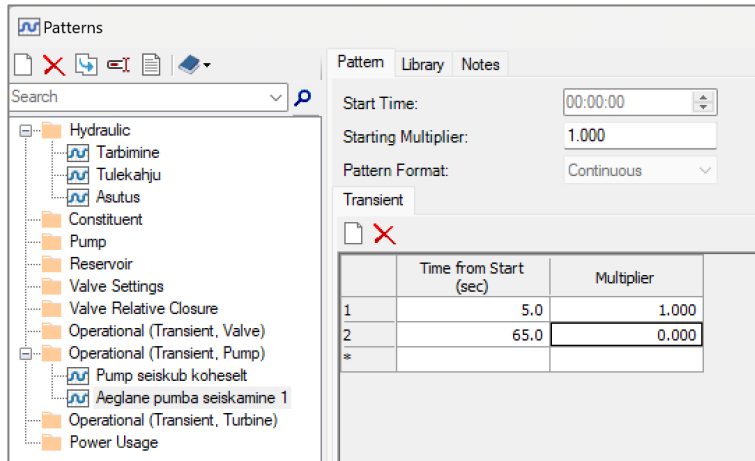
Märkus. Loodud on omaette pumba definitsioon (**HAMMER-MAX**). Siin näites on küll kasutatud ühepunkti graafikut, teil tuleb suurendada oma valitud punktide tõstetärguseid (**Head** väärtuseid).

Märkus. Kuna see on ajutine test, siis me ei hakka eraldi stsenaariumit tegema. Muudame ajutiselt pumba graafiku ära ja vaatame tulemusi. Allolevalt pildilt on näha, et ehkki **max** surveaine on nüüd kõrgem, ühtib see endiselt (suuresti) stacionaarse režiimi omaga. Seega stacionaarsest rõhust hetkel meie **max** surveaine väga ei sõltu. On selge, et rõhu muutmine võib omade teist efekti olukorras, kus pumba seeded on midagi muud. Samuti võib see olla mõjufaktor mõne teise löögi sündmuse olukorras.

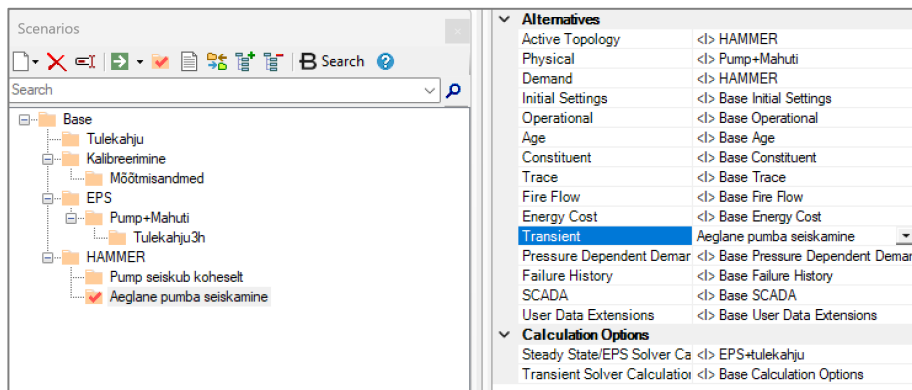


Märkus. Kui tegid selle arvutuse sama stsenaariumi juures, siis muuda uuesti pumba graafik ära ja tee uus arvutus, millega kirjutad testi tulemused üle ja alles jääb see, mis peab!

29. Liigume tagasi varasemale pumba graafikule. Keskendume nüüd **min** laine vähendamisele. Seega esmalt kontrollime, kuidas see saab mõjutatud kui pumba töö seiskamine toimub oluliselt pikema aja jooksul. Selleks loome omaette **Pattern** tüüpi (sarnaselt varasemale), nimetame vastavalt. Loome ka uue stsenaariumi, seome **Pattern** tüüpi uue stsenaariumiga (ikka lisatud alternatiivi kaudu). Allolevalt näide, kus kasutame pumba seiskamist 60 sekundi jooksul (lineaarselt). Mõistlik on neid **Pattern** tüüpe nimetada vastavalt, et jääks eelmised seisud lihtsasti valitavaks ka hiljem (nt kokkuvõtete tegemiseks).



30. Allpool vastav stsenaarium seotud uue alternatiiviga, mis omakorda kaasab uue **Pattern** tüüpi.

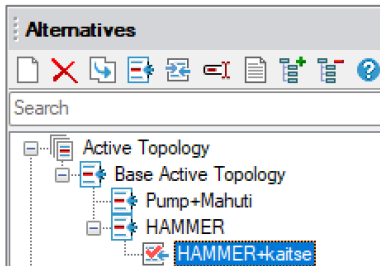


Märkus. Pane tähele, et kui lood pumba seiskumist juba pikema ajaga (60 või 120 või veelgi pikema koguaajaga, eelnevas näites on meil 65 sekundit koguaeg), siis tuleb veenduda, et arvutusaeg oleks piisavalt pikk, et hüdraulilisest löögist tingitud lainelevikut oleks võimalik jälgida (sh sumbumist).

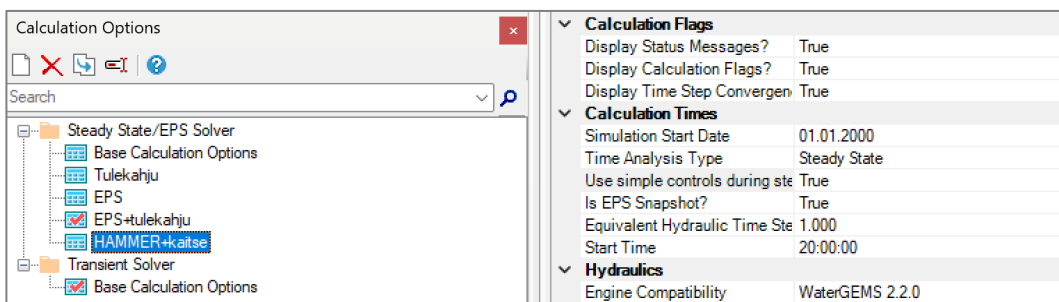
Märkus. Järgnev pilt esitab 65 sekundilise koguaaja (arvutusaeg 120 sekundit) max/min surveaine profiili. Paneme tähele, et min laine väärtused on nullile lähemal aga mitte päris.

Märkus. Kui pelgalt pumba seiskamise graafiku muutmisega ei ole võimalik “miinusest” lahti saada, tuleb kaaluda kaitseseadme paigaldamist. See oleks mõistlik paigaldada pumplasse.

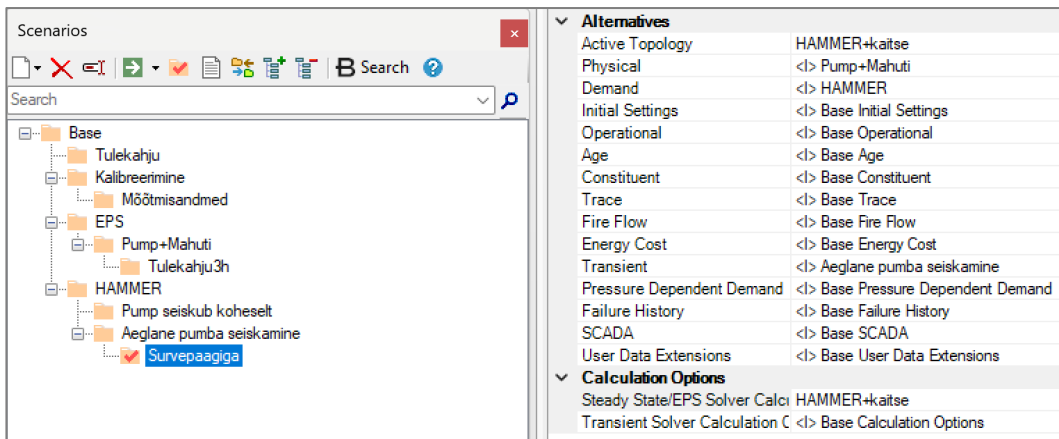
31. Loo uus **Active Topology**, **HAMMER+kaitse**



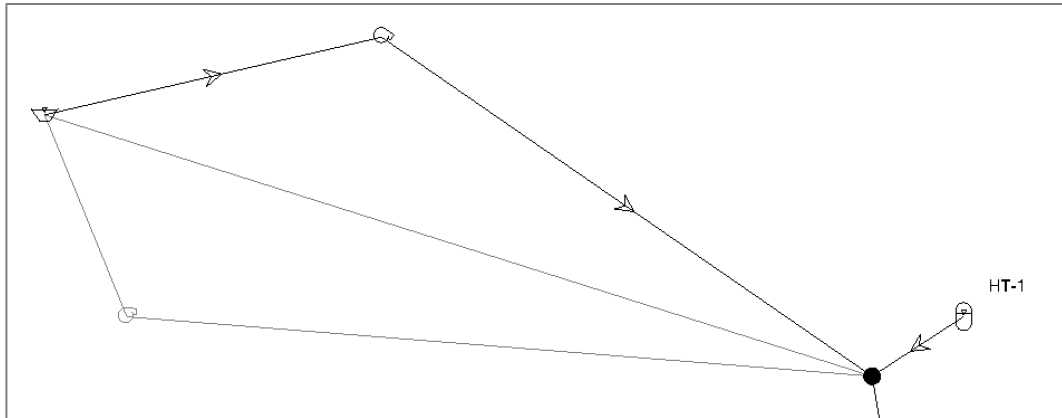
32. Loo ka uus arvutusseade, milles kasutad **Steady State** arvutust, kuid kindlale tunnile (max tarbimistund, siin näites on see olnud 20:00). Nimeta see kui **HAMMER+kaitse**.



33. Seo need alternatiivid uue stsenaariumiga, mille lood optimeeritud pumba töö juhtimise alla. Nimeta stsenaarium kui **Survepaagiga**.



34. Nüüd lisa survepaak (**Hydropneumatic Tank**) ning liidesta see esimese sõlmelega.



35. Toru parameetrite juures lähtu, **Has User Defined Length? = True**, toru pikkus = 10 m, karedus ikka **0.1 mm**, läbimõõd sama, mis ka järgneval toru. Antud näites on selleks **110.2 mm**. Veendu, et sellel torul oleks ka **lainelevikukiirus**. Kuna sama läbimõõd, siis saab selle teise toru juurest kopeerida.

Physical	
Zone	<None>
Diameter (mm)	110.2
Material	PVC
Darcy-Weisbach e (mm)	0.1000
Has User Defined Length?	True
Length (User Defined) (m)	10
Length (m)	10
Has Check Valve?	False
Specify Local Minor Loss?	True
Minor Loss Coefficient (Local)	0.000
DMA Status	Boundary Candidate
Year Installed	0
Year Retired	0
Transient (Physical)	
Wave Speed (m/s)	496.54
Water Quality	

36. Survepaagi juures võid alustuseks lähtuda järgmistest parameetritest:

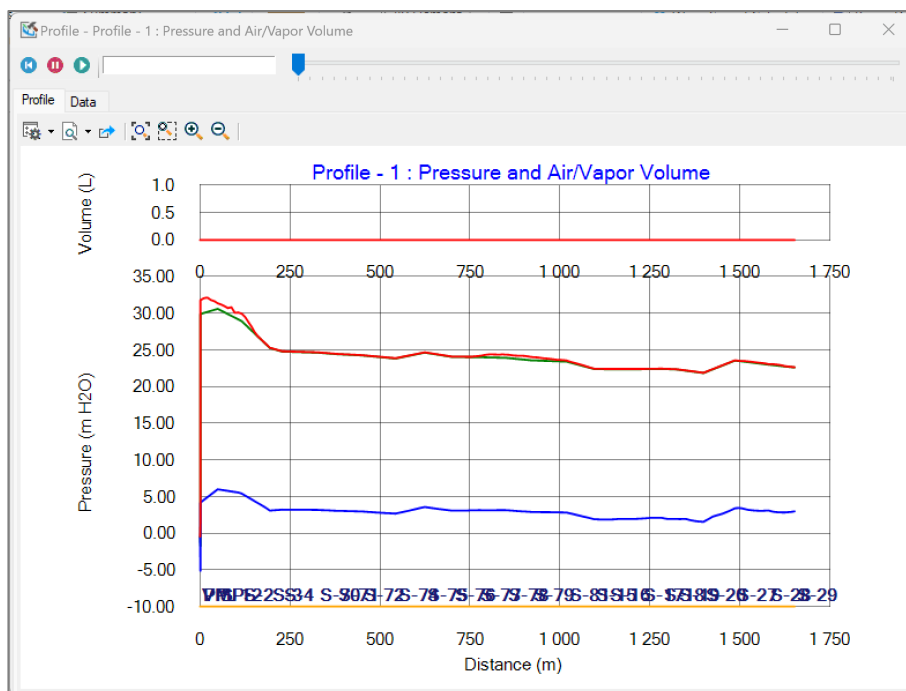
- **Elevation** = sama, mis kõrval oleval sõlmel
- **Volume (Tank) (L)** = 2000 (alusta sellest, kuid vajadusel muuda, suurenda/vähenda)
- **Tank Calculation Model** = Gas Law Model
- **Atmospheric Pressure Head (m)** = 10.33
- **Hydropneumatic Tank Type** = Sealed
- **Diameter (Tank Inlet Orifice) (mm)** = sama läbimõõd, mis liituv toru (samas suurematel torudel on see tüüpiliselt väiksem)
- **Ratio of Losses** = 2.5
- **Gas Law Exponent** = 1.2
- **Has Bladder?** = True
- **Pressure (Gas-Preset) (m H₂O)** = pane mõnevõrra vähem kui tavaarvutuse juures kõrval olevas sõlmel (nt kui eelnevas stsenaariumis oli esimeses sõlmel vabasurve ca 28 m H₂O, siis võid siin alustada ka 20 m H₂O väärtusega, vajadusel suurenda aga mitte üle statsionaarse väärtuse)
- **Minor Loss Coefficient** = 2.5

Operating Range	
Elevation (Base) (m)	3.25
Operating Range Type	Elevation
HGL (Initial) (m)	30.18
Liquid Volume (Initial) (L)	1 600.0
Operational	
Controls	<Collection>
Physical	
Elevation (m)	1.25
Zone	<None>
Volume (Tank) (L)	2 000.0
Tank Calculation Model	Gas Law Model
Atmospheric Pressure Head (r	10.33
Treat as Junction?	False
Transient (Physical)	
Hydropneumatic Tank Type	Sealed
Diameter (Tank Inlet Orifice) (110.2
Ratio of Losses	2.500
Gas Law Exponent	1.200
Has Bladder?	True
Pressure (Gas-Preset) (m H2(25.00
Minor Loss Coefficient (Outflo	2.500
Elevation Type	Fixed

37. Teosta esmalt **Initial Conditions** arvutus (eraldi nupp), veendu, et mudelis ei oleks siinkohal vigasid. Enne ei ole mõtet löögi arvutuse juurde minna!

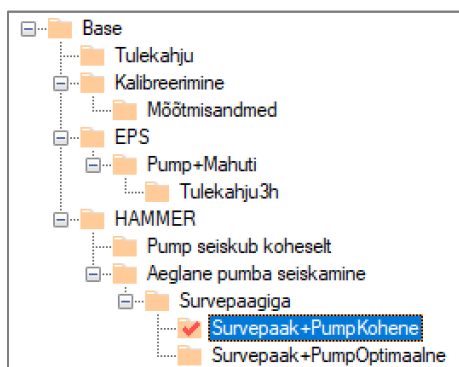
Time (hours)	Balanced?	Trials	Relative Flow Change	Flow Supplied (L/s)	Flow Demanded (L/s)
All Time Steps(1)	True	5	0.0001504	15.902	15.902
0.00	True	5	0.0001504	15.902	15.902

38. Käivita löögi arvutus. Võid saada ühe teavituse, et lisatud survemahuti täitub. See on disaini küsimus, millist mahtu meil on vaja, et see võtaks ära suurimad löögist tingitud ohud. Hetkel sellest teatest lahti ei pea saama. Küll aga tuleb vaadata ja kontrollida arvutustulemusi.



Märkus. Pane tähele, et eelneval pildil ei lange min surveaine enam alla nulli. See peaks olema peamine eesmärk antud arvutuse tegemisel. Samas on see ka alati kombinatsioon erinevatest kaitsesüsteemidest. Näiteks, ei pruugi tegelikult survepaagi kasutamisel olla vajalik väga n-ö pikk pumba seiskamise juhtimine ja seda saab vähendada, mis annab ka parema sisendi reaalses võrgus kasutavale juhtimissüsteemidele. **Seega peaks järgmine samm kaasama, et mis oleks kombinatsioon minimaalselt pumba seiskamise graafikust ja valitud mahutist.**

Allolevalt näide, kus on lisatud 2 stsenaariumit, üks lihtsalt kombinatsioon survepaak + kohene pumba sulgemine ning teine, mis kasutab optimaalset pumba seiskumise graafikut (see on graafik, mida on testitud koos survepaagiga ja leitud, et piisab ka n-ö kiiremast seiskamise ajast kui see, mis kasutusel aeglase pumba seiskamise juures).



Esituspakett (failid)

- 1) HAMMER failid (*.wtg, *.sqlite), milles on lahendatud nii eelnevate moodulite stsenaariumid kui ka lisatud antud mooduli täiendavad stsenaariumid. Seega peavad kõik stsenaariumid endiselt töötama (kas siis WaterGEMS või HAMMER tarkvaras) vastavalt konkreetse mooduli lähteülesandele.

OLULINE! Mitte lisada *.hof lõpuga faile, mis on HAMMER stsenaariumite arvutustulemuste failid ja seega üsna mahukad. Mõistagi võimaldab nende failide kaasamine tulemusi vaadata ilma, et peaks uuesti arvutust teostama, kuid siinkohal lähtume, et arvutus tehakse hindaja arvutis! Seega, veelkord, esitama peaks vaid *.wtg ning *.sqlite lõpuga failid.

- 2) Loo ülevaatlik raport (*.docx failina), milles:
 - a. too välja lähteandmete arvutuskäigud (valikud), sh toru seina paksused (läbimõõdust, survetugevusklassist lähtuvalt), laineleviku kiirus sõltuvana toru läbimõõdust, pumba inertis ja selle arvutus (pumba võimsus/pöörete arv – **valitud pumba tootja lehel** – pilt, viide jne);
 - b. too välja pumba seiskumise graafikud (**Pattern**) lähtuvalt stsenaariumist;
 - c. esita löögi profiili loomise loogika (alates sõlmes, kuhu lisatud 15 l/s ning oled lähtunud max voolukiirusest);
 - d. näita erinevate stsenaariumite **max** ja **min** surveainet üle terve valitud profiili (vabasurve kontekstis, ehk siis **Pressure** seades).
 - e. arutle teemal, miks üks või teine variant põhjustab/ei põhjusta olulist surveaine kasvu/langust (max või min kontekst);
 - f. leida lahendused (sh survepaagi kaasamine), et üle valitud rajajoone ei oleks üheski punktis miinusrõhku.

Lisa 1. 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 HAMMER *.wtg ning *.sqlite faile, milles kajastuvad stsenaariumid vastavalt esitusnõuetele (sh eelmiste moodulite) ning raport (*.docx failina). Juhul kui kasvõi üks fail on puudu või stsenaariumite koosseis ei vasta nõuetele, tuleb esitus kohe tagasi saata! Juhul kui esitatud on mitu HAMMER failide komplekti (*.wtg ja *.sqlite tähenduses), siis tuleb esitus tagasi saata! **(0 või 1 punkti)**

Nõue 2. Stsenaarium HAMMER. Loodud on omaette alternatiivid (Active Topology, Demand), milles kaasatud algingimusi. Valitud on pump vastavalt tootja andmetele (lisatud pilt, link), pumba juures defineeritud põhikarakteristik ning täidetud ka Transient paan. Lainelevikukiirused on õigesti arvutatud/lisatud. Stsenaariumit saab arvutada tavalise hüdraulilise stsenaariumina (Initial Conditions) ning see ei anna veateateid (markeeritud 168h jooksul). Arvutuse esimene tund on seadistatud max tarbimistunnile, millele lisandub 15 l/s. See 15 l/s on lisatud sõlme, mida kasutati ka stsenaariumi Mõõtmisandmed juures. Transient arvutuseseaded vastavad nõuetele (sh valitud Unsteady arvutusskeem). Vabasurve ei lange üheski punktis alla 20 m H₂O. **(0 või 1 punkti)**

Nõue 3. Stsenaarium: Pump seiskub koheselt. Loodud on omaette Transient alternatiiv, mis seotud antud stsenaariumiga. See alternatiiv kaasab pumba töö juhtimist (seiskamist) vastavalt nõudele (peale 5. sekundit seiskumine 1 sekundi jooksul). Initial Conditions arvutus ei anna veateateid. **(0 või 1 punkti)**

Nõue 4. Stsenaarium: Pump seiskub koheselt. Löögi arvutus ei anna veateateid, mida pole käsitletud juhendis kui lubatud. Arvutusaeg on piisavalt pikk, et löögilaine näitab sumbumise märke (kui vaadata valitud punktis olevat löögilaine graafikut läbi Transient Analysis Viewer dialoogi). Profiili vaates on selgitatud tulemusi raportis (sh kommenteeritud nii max kui min survelainet ja tehtud sellest järeldotsi järgnevateks sammudeks). **(0 või 1 punkti)**

Nõue 5. Stsenaarium: Aeglane pumba seiskamine. Loodud on omaette Transient alternatiiv, mis seotud antud stsenaariumiga. See alternatiiv kaasab pumba töö juhtimist (seiskamist) vastavalt nõudele (aeglane seiskamine). Initial Conditions arvutus ei anna veateateid. **(0 või 1 punkti)**

Nõue 6. Stsenaarium: Aeglane pumba seiskamine. Löögi arvutus ei anna veateateid, mida pole käsitletud juhendis kui lubatud. Arvutusaeg on piisavalt pikk, et löögilaine näitab sumbumise märke (kui vaadata valitud punktis olevat löögilaine graafikut läbi Transient Analysis Viewer dialoogi). Profiili vaates on selgitatud tulemusi raportis (sh kommenteeritud nii max kui min survelainet ja tehtud sellest järeldotsi järgnevateks sammudeks). **(0 või 1 punkti)**

Nõue 7. Stsenaarium Survepaagiga. Lisatud omaette Active Topology, millega lisatakse survepaak. Kasutusel aeglase pumba töö juhtimise alternatiiv, mis ka eelnevas stsenaariumis. Kasutatud omaette statsionaarse režiimi arvutuseseadeid, mis Initial Conditions tähenduses arvutab ühe konkreetse ajahetke ja see vastab max tarbimistunnile. Lisatud nii toru kui survepaagi lähteparametrid. Initial Conditions arvutus ei anna veateateid. **(0 või 1 punkti)**

Nõue 8. Stsenaarium Survepaagiga. Löögi arvutus ei anna veateateid, mida pole käsitletud juhendis kui lubatud. Arvutusaeg on piisavalt pikk, et löögilaine näitab sumbumise märke (kui vaadata valitud

punktis olevat löögilaine graafikut läbi Transient Analysis Viewer dialoogi). Profiili vaates on selgitatud tulemusi raportis (sh kommenteeritud nii max kui min surveainet ja tehtud sellest järeldusi järgnevateks sammudeks). Survepaagiga näidatakse, et min löögilaine ei ole üheski profiili punktis alla 0 väärtuse. **(0 või 1 punkti)**

Nõue 9. Stsenaarium Survepaagiga. Läbi on viidud eraldi katsetus/arvutus, kus on näidatud survepaagi mõjususe olukorras, kus pump seiskub äkki (lähtuvalt stsenaariumist Pump seiskub koheselt). Juhul kui survepaak ei suuda min/max lainet leevendada, siis näidatakse arvutust ka vähendatud pumba seiskamise graafiku juures (nt kui algselt oli 60s, siis nüüd 30s + survepaak). Selleks peab olema tehtud täiendavad stsenaariumid (nt Survepaagiga alla kui Child). Sisuliselt tähendab see teatud alternatiivide ümber vahetamist/seadistamist. Arvutusaeg on piisavalt pikk, et löögilaine näitab sumbumise märke (kui vaadata valitud punktis olevat löögilaine graafikut läbi Transient Analysis Viewer dialoogi). Profiili vaates on selgitatud tulemusi raportis (sh kommenteeritud nii max kui min surveainet ja tehtud sellest lõppjäreldused). **(0 või 1 punkti)**

Nõue 10. Kõikidest stsenaariumitest on tehtud raportisse kokkuvõtted, järeldused. Igat lisatud pilti/tabelit on kirjeldatud, mida see esitab. **(0 või 1 punkti)**