

**SIMATIC SIMIT -SIMULAATTORIN HYÖDYNTÄMINEN  
AUTOMAATIOTEKNIIKAN OPINNOISSA**

Hirvonen Erkki

Opinnäytetyö  
Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Insinööri (AMK)

2021

Sähkö- ja Automaatiotekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Erkki Hirvonen	<b>Vuosi</b>	2021
<b>Ohjaaja</b>	Ins. (YAMK) Heikki Isometsä		
<b>Toimeksiantaja</b>	Lapin ammattikorkeakoulu		
<b>Työn nimi</b>	Sematic SIMIT -simulaattorin hyödyntäminen automaatiotekniikan opinnoissa		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	31 + 4		

---

Tässä opinnäytetyössä tutustuttiin Siemens Sematic SIMIT Simulation Platformin ominaisuuksiin sekä pohdittiin sen käyttöä automaatiotekniikan opintojen välineenä. Työ tehtiin Lapin Ammattikorkeakoulun toimeksiannosta uuden ohjelmiston soveltuvuuden arvioimiseksi sekä lähi- että etäopetukseen. Huomiota kiinnitettiin myös SIMIT SP Demo -version rajoituksiin täyden lisenssin versioon verrattuna sekä mahdollisten lisäkomponenttikirjastojen tarpeeseen.

SIMIT-simulaattoria voidaan käyttää sekä prosessi- että kappaletavara-automaation simulointiin, ohjelmiston sisältäessä sekä putki- että liukuhihnajärjestelmien komponentteja. Toimeksiantajan tarpeet huomioiden tässä työssä keskityttiin kuitenkin ainoastaan prosessiautomaation simuloinnin tutkimiseen.

Työhön liittyneen sovelluksen tutkimisen perusteella SIMIT vaikutti hyvältä soveltukselta prosessiautomaatiotekniikan opintoihin TIA Portaliin tutustuneille opiskelijoille. Suunnitellun prosessiautomaatiolaboratorion vesiprosessin mallintaminen mahdollistaa myös etäopetuksessa olevien opiskelijoiden STEP7- ja TIA Portal -projektien toimivuuden testaamisen ilman kytkeytymistä fyysisiin PLC-laitteisiin. Suunnitellun vesiprosessin mallintamiseksi tarvitaan kuitenkin sekä FLOWNET-, että CHEM-BASIC -kirjastojen komponentteja.

Electrical and Automation Engineering  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Erkki Hirvonen	Year	2021
<b>Supervisor</b>	Heikki Isometsä, M.Sc. (Eng)		
<b>Commissioned by</b>	Lapland University of Applied Sciences		
<b>Subject of thesis</b>	Utilization of Simatic SIMIT simulator in automation engineering studies		
<b>Number of pages</b>	31 + 4		

---

The goal of this Bachelor's Thesis work was to get acquainted with the basic functions of Siemens Simatic SIMIT Simulation Platform and consider its uses as a tool in automation engineering studies. The work was assigned by Lapland University of Applied Sciences to determine the suitability of the application for both contact and online teaching. Consideration was also given to the differences and restrictions between SIMIT SP Demo-version and the licensed version, as well as the possible need for additional component libraries.

SIMIT simulator can be used in the simulation of processes with liquid, gaseous or solid matter, as it contains components for both pipeline and conveyor belt systems. This thesis work, however, focuses only on the simulation of liquid processes as per the needs of the client.

Based on the conducted research, SIMIT seemed to be a good additional application for students who were already familiar with TIA Portal. Creating a SIMIT model of the planned water process in the Process Automation Laboratory would also enable the testing of STEP7 and TIA Portal projects of those students who are unable to physically connect to the process PLCs. This model, however, would require components from both the FLOWNET and the CHEM-BASIC libraries.

Key words            SIMIT, simulator, process automation, automation engineering

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	LAPIN AMMATTIKORKEAKOULU .....	8
2.1	Historia.....	8
2.2	Tietoja lyhyesti .....	8
3	SIMIT .....	9
3.1	Historia.....	9
3.2	Versioerot .....	9
3.2.1	V5.0.....	9
3.2.2	V7.0.....	9
3.2.3	V7.1.....	10
3.2.4	V8.0.....	10
3.2.5	V8.1.....	10
3.2.6	V9.0.....	10
3.2.7	V9.1.....	10
3.2.8	V10.0.....	11
3.2.9	V10.1.....	11
3.2.10	V10.2.....	11
3.3	Käyttötarkoitus .....	11
3.4	Digitaalinen kaksonen.....	13
3.5	PLCSIM-yhteys.....	14
3.5.1	STEP 7 (TIA Portal) -projektin tietojen tuominen.....	14
3.5.2	HWCNExport -tiedoston luominen TIA Portal -projektista .....	16
3.6	Lisenssivapaan demoversion käyttörajoitukset.....	17
3.6.1	SIMIT Virtual controller .....	17
3.6.2	Tallentaminen ja arkistointi.....	17
3.6.3	Projektien avaaminen.....	18
3.6.4	Simulaatio .....	18
3.6.5	Kytkenäliitinten lukumäärä .....	19
3.6.6	Makrokomponentti- ja mallikirjastot .....	19
3.6.7	Snapshot.....	20
3.6.8	Kokoluokitus .....	20
4	TOTEUTUS .....	22

4.1	Suunniteltu käyttökohde.....	22
4.2	Esimerkkiohjelma.....	23
5	TULOKSET.....	28
5.1	Esimerkkiohjelman teon aikana huomautut asiat.....	28
5.2	Etäkäyttö ja -opetus.....	28
5.3	Johtopäätökset.....	29
6	POHDINTA.....	30
6.1	Aiheen mielekkyys.....	30
6.2	Oppimiskokemukset.....	30
6.3	Mahdolliset jatkokehityskohteet.....	30
	LÄHTEET.....	31
	LIITTEET.....	32

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Demoversio	SIMIT SP Demo
HiL	Hardware-in-the-loop
Lisenssiversio	Täyden lisenssin SIMIT SP
SiL	Software-in-the-loop
SP	Simulation platform
TIA Portal	Totally Integrated Automation Portal, Siemensin ohjelmisto useiden aiemmin julkaistujen sovellusten toimintojen yhdistämiseksi.
VC	Virtual controller

## 1 JOHDANTO

Simatic SIMIT Simulation Platform on Siemens AG:n julkaisema ja ylläpitämä simulaattorisovellus automaatioprosessien toiminnan simulointiin. Sovelluksen tehokkaalla käytöllä pyritään saavuttamaan ajallista etua prosessien käyttöönotto- ja muutosprojektien, sekä käyttöhenkilöstön koulutuksen yhteydessä.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään SIMITiä ja sen ominaisuuksia yleisellä tasolla, samalla arvioiden sen hyödyntämismahdollisuutta automaatiotekniikan opinnoissa. Aihe valikoitui toimeksiantajan tiloissa tapahtuvan remontin sekä sen tuoman uusien opetustapojen käyttömahdollisuuden perusteella. Työ toteutetaan Lapin Ammattikorkeakoulun toimeksiannosta.

SIMIT-simulaattoria voidaan käyttää sekä prosessi- että kappaletavara-automaation simulointiin, ohjelmiston sisältäessä sekä putki- että liukuhihnajärjestelmien komponentteja. Toimeksiantajan tarpeet huomioiden tässä työssä keskitytään kuitenkin ainoastaan prosessiautomaation simuloinnin tutkimiseen.

## 2 LAPIN AMMATTIKORKEAKOULU

### 2.1 Historia

Lapin ammattikorkeakoulu muodostui Kemi-Tornion ja Rovaniemen ammattikorkeakoulujen yhdistyessä vuoden 2014 alussa. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu perustettiin 1992 ja Rovaniemen ammattikorkeakoulu vuonna 1996. Koulut olivat vuodesta 2008 lähtien Lapin yliopiston ohella osa Lapin korkeakoulukonsernia, jonka osana Lapin ammattikorkeakoulu jatkaa nykyäänkin. (Lapin yliopisto 2019.)

### 2.2 Tietoja lyhyesti

Lapin ammattikorkeakoulu koostuu kolmesta kampuksesta: Kemin Kosmos, Tornion Minerva ja Rovaniemen Rantavitikan kampus. Näiden lisäksi liikunta-alan koulutusta toteutetaan Santasportin tiloissa Rovaniemen Hiihtomajantiellä (Kuva 1). Ammattikorkeakoulussa opiskeli vuoden 2021 alussa yhteensä 5350 tutkinto-opiskelijaa, henkilöstöä koululla on 370 henkeä. Ammattikorkeakoulun koulutustarjontaan kuuluu tutkintoja laajalta alalta, luonnontieteiden ja tekniikan, matkailu-, sosiaali- ja terveys- sekä yhteiskuntatieteiden aloilta. (Lapin AMK 2021.)



Kuva 1. Lapin AMKin kampukset. Yläriivi: Kosmos, Minerva. Alarivi: Rantavitikka, Santasport (Lapin AMK 2021).



## 3 SIMIT

### 3.1 Historia

SIMITin kehitystyö alkoi vuonna 1990 Siemensin lähtiessä kehittämään sisäistä voimalaitossimulaattoria työnimellä ”Projektierungssimulator”. Alkuperäisenä tarkoituksena oli keskittyä voimalaitosprosessien simulointiin projektien aikaisessa vaiheessa. Automaatiojärjestelmien simulointi tuotiin mukaan myöhemmässä vaiheessa, version 7.0 paikkeilla. (Torvinen & Heikkinen 2021.)

Vuonna 2000 julkaistu SIMIT v4.0 oli ensimmäinen versio, jota annettiin asiakkaille käyttöön projektien suorittamiseen. Vuonna 2005 julkaistu versio 5.0 oli ensimmäinen virallinen, kaupallinen versio ohjelmistosta. Vuonna 2013 tapahtuneen version 7.1 julkaisun aikana SIMITin hallinta siirrettiin Siemensin teollisen automaation divisioonan vastuulle. SIMITin tämänhetkistä kokonaiskäyttäjämäärää on vaikea arvioida v10.0 aikana tehdyn lisenssiuudistuksen myötä, mutta aktiivisia lisenssejä on tällä hetkellä noin 2000 kappaletta. (Torvinen & Heikkinen 2021.)

### 3.2 Versioerot

SIMITin ensimmäiset versiot suunniteltiin sisäiseen käyttöön SOLARISiin ja VxWorksiin pohjautuen. Ensimmäisten versioiden välisiä eroja on vaikea arvioida. (Torvinen & Heikkinen 2021.)

#### 3.2.1 V5.0

Tuote siirrettiin Windows-alustalle sopivaksi. Joitain testejä tehtiin myös RTX-alustalla, joista kuitenkin luovuttiin monimutkaisen toteutuksen vuoksi. (Torvinen & Heikkinen 2021.)

#### 3.2.2 V7.0

Ohjelmiston toimintakonsepti uudistettiin TIA portaalia vastaavaksi. Samalla adoptoitiin uusi ohjelmointialusta (.net-alusta WPF-käyttöliittymällä) sekä siirryttiin ohjelmoimaan C#-kielellä. (Torvinen & Heikkinen 2021.)

### 3.2.3 V7.1

SIMIT siirrettiin teollisen automaation divisioonalle. HiL:n (Hardware-in-the-loop, prosessin simulointi automaatiojärjestelmien fyysisiä osia käyttämällä) käyttö mahdollista vanhoilla SIMBA-laatikoilla, SiL:n (Software-in-the-loop, prosessin simulointi ilman fyysisiä osia) käyttö mahdollista PLCSIM classicilla. FLOWNET- ja CONTEC-kirjastot sekä Component Type Editor tulivat asiakkaiden käytettäviksi tässä versiossa. SIMITistä oli saatavilla Standard, Professional ja Ultimate -versiot. (Torvinen & Heikkinen 2021.)

### 3.2.4 V8.0

Ohjelmistoon lisättiin uudistettu portaalinäkymä sekä uudet Simulation Unit Hardware -komponentit. Tämä versio on yhteensopiva TIA portaalin ja Windows 7:n kanssa. (Torvinen & Heikkinen 2021.)

### 3.2.5 V8.1

Virtual Controller implementoitiin erillisenä sovelluksena. Ohjelmisto kykenee reaaliaikaisen simuloinnin tukemiseen tästä versiosta eteenpäin. (Torvinen & Heikkinen 2021.)

### 3.2.6 V9.0

Virtual Controller yhdistettiin osaksi SIMITiä toimintojen tehostamiseksi ja ylläpidon helpottamiseksi. COMOS SIMIT käyttöliittymää sekä Import-toimintoa laajennettiin, minkä lisäksi versio on myös yhteensopiva Windows 10:n kanssa. (Torvinen & Heikkinen 2021.)

### 3.2.7 V9.1

OPC Unified Architecture -protokollan sekä PLCSIM Advanced (S7 1500) -yhteyksien käyttöönotto saatettiin asiakkaiden käytettäväksi tästä versiosta eteenpäin. CHEM-BASIC -kirjasto julkaistiin ja SIMIT Unit Configuration -sovellus yhdistettiin SIMITiin. (Torvinen & Heikkinen 2021.)

### 3.2.8 V10.0

Uusi, kelluvia lisenssejä tukeva lisenssijärjestelmä otettiin käyttöön. Kokoluokituksen (S, M, L, XL) asettaminen. Eri kokoluokkien SIMIT-versioilla ei ole eroja toiminnoissa, ainoastaan projektien koossa. (Torvinen & Heikkinen 2021.)

### 3.2.9 V10.1

Esimerkiksi Matlabilla luotujen FMU-yksiköiden (Functional Mockup Unit) integroimisen mahdollistava käyttöliittymä lisättiin tässä versiossa. Versio on myös yhteensopiva OPC UA -serverin ja gPROMS:n kanssa. Samalla lisättiin tehtyjen muutosten kumoamistoiminto. (Torvinen & Heikkinen 2021.)

### 3.2.10 V10.2

Virtual Controllereihin lisättiin TCIR (Total Case Incident Rate), kytkentäliitinten deaktivoimismahdollisuus sekä toimintadiagrammit. VC:t voidaan nyt myös uudelleenkäynnistää ilman SIMITin pysäyttämistä. NX MCD -projektien tukemiseksi lisättiin mahdollisimman joustava yhteys. Samalla lisättiin SIMIT Unit -tuki S7-1500RH -logiikoille. (Torvinen & Heikkinen 2021.)

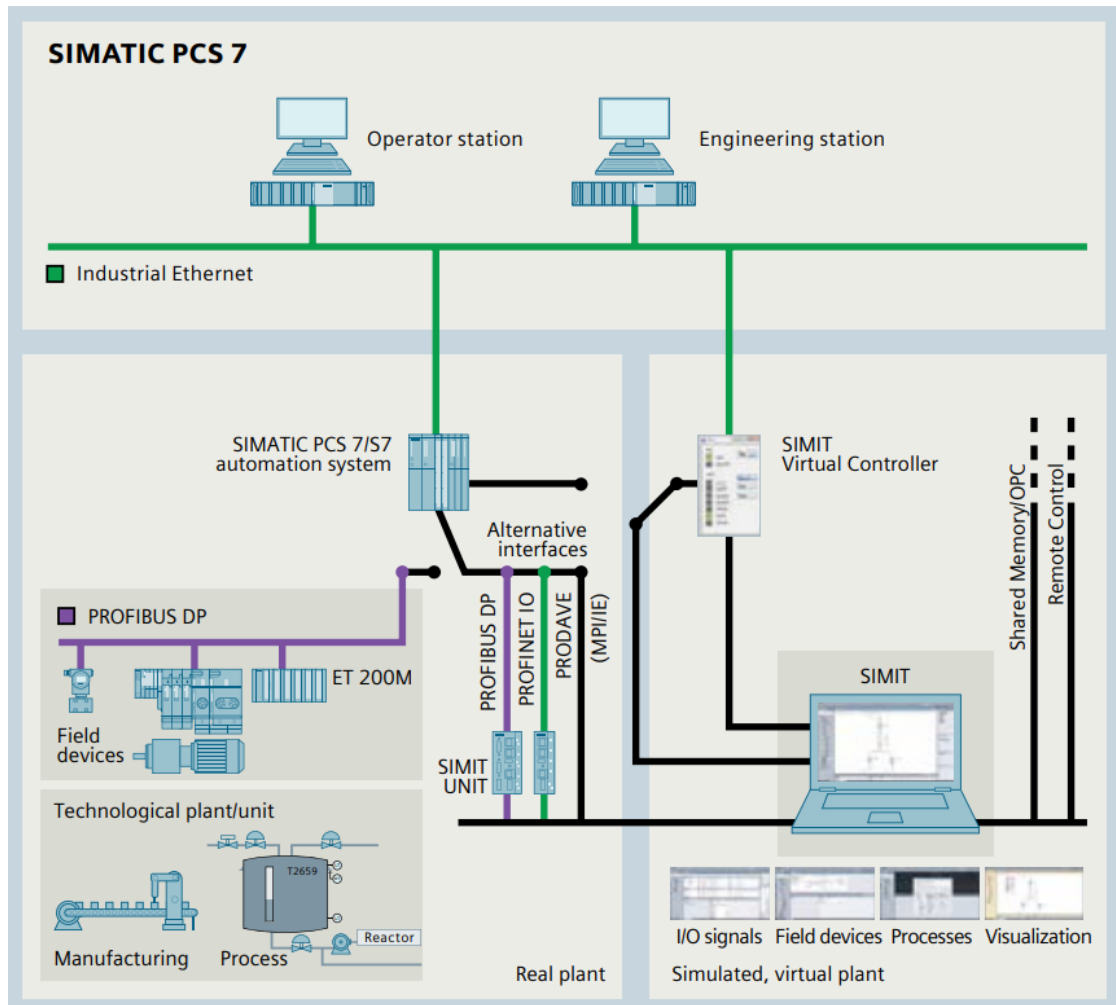
SIMITin uusimmat versiot ovat myös yhteensopivia Windows Server 2012:n sekä Windows Server 2016:n kanssa (Siemens 2020, 22).

## 3.3 Käyttötarkoitus

SIMITin lähtökohtainen tarkoitus on toimia työkaluna automaatioprojektien testauksessa sekä järjestelmien, laitteiden ja prosessien virtuaalisessa käyttöönotossa. Tämän lisäksi SIMITillä voidaan kouluttaa uusia tuotantohenkilöitä realistisessa toimintaympäristössä sekä prosessin rakennusvaiheessa, nopeuttaen käyttöönottoa, että jo toimivien prosessien yhteydessä. Jälkimmäisessä tilanteessa vältetään mahdollisia tuotantoon kohdistuvia häiriöitä, mahdollisten käyttäjävirheiden vaikuttaessa ainoastaan sähköiseen malliin. SIMITillä voidaan siis rakentaa teollisen järjestelmän niin sanottu digitaalinen kaksonen, jota voidaan

käyttää aiemmin mainittuihin tarkoituksiin jo ennen fyysisten rakenteiden valmistamista. Järjestelmällä voidaan myös jatkokouluttaa työntekijöitä harvinaisempien ylös- ja alasajotilanteiden hallintaan. (Siemens 2019, 1–2.)

Kuvassa 2 on esitetty visuaalisesti SIMITin asettuminen ohjattavan järjestelmän vastineeksi. Kuvassa vasemmalla on esitetty SIMITin yhdistäminen valvomoihin HiL:n ja oikealla SiL:n kautta.

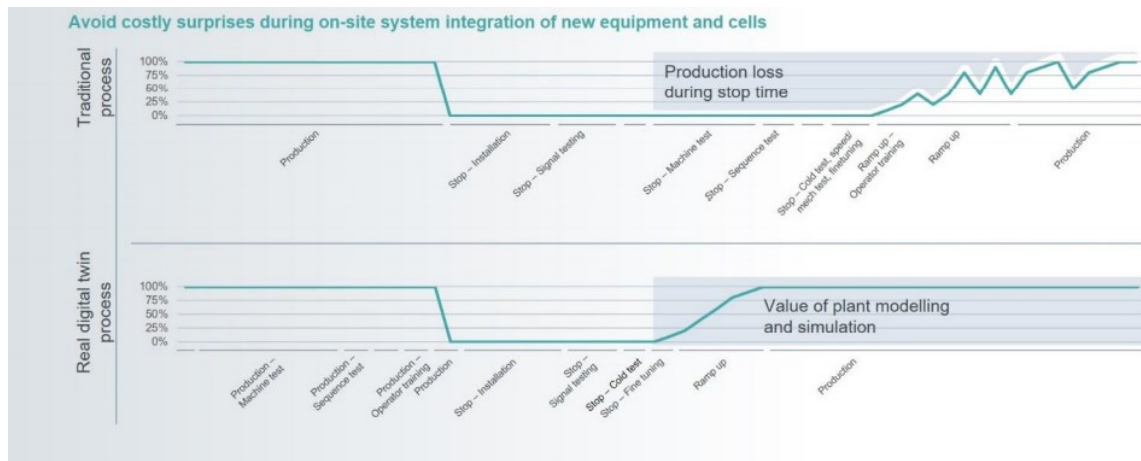


Kuva 2. SIMITin toimintamallin visualisointi (Siemens 2019, 2).

### 3.4 Digitaalinen kaksonen

Digitaalisen kaksosen idea pohjautuu tohtori Michael Grievesin Michiganin yliopistolla vuonna 2002 pitämään esitelmään tuotteiden elinkaaren hallinnasta (Grieves & Vickers 2016, 2). Digitaalisella kaksosella tarkoitetaan käytännössä ohjelmiston, yksittäisten laitteiden, prosessin osan tai jopa koko prosessin sähköisen kopion rakentamista erilaisille simulaattori- ja emulaattoripohjille. Tällaisia simulaattorisovelluksia ovat esimerkiksi SIMIT (prosessien toiminnallinen simulointi) ja Tecnomatix (prosessien visuaalinen simulointi) (Siemens & AFRY 2020, 8).

Digitaalista kaksosta hyödyntämällä saavutetaan useita etuja, joista suurimpia ovat seisokkiaikojen lyhentäminen, työntekijöiden koulutuksen aikaisempi aloittaminen, prosessien ylösajon turvallisempi järjestäminen sekä kokemusten ja tietoidon siirtäminen uusille työntekijöille modulaarisella ja toistettavalla tavalla (Siemens 2019, 1). Kuvassa 3 on esitetty esimerkki kuvitteellisen projektin läpiviennistä perinteisessä järjestyksessä sekä digitaalista kaksosta hyödyntäen.



Kuva 3. Esimerkki digitaalisen kaksosen mahdollisista ajallisista hyödyistä prosessimuutoksen yhteydessä (Siemens & AFRY 2020, 4).

Kuvan 3 esimerkkitapauksessa on kyse tuotantolinjan muutostyöstä, mutta samoja periaatteita voidaan hyödyntää myös uusien linjojen suunnittelussa ja rakentamisessa. Kaksosta hyödyntämällä voidaan myös testata mahdollisia vikatilanteita ja niiden vaikutuksia prosesseihin. Näin toimimalla voidaan esimerkiksi operaattoreiden koulutuksessa suoraan näyttää, kuinka erilaiset viat vaikuttavat

prosessiin, jolloin tositilanteessa tapahtuvaa vianetsintää voidaan nopeuttaa. (Grieves & Vickers 2016, 4.)

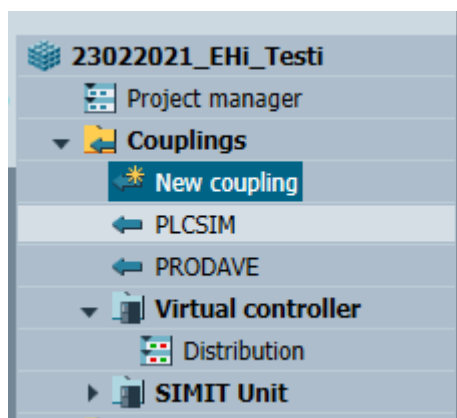
Digitaalisen kaksosen periaatetta voidaan hyödyntää sellaisenaan automaatiotekniikan opinnoissa, jos opiskelijoita ajatellaan uusina, perehdytettävänä työntekijöinä. Digitaalisilla malleilla mahdollistetaan esimerkiksi juuri erilaisten vikatilanteiden opetus samaan aikaan, kun suunnitellun prosessiautomaatiolaboratorion työpisteet ovat esimerkiksi toisen opintojakson opiskelijoiden käytössä. Tämän lisäksi opetusta voidaan jatkaa kaksosmalleilla silloinkin, jos ja kun prosessiautomaatiolaboratorion järjestelmässä ilmenee toiminnan estäviä ongelmia.

### 3.5 PLCSIM-yhteys

Sekä SIMIT SP että SP Demo ovat yhteensopivia sekä PLCSIMin, että PLCSIM Advanced V3.0 Update 1:n kanssa. SIMITin ja PLCSIMin tulee olla asennettuna samalle tietokoneelle käyttöä varten. STEP 7 -projektidatan käsittelyä varten tulee myös TIA Portal Openness asentaa samalle tietokoneelle. STEP 7 (TIA Portal) voidaan myös asentaa samalle tietokoneelle, mutta sitä ei tiukasti määriteltynä tarvita simulaatiota varten. (Siemens 2020, 152.)

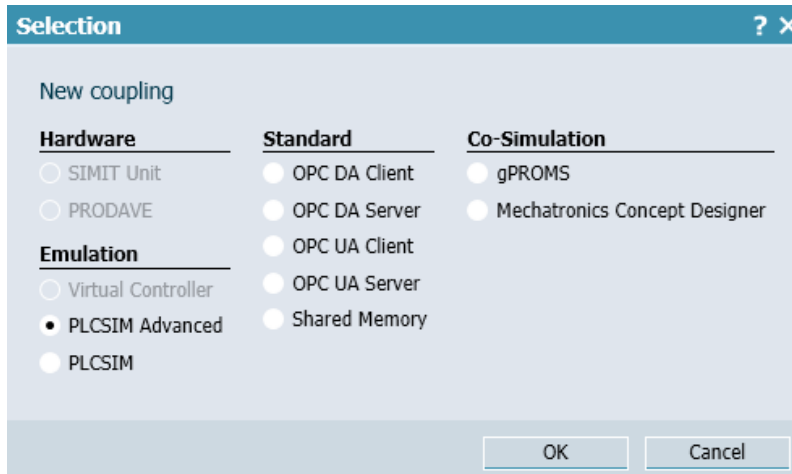
#### 3.5.1 STEP 7 (TIA Portal) -projektin tietojen tuominen

Uusi kytkentäliitäntä luodaan kaksoisklikkaamalla ruudun vasemman laidan valikon New Coupling -linkkiä (Kuva 4).



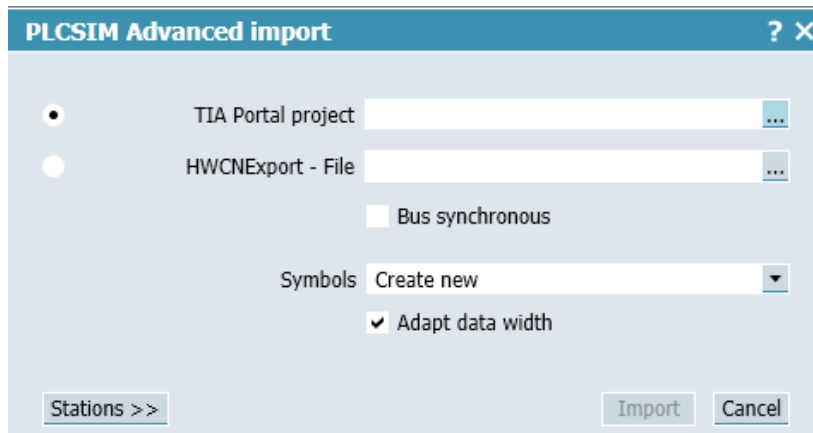
Kuva 4. New Coupling -linkki

Linkin avaaminen aukaisee ikkunan keskelle kuvan 5 mukaisen valikon, jossa valitaan haluttu liitântätyyppi.



Kuva 5. Liitântätyyppivalikko

PLCSIM Advancedin valitseminen aukaisee kuvan 6 mukaisen ikkunan, jossa voidaan valita, tuodaanko STEP 7 -projektin tiedot suoraan TIA projektin kautta vai HWCNExport -tiedostomuodossa.



Kuva 6. PLCSIM Advanced alkuvalikko

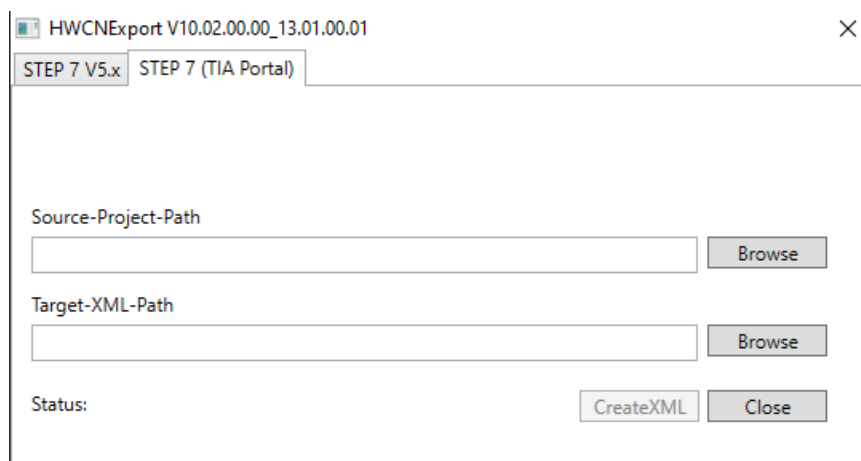
### 3.5.2 HWCNExport -tiedoston luominen TIA Portal -projektista

Tiedoston tuomiseen tarvittavat sovellukset:

- TIA Portal V16
- TIA Portal Openness V16
- .NET Framework 3.5 tai uudempi
- HWCNExport -sovellus (Asentuu SIMITin ohella, ei kuitenkaan vaadi SIMITiä toimiakseen. Vakiohakupolku: Start > All programs > Siemens Automation > SIMIT > Tools)

Varsinaisen HWCNExport -tiedoston luomisprosessi:

- Avaa HWCNExport -sovellus
- Valitse STEP 7 (TIA Portal) -välilehti (Kuva 7)
- Valitse Browse-painikkeella haluttu STEP 7 (TIA Portal) -projekti
- Valitse tallennussijainti
- Paina CreateXML -painiketta



Kuva 7. HWCNExport -ikkuna



HWCNExport -tiedoston luominen tavallisesta STEP 7 -projektista tapahtuu samoja askelia noudattaen. Huomioon tulee kuitenkin ottaa, että STEP 7 V5.6 käytettäessä tulee varmistaa, että käytettävä versio on STEP 7 V5.6 SP1 + HF1. (Siemens 2020, 67.)

### 3.6 Lisenssivapaan demoversion käyttörajoitukset

SIMITistä on olemassa kaikille avoin, vapaasti käytettävissä oleva ilmainen demoversio. Tämä ilmaisversio antaa melko hyvän kuvan ohjelmiston käytettävyydestä, vaikkakin tietyin rajoituksin.

SIMITin käyttöön liittyvät seuraavat lisenssit:

- Täyden lisenssin SIMIT SP
- Lisäosavakiokirjastot (CHEM-BASIC, FLOWNET tai CONTEC)
- Component Typer Editor (CTE)
- SIMIT Virtual Controller (VC)

#### 3.6.1 SIMIT Virtual controller

SIMIT Virtual controller (VC) on SIMIT simulation platformista (SP) erillinen ohjelmisto, joka simuloi S7-sarjan PLC-yksiköiden toimintaa. SIMIT VC:stä on omat demo- ja lisenssiversionsa, jotka eivät ole suoraan sidottuja SIMIT SP:n versioihin; ohjelmistojen eri versioita siis voi käyttää samaan aikaan. Demoversiorajoitukset kuitenkin pätevät, jos demo- ja lisenssiversioita käytetään sekaisin keskenään. SIMITillä (sekä lisenssi-, että demoversio) voidaan ajaa vain 32 virtual controlleria per projekti. (Siemens 2020, 26, 116.)

#### 3.6.2 Tallentaminen ja arkistointi

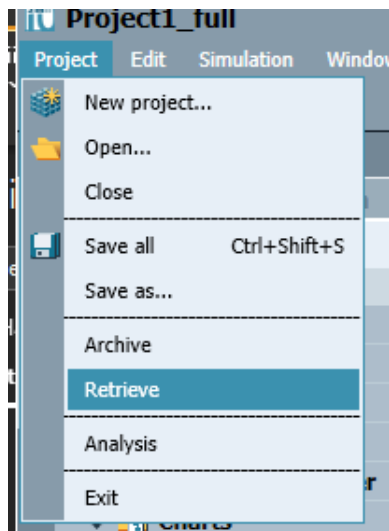
Demoversiolla luotuja projekteja, malleja ja komponenttimakroja voidaan käyttää vain sillä tietokoneella, millä ne on luotu. Tämän lisäksi nämä osat eivät ole yhteensopivia täyden lisenssiversion kanssa. Käytännössä siis SIMITin demoversiolla luotu projekti on kokonaisuudessaan käytettävissä vain luontietokoneella. Demoversioprojekteja ei voi päivittää lisenssiversioon yhteensopivaksi, eikä arkistoida. (Siemens 2020, 26.)

### 3.6.3 Projektien avaaminen

Demoversiolla voidaan avata projekteja, jos ne täyttävät kaksi ehtoa:

- Projekti on luotu avaavalla tietokoneella, demoversiota käyttäen.
- Projektin ohjelmistoversio vastaa tietokoneelle asennettua ohjelmistoversiota.

SIMITin demoversiolla ei voi suoraan avata lisenssiversiolla luotuja projekteja. Demoversiolla voi kuitenkin palauttaa lisenssiversiolla arkistoituja simarc-muotoisia projekteja. (Siemens 2020, 26.) Käytetty simarc-tiedosto säilyy tallennuspäiväkirjassa, ja se voidaan noutaa SIMITin Retrieve-ominaisuudella (Kuva 8).



Kuva 8. SIMITin Archive- ja Retrieve-valinnat

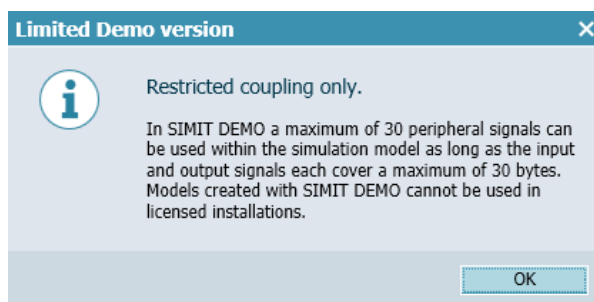
Demoversiolla avattua ja tallennettua projektia kohdellaan samoin kuin suoraan demoversiolla luotua projektia lisenssiversion yhteensopivuuden suhteen.

### 3.6.4 Simulaatio

Demoversion käytöllä ei ole aikarajaa, mutta sillä voidaan ajaa simulaatioita vain 45 minuuttia kerrallaan. Ohjelmisto pysäyttää simulaation tämän ajan täytyttyä, jonka jälkeen se voidaan toteuttaa heti uudelleen. Simulaatioita voidaan ajaa vain todellisen ajan mukaisesti (real time), simulaation hidastamista tai nopeuttamista ei ole tuettu. (Siemens 2020, 26.)

### 3.6.5 Kytkeäliitinten lukumäärä

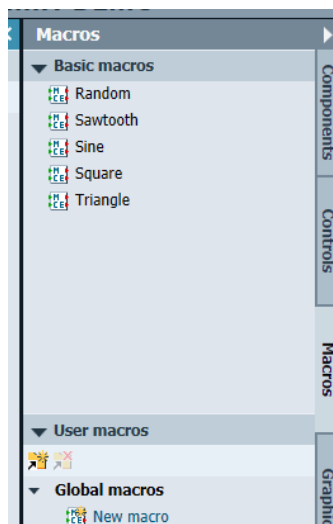
SIMITin demoversio V10.2 tukee useita kytkentäliitäntöjä (coupling) kerrallaan. External couplings -ohjelmointinäkymä on kuitenkin estetty. SIMIT ilmoittaa liitäntärajoituksista kuvan 9 mukaisella ilmoituksella käyttöliittymää avattaessa. Demoversiolla luoduissa projekteissa voidaan siis käyttää enintään kolmeakymmentä oheislaitesignaalia, kunhan signaalit eivät ylitä niille määriteltyä tavumäärää. In- ja outputsignaalit lasketaan erikseen, jolloin inputsignaalit kattavat 30 tavua ja outputsignaalit toisen 30 tavua. (Siemens 2020, 26, 263.)



Kuva 9. Kytkeäliitäntäilmoitus

### 3.6.6 Makrokomponentti- ja mallikirjastot

Makrokomponenteilla tarkoitetaan käyttäjien luomia komponenttiyhdistelmiä. Makroja luodaan Macro Component Editorilla. Uusi makro luodaan klikkaamalla kuvan 10 New Macro -linkkiä, jonka jälkeen näin luotua makroa klikkaamalla päästään muokkaamaan sen toimintoja. (Siemens 2020, 263.)



Kuva 10. Makrovalikko

Makroilla voidaan säästää tilaa projektin päänäkymässä, jos projektin sisällä käytetään samoja useiden komponenttien ryppäitä useissa paikoissa. Tämänkaltaisesta rykelmästä luotu makro voidaan siis ymmärtää esimerkiksi ohjelmoinnista tutumpana aliohjelmanä. Demoversiota käytettäessä makrokomponentteja ja malleja voidaan tallentaa ainoastaan SIMITin työskentelyalueen sisäisesti. Demoversiolla ei voi avata muualla luotuja käyttäjäkirjastoja. (Siemens 2020, 26.)

### 3.6.7 Snapshot

Snapshotteilla tarkoitetaan simulaation aikana tallennettuja Virtual Controllerien ja simulaatiomallin tilatietojen hetkittäisiä arvoja. Tallennetut snapshotit säilyvät muuttumattomina, vaikka SIMIT-projektia muutettaisiin snapshotin ottamisen jälkeen (Siemens 2020, 133). Demoversio ei tue snapshot-ominaisuutta (Siemens 2020, 26).

### 3.6.8 Kokoluokitus

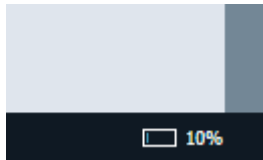
SIMITin kokoluokilla tarkoitetaan käytettävissä olevien simulaatiotagien määrää (Kuva 11). SIMITin demoversiolla voidaan luoda ja ajaa vain S-koon projekteja, mikä sallii enintään 2500 tagin käyttöä per projekti. (Siemens 2020, 27.)

<b>SIMIT version</b>	<b>Number of simulation tags</b>
XS <sup>1</sup>	Up to 250
S	Up to 2,500
M	Up to 15,000
L	Up to 200,000
XL	Up to 1,000,000

<sup>1</sup> Only in combination with SIMIT Unit hardware

Kuva 11. Kokoluokat (Siemens 2020, 5).

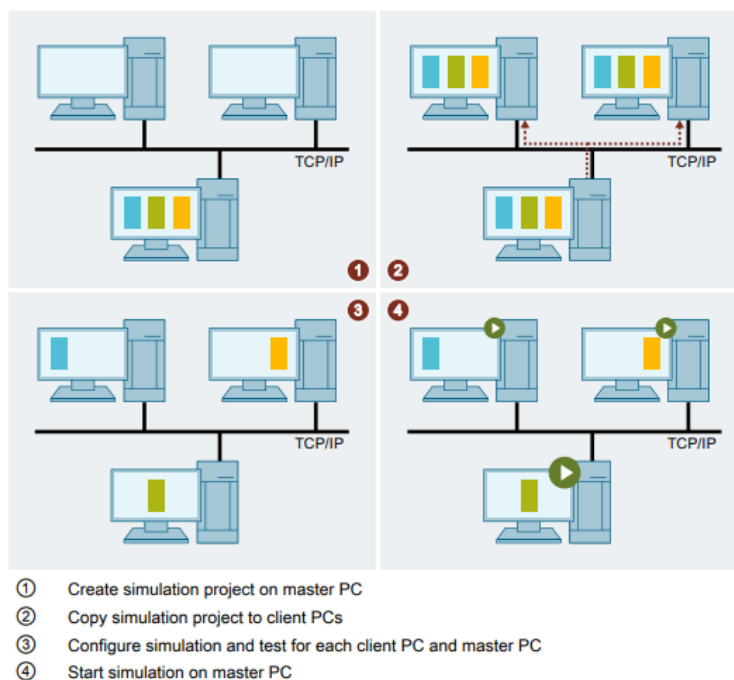
Tageilla tarkoitetaan tässä tapauksessa in- ja outputtien lukumäärää, sekä kaikkien projektissa käytettyjen muuttujien tilatietoja. Jokainen yhdistetty kytkentäliitäntä lasketaan kahdeksi tagiksi. Projektissa käytettyjen tagien kokonaismäärä voidaan arvioida SIMITin projektinäkymän oikean alakulman prosenttilukeman perusteella (Kuva 12). Tämä lukema näkyy sekä SIMITin lisenssi- että demoversiossa. (Siemens 2020, 5.)



Kuva 12. Käytettyjen tagien mittari

SIMIT ilmoittaa käyttäjälle, kun 80 % tagimäärästä on käytetty. Tagimäärän ylittäessä 110 % maksimista ohjelmisto ei salli uusien tagien luomista, projektin tallentamista tai simulaation aloittamista. Näin tapahtuessa tagien määrää tulee vähentää projektin kokoluokituksen mukaiseksi, tai muuntaa projekti suurempaan kokoluokkaan. XL-koon projektissa käytetyillä tageilla ei ole käytännössä ylärajaa. (Siemens 2020, 6.)

Projektin maksimikoko riippuu käytettävän tietokoneen tehokkuudesta ja virtual controllerien määrästä. Yksittäinen projekti voi sisältää enintään 32 virtual controlleria. Laajat projektit voivat sisältää satoja visualisointilehtiä, jolloin projektin ajaminen tehokkaallakin tietokoneella saattaa vaikeutua Tämä kuorma voidaan tarvittaessa jakaa enintään kuudelletoista eri tietokoneyksikölle kuvan 13 mukaisesti, jolloin yksittäisen projektin koolle ei teoriassa ole muita rajoituksia kuin käytettyjen tietokoneiden yhteissuoritus-teho, sekä aiemmin mainittu virtual controllerien määrä. (Siemens 2020, 21–22.)

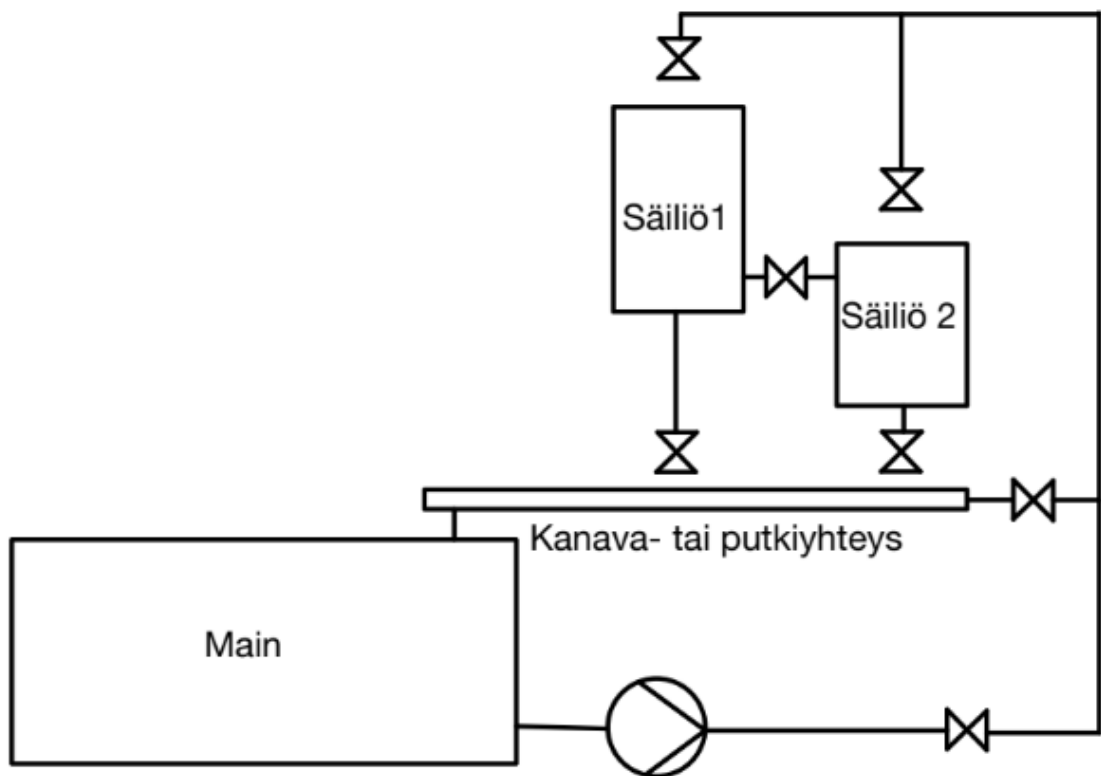


Kuva 13. Hajautettu SIMIT-projekti (Siemens 2020, 53).

## 4 TOTEUTUS

### 4.1 Suunniteltu käyttökohde

Opinnäytetyön toimeksiantajan edustaja kuvaili opinnäytetyön aloituskeskustelun aikana SIMIT-ohjelmiston suunniteltua käyttökohdetta. Automaatiotekniikan opetustilojen tulevan uudistustyön aikana Kemin Kosmoskampuksen prosessiautomaation laboratorio, huone 1150, ja viereinen toimistotilana toiminut huone 1148 yhdistetään yhdeksi laboratoriotilaksi. Laboratoriossa ollut vesiprosessi uudelleenrakennetaan ryhmätyöskentelyyn sopivampaan muotoon. (Isometsä 2021.) Kuvassa 14 on esitelty esimerkki yhden ryhmän, opiskelijaparin tai yksittäisen opiskelijan käyttöön varattavasta prosessimoduulista.

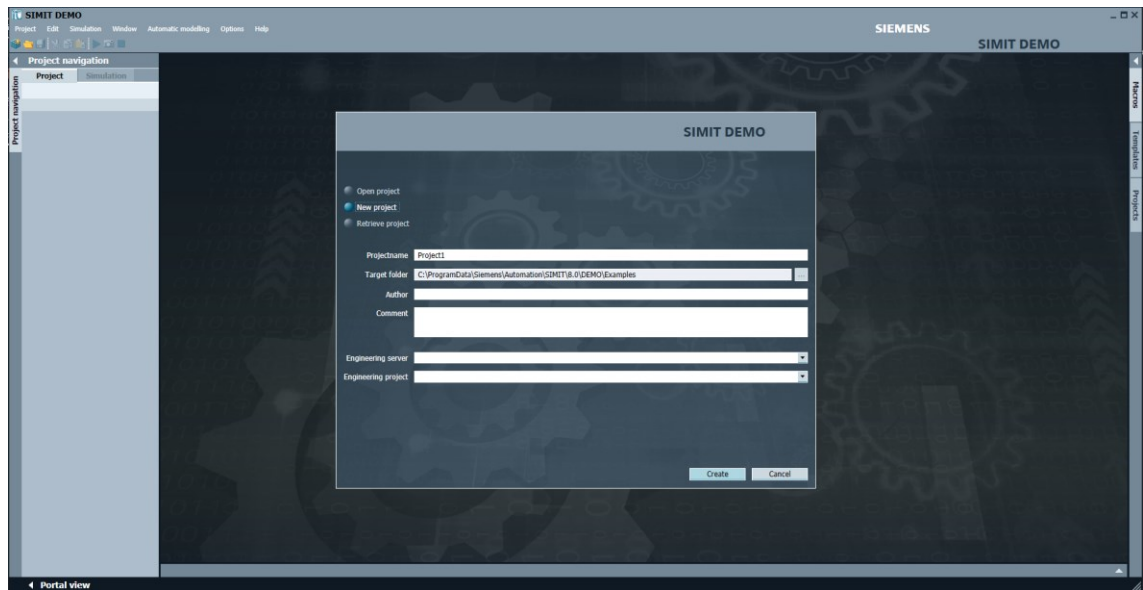


Kuva 14. Kuvailtu vesiprosessimoduuli

Tarkoituksena olisi siis laboratorion täyttäminen kuvan 14 kaltaisilla moduuleilla, joille kuvaan merkitty Main olisi yhteinen pääsäiliö. Säiliö 1 on fyysisesti korkeammalla kuin säiliö 2.

## 4.2 Esimerkkiohjelman

SIMITin avattaessa ohjelmisto avaa kuvan 15 mukaisen näkymän. Valikoiden kautta voidaan valita vanhan, uuden tai arkistoidun projektin avaamisen. Uutta projektia luotaessa ohjelmisto sallii useiden lähtötietojen lisäämisen, pakollisia tietoja ovat kuitenkin ainoastaan tiedostonimi sekä tallennussijainti.



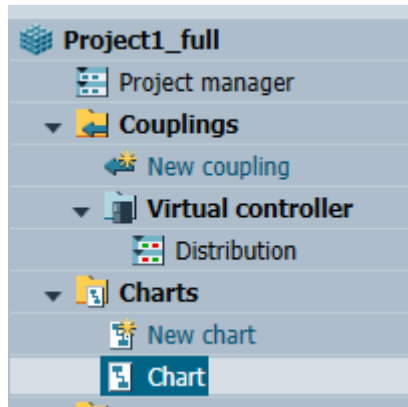
Kuva 15. SIMIT alkunäkymä

Uuden projektin avaaminen aukaisee kuvan 16 mukaisen näkymän.



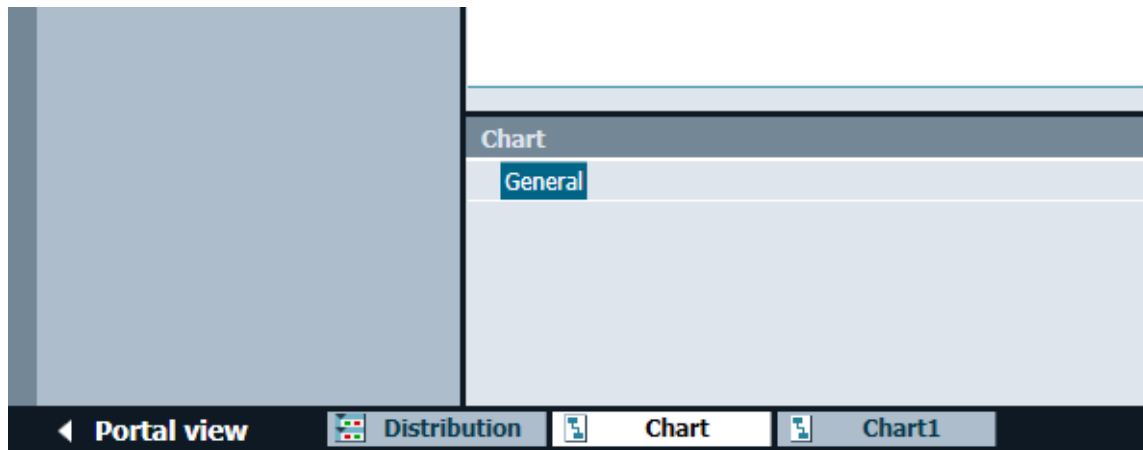
Kuva 16. Projektinäkymä

Ikkunan vasemman laidan valikossa voidaan lisätä simulaatioon haluttuja osia; virtual controllereita ja muita liitännäkytkentöjä sekä visualisointeja (charts) (Kuva 17).



Kuva 17. Ohjausvalikko

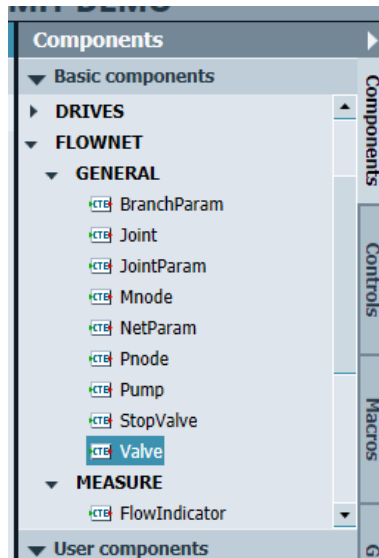
Uuden liitännäkytkennän tai visualisoinnin lisäämiseksi kaksoisklikataan vastaavaa linkkiä, New coupling tai New chart. Luotujen välilehtien välillä voidaan siirtyä joko kaksoisklikkaamalla niitä valikossa, tai sivun alalaidan välilehtiä klikkaamalla (Kuva 18).



Kuva 18. Alalaidan välilehdet

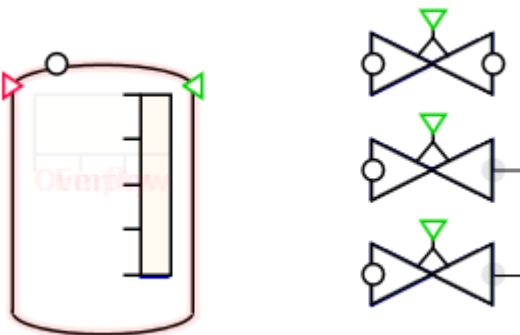
Avatulle visualisointisivulle voidaan liittää komponentteja tai komponenttimakroja sovelluksen oikean laidan valikosta (Kuva 19). Liittäminen tapahtuu raahaamalla haluttu komponentti valikosta työskentelyalueelle.





Kuva 19. Komponenttivalikko

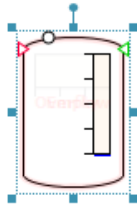
Komponenttien liitäntäpisteet näytetään tyhjinä palloina (Kuva 20). Komponentit liitetään yhteen klikkaamalla ensin tyhjää liitäntäpistettä ja sitten haluttua yhdistämisspistettä. Komponenteissa näkyvät vihreät ja punaiset kolmiot ovat signaaleja varten: vihreä saapuville ja punainen lähteille tieto- ja ohjaussignaaleille.



Kuva 20. Komponentteja

Esimerkimmallisessa säiliönä käytetyissä StorageTankLiquid -komponentissa on lähtökohtaisesti vain yksi kytkentäpiste. Pisteiden määrää voidaan lisätä sovelluksen alalaidan valikosta seuraavasti (Kuva 21):

- Klikkaa komponenttia valitaksesi se.
- Valitse avautuvasta Properties-valikosta kohta 'Parameters'.
- Muuta arvoa 'NbrOfConnectors' haluttuun määrään.

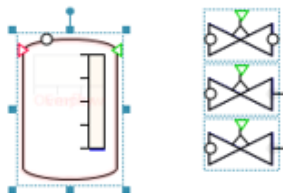


StorageTankLiquid#3		
General	Name	Value
Input	Volume [m <sup>3</sup> ]	1.0
Output	HeightOrLength [m]	1.0
Parameter	NbrOfConnectors	1
Additional parameter	NbrOfMeasurements	1
State	MeasurementHeight...	...
	MeasurementH... [m]	0.0

Kuva 21. Liitäntäpisteiden määrän lisääminen

Liitäntäpisteitä voidaan siirtää komponentin ääri viivoja pitkin pitämällä ALT-näppäintä pohjassa raahauksen aikana. Signaalien liitäntäkolmioita ei voida liikuttaa.

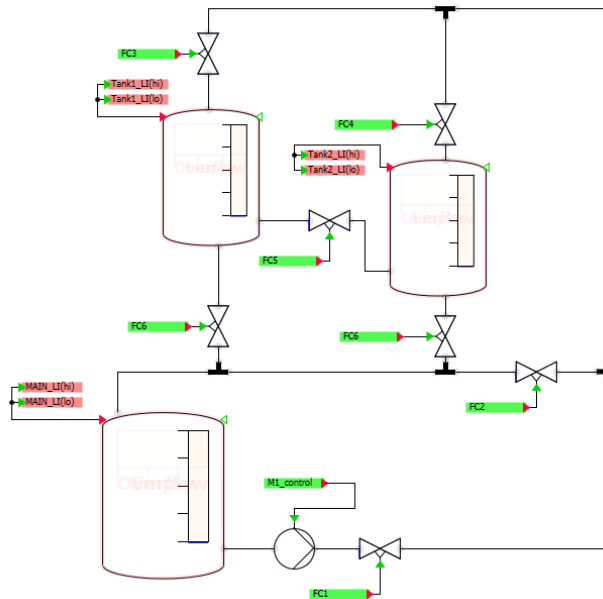
Käytetyn vesisäiliön fyysisen korkeuden määrittämiseksi tulee sen geoHeight -arvoa muuttaa. Tämä parametri löytyy komponentin Properties-valikon Additional Parameters -välilehdeltä (Kuva 22).



StorageTankLiquid#3		
General	Name	Value
Input	PressureOutside [bar]	1.0
Output	LevelInit [%]	3.0
Parameter	TemperatureInit [°C]	20.0
Additional parameter	PressureInit [bar]	1.0
State	InitEvaporationPart [%]	0.0
	InitHeatcapa... [kJ/kgK]	4.18
	Density [kg/m <sup>3</sup> ]	997.337
	RemainderGasPe... [%]	5.0
	RemainderLiqui... [m <sup>3</sup> ]	0.5
	geoHeight [m]	0.0
	zeta [[-]]	0.05

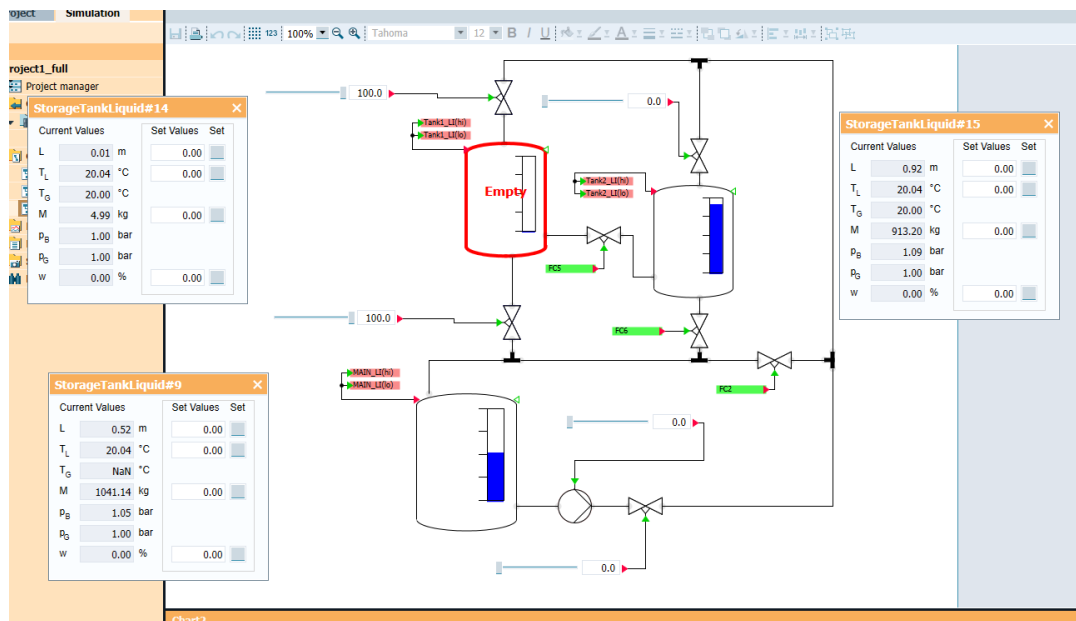
Kuva 22. geoHeight -parametrin sijainti valikossa

Kuvassa 23 on esitetty SIMITillä luotu esimerkkisimulaatiomalli kuvan 14 piirroksesta.



Kuva 23. Esimerkkisimulaatiomalli suunnitellusta prosessimoduulista

Kuvassa 24 on esimerkki siitä, miltä ohjelmisto näyttää simulaation aikana. Simulaation kuivatestauksessa (ohjelman testaus ennen kytkeytymistä esimerkiksi PLCSIMiin) ohjaussignaalit voidaan korvata kuvan mukaisesti liikusäätimillä. Tässä esimerkkiohjelmassa kuivatestaus suoritettiin varsinaisesta mallista erillisellä visualisaatiovälilehdellä (chart).



Kuva 24. Esimerkki simulaatiomallin kuivatestauksesta

## 5 TULOKSET

### 5.1 Esimerkkiohjelman teon aikana huomatuksi asiat

SIMIT on yleisilmeeltään sopivan oloinen jatko nykyisille opetusohjelmistoille, sen ollessa TIA portaalin kanssa osa samaa tuoteperhettä. Fyysisten prosessien toiminnan visualisoinnilla voi olla avustava vaikutus erilaisten opiskelijoiden oppimiseen ja erilaisten oppimistyylien huomioon ottamiseen; aiheeseen, josta psykologiassa käydään jatkuvaa, tiivistä keskustelua. Teorioille on vaikea saada tieteellistä todistusaineistoa, mutta niiden takana oleva ajatus erilaisten oppimistapojen olemassaolosta on laajasti katsottuna melko tarkka. (Willingham, Hughes & Dobolyi. 2015, abstract.) Konsensus tuntuu olevan, että erot oppimistavoissa eivät niinkään johdu ihmisten kyvystä prosessoida erilaista tietoa, vaan erilaisista mieltymyksistä asioita oppiessa. Suunnitellun vesiprosessin simulaatiomallin avulla toteutettu opetus helpottaisi todennäköisesti sellaisten henkilöiden opiskelua, joiden tulee omien sanojensa mukaan nähdä mitä he tekevät; niin sanottujen visuaalisten oppijoiden siis.

Esimerkkiohjelmia tehdessäni ilmeni, että suunniteltua käyttökohdetta vastaavaa simulaatiota varten tarvitaan komponentteja, jotka tunnistavat fyysisiä korkeuseroja. SIMITissä tämä tunnetaan geodeettisena korkeutena, joka löytyy CHEM-BASIC -kirjaston tiettyjen komponenttien parametrinä (Siemens 2020, 627). Tämä kirjasto vaatii erillisen lisenssin toimiakseen.

### 5.2 Etäkäyttö ja -opetus

Toimeksiantajan edustaja kuvaili suunniteltua etäkäyttö ja -opetusjärjestelyä opinnäytetyön aloituskeskustelussa 15.3.2021. Suunnitelmaan kuului SIMITin demoversioiden lataaminen opiskelijoiden tietokoneille harjoitustöitä varten sekä yhden lisenssiversion etäkäyttö oppilaitoksen tietokoneelta. Opinnäytetyöhön kuuluneen toimintojen testauksen perusteella ohjelmisto sopii hyvin tähän käyttöön tietyin edellytyksin. Demoversiolla saa hyvin opetettua SIMITin perusominaisuuksien toiminnan, mutta suunniteltuun käyttöympäristöön sopivia ohjelmia tehdessä korkeuserojen tunnistaminen tuntui tärkeältä ominaisuudelta, jolloin

opiskelijat tarvitsisivat myös edellä mainitun CHEM-BASIC-kirjaston komponentteja.

### 5.3 Johtopäätökset

SIMIT SP:n ja SIMIT SP Demo-version yhteiskäyttö automaatiotekniikan opinnoissa vaikuttaa hyvältä ajatukselta jo olemassa olevien TIA Portal -ohjelmoinnin opintojaksojen jatkoksi. Tämä kuitenkin vaatii prosessiautomaation opintojen puolella sekä FLOWNET-, että CHEM-BASIC -kirjastojen lisenssien hankkimista vähintäänkin jokaiselle prosessiautomaatiolaboratoriota käyttävälle työryhmälle.

Kappaletavara-automaation tarpeita ei käsitelty tässä opinnäytetyössä, mutta toimeksiantaja on suunnitellut SIMITiä käytettävän tämänkin aiheen opetukseen. Kappaletavara-automaatiossa käsiteltävien liukuhihna- ja raidejärjestelmien komponentit vaativat CONTEC-kirjaston lisenssiä toimiakseen, joiden lukumäärä määräytyy opintojaksojen työryhmäjaon perusteella.

Laboratorion prosessijärjestelmästä tullaan toimeksiantajan suunnitelmien mukaisesti luomaan useita valmiita, tulevia asennuksia vastaavia SIMIT-malleja, joihin opiskelijoiden malleja voidaan verrata. Valmiita malleja voidaan myös käyttää sellaisten opiskelijoiden opintoihin, joilla ei ole mahdollisuutta osallistua laboratoriotunneille.

## 6 POHDINTA

### 6.1 Aiheen mielekkyys

Kokonaisuutena SIMIT-simulaattori tuntui varsin mielenkiintoiselta ohjelmistolta, jonka käytön opettelulla tuntui olevan myös selkeitä työelämässä hyödyllisiä vaikutuksia. Opintojen aikana olen kuitenkin harmikseni saanut kuvan, ettei alemman korkeakoulutason opinnäytetöitä kukaan juuri huvikseen lue, eikä niillä ylipäätään tee juuri mitään, ellei työn aihe satu olemaan erityisen tarkasti rajatusta tai muuten erikoisemmasta aiheesta. Ilokseni siis huomasin tämän työn taustatutkimusta tehdessäni, ettei SIMITistä juuri ollut materiaalia suomeksi muutamaa muuta opinnäytetyötä lukuun ottamatta. Opinnäytetyön kirjoittaminen tuntui siis hyvinkin mielekkäältä näin ilmenneen potentiaalisen hyödynnettävyyden vuoksi.

### 6.2 Oppimiskokemukset

Opinnäytetyötä tehdessä eteeni tuli useita kertoja vastaan tilanteita, jotka aiheuttivat päänsärkyä. Lähdemateriaaleja etsiessä totesin, että niitä ei juurikaan ollut, jolloin vähistä löydetyistä piti puristaa kaikki tarvittava tieto irti. Tämän lisäksi välillä jopa turhankin pilkuntarkoilta tuntuneiden muotoilutapojen noudattaminen tuotti minulle henkilökohtaista mielihäiriötä. Tarkkuus on kuitenkin hyve itsessään, joten tulen ottamaan tämänkin kokemuksen.

### 6.3 Mahdolliset jatkokehityskohteet

Toimeksiantajan suunnittelemat simulaatiomallit tulevista fyysisistä asennuksista voisivat sopia uusiksi opinnäytetyöaiheiksi tuleville opiskelijoille. Tämä vaatii kuitenkin erittäin hyvän opiskeluhistorian ja -motivaation omaavaa opiskelijaa parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi.

## LÄHTEET

Grieves, M. & Vickers, J. 2016. Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems (Excerpt). Viitattu 5.4.2021  
[https://www.researchgate.net/publication/307509727\\_Origins\\_of\\_the\\_Digital\\_Twin\\_Concept](https://www.researchgate.net/publication/307509727_Origins_of_the_Digital_Twin_Concept)

Isometsä, H. 2021. Lapin Ammattikorkeakoulu. Lehtori. Opinnäytetyön aloituskeskustelu 15.3.2021

Lapin ammattikorkeakoulu 2021. Toimipisteet. Viitattu 3.4.2021  
<https://www.lapinamk.fi/fi/Esittely/Yhteystiedot/Toimipisteet>

Lapin yliopisto 2019. Yliopiston esittely. Viitattu 3.4.2021  
<https://www.ulapland.fi/loader.aspx?id=d7007cf6-dcc4-4875-b308-995a0d488cb7>

Siemens 2019. SIMIT Simulation Platform. Viitattu 16.4.2021  
<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:4ce72796-3757-493c-8afe-e1fefb988025/simitsimulationplatformdatasheet2019-1en-144.pdf>

Siemens 2020. SIMATIC SIMIT Simulation Platform (V10.2) Operating Manual. Viitattu 7.4.2021  
[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/242/109780242/att\\_1023426/v1/SI-MIT\\_enUS\\_en-US.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/242/109780242/att_1023426/v1/SI-MIT_enUS_en-US.pdf)

Siemens & AFRY 2020. Value creation with plant modelling and simulation. Viitattu 5.4.2021  
[https://afry.com/sites/default/files/2020-11/siemens\\_afry\\_-\\_value\\_creation\\_with\\_plant\\_modelling\\_and\\_simulation.pdf](https://afry.com/sites/default/files/2020-11/siemens_afry_-_value_creation_with_plant_modelling_and_simulation.pdf)

Torvinen & Heikkinen 2021. Kysymyksiä Simatic SIMITistä / Questions about Simatic SIMIT. Sähköposti (redacted). Tulostettu 16.4.2021. (Liite 1)

Willingham, D., Hughes, E. & Dobolyi, D. 2015. The scientific status of learning styles theories. Teaching of Psychology 42, Abstract. Viitattu 12.4.2021  
<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0098628315589505>

## LIITTEET

Liite 1. Kysymyksiä Simatic SIMITistä / Questions about Simatic SIMIT



## Liite 1 1(3)

## Kysymyksiä Simatic SIMITistä / Questions about Simatic SIMIT

## Esitetyt kysymykset:

1. Milloin SIMITin kehitys aloitettiin?
2. Mihin kehitystyön aloitus perustui?
3. Varmistuksena siis, että versio 7.1 olisi ensimmäinen kaupallinen versio?
4. Mitä eroja eri versioiden välillä on ollut?
5. Osaisitteko antaa karkean arvion SIMITin käyttömäärästä teollisuudessa?  
(Ainakin Suomen tasolla, mutta jos mahdollista, niin myös Euroopan- sekä maailmanlaajuisesti)

## Vastaukset:

1. When development of SIMIT was started?

The development of SIMIT already started in 1990 to realize an internal simulator "Projektierungssimulator" for power plants.

2. Why Siemens started develop SIMIT?

The target of this simulator was the developing a tool to design the control and regulation of power plants, which means design the process part of this powerplant in an early phase of the project. At this time simulation of automation part was not in the focus. Later on this simulator was developed more in direction of simulation of automation software as we know it today.

3. What version of SIMIT was first one on market?

With V4.0 in year 2000 SIMIT was provided the first time to external customers as a project solution.

With V5.0 in year 2005 SIMIT could be official ordered as a product by I&S department (today CS).

With the release of V7.1 SIMIT moved from I&S to “Industry Automation Division”. As far as I can remember the department was called I IA AS ... at this time.

Liite 1 2(3)

4. What kind of differences there has been on SIMIT versions?

At the beginning it was designed as an internal or project solution based on SOLARIS, VxWorks. In the first years it is hard to know the exact details/differences of the versions. It was especially developed for own projects

With V5.0 there was a big step to move the whole product onto Windows platform and also do some experimental test with a realtime environment based on a RTX environment. This was very complicated. Thus the tests with the RTX environment has been stopped.

With V7.0 the complete operating concept of SIMIT was redesigned as you know it from today. Since V7.0 SIMIT looks like TIA. Also a complete new programming language has been implemented (.NET with WPF and C#).

With V7.1 SIMIT moved to “Industry Automation Division”. At this time it was already possible to use HiL with the old SIMBA boxes or SiL with PLCSIM classic. Also Flownet and Contec Library as well as Component type editor has been available at this time. SIMIT was available as Standard, Professional and Ultimate with functional differences.

With V8.0 a new Portal view and the Simulation Unit Hardware components have been released. It was also released to use it together with TIA Portal. Support of Windows 7.

With V8.1 the virtual controller was implemented as an own application at this time. Also simulation in a virtual time was included. Functional extensions in couplings and couplings editor.

With V9.0 the virtual controller was implemented into SIMIT which makes it much more powerful and easier to maintain. COMOS SIMIT Interface. Extended Import functionalities. Support of Windows 10.

With V9.1 OPC UA was implemented. Also a coupling to PLCSIM Advanced (S7 1500) was implemented to have a virtual controller for S7

Liite 1 3(3)

1500. Chem Basic Library was released. Integration of SIMIT Unit Konfiguration into SIMIT.

With V10.0 a complete new license mechanism was implemented to support floating licenses as well. SIMIT can be sold now in different sizes (S, M, L, XL) which makes it much more attractive in discrete industry. Since V10.0 all sizes have the same functionality. The difference is only the project size in SIMIT. Virtual Controller supports S7-Redundancy. Official release of external coupling with documentation.

With V10.1 a interface was implemented which allows the integration of FMU's (Functional Mockup Units) created e.g. by Matlab. OPC UA Server coupling was implemented. Coupling to gPROMS was implemented. Backtracking mechanism was implemented.

With V10.2 TCiR was implemented for virtual controller. Deactivation of couplings and diagrams was also implemented. Virtual controller can be restarted without stopping SIMIT. Flexible connection to NX MCD was integrated to be as flexible as possible in combination with NX MCD projects. SIMIT Unit support S7 1500RH.

5. How much we have sell SIMIT so far?

That's really hard to answer, because I only know all valid licenses since the change to V10.0. Since then we have approx. 2000 valid engineering licenses (S, M, L, XL) available on customer sites. Due to the fact, that virtual commissioning becomes more and more attractive this number is of course increasing.