

Väikelaevaehituse kompetentsikeskuse tarkvaravajaduse prognoos ja hinnakalkulatsioon

Kristjan Tabri

Sisukord

1	Lähteülesande kirjeldus.....	3
2	Tarkvara vajalikkuse analüüs.....	3
2.1	Tarkvara laevaprojekti koostamiseks.....	3
2.2	Tarkvarade võrdlus	4
2.3	Sobiva tarkvara või tarkvaramoodulite valik	7
3	Tarkvara soetamine ja ülalpidamine	14
4	Nõuded arvutitele ja võrgulahendusele.....	17
Lisa 1.	SolidEdge moodulite kirjeldus	19
Lisa 2.	NX moodulite kirjeldus	21
Lisa 3.	Maxsurf moodulite kirjeldus.....	25

1 Lähteülesande kirjeldus

Koostama väikelaevaehituse kompetentsikeskuse (VLEKK) tarkvaravajaduse prognoosi ja hinnakalkulatsiooni. Uuring sisaldab

- vajadusuuringut soetatava tarkvara osas ja ostetavate litsentside arvu määratlemist tarkvaratoodete ja litsentsitüüpide lõikes,
- tarkvarast tulenevate nõuete määratlust riistvarale ja võrgulahendusele,
- hinnapakumisi ja orienteeruvaid hinnakalkulatsioone tarkvara soetamiseks.
- tarkvara kasutamisega kaasnevate perioodiliste kulude kalkulatsiooni.

2 Tarkvara vajalikkuse analüüs

2.1 Tarkvara laevaprojekti koostamiseks

Laevaehituses ja –projekteerimises kasutatakse tarkvara laevaprojektide koostamiseks ja uute laevakontseptsioonide uurimiseks ning arendamiseks. Tänapäeval on kaasaegse insenertehnilise tarkvarata praktikas võimatu luua uusi efektiivsemaid ja keskkonnasõbralikemaid laevu.

Laeva ja ka väikelaeva projekteerimine koosneb üldjoontes kolmest etapist. Nendeks on eelprojekt, klassiprojekt ja tööprojekt. Eelprojektiga defineeritakse laeva peamõõtmed, ligikaudsed tekiplaanid, põhimõtteline konstruktsioonilahendus, laevasüsteemide põhimõttelised lahendused, veetakistus ja laeva võimsustarve. Tihti koostatakse eelprojekti jooksul vaid kahedimensionaalsed (2D) joonised. Nõ „klassiprojekt“ koostatakse laeva klassifitseerimiseks, registreerimiseks ja tüübikinnituste saamiseks. Klassiprojekt sisaldab täpseid jooniseid laeva konstruktsioonidest ja süsteemidest, tekiplaan, tugevusarvutusi ja stabiilsusarvutusi. Võrreldes teiste projekteerimisetappidega kaasatakse klassiprojekti koostamisse kõige rohkem spetsiifilist tarkvara, kuna klassiprojektiga defineeritakse laev ja selle omadused praktiliselt täies ulatuses. Tugevus- ja stabiilsusanalüüsid teostatakse klassiprojekti koostamisel. Tööjoonised on viimane etapp laeva projekteerimisel ja sisaldab täpseid jooniseid konstruktsioonelementide valmistamiseks.

Nimetatud etappide sooritamiseks eeldab kaasaegne lähenemine kolmedimensioonse (3D) mudeli loomist, mille formaat võimaldab selle kasutamist erinevate tarkvarade poolt. 3D

modeli loomiseks sobivate tarkvarade valik on lai, väikelaevaehituses on sobivamateks NX, Catia, SolidEdge ja SolidWorks. Tihti luuakse 3D mudel tarkvaraga, mis võimaldab teha ka püstuvusanalüüse, näiteks MaxSurf, DelftShip ja NAPA. Siiski ei võimalda viimati mainitud programmidega tehtud mudelid piisavat täpsust konstruktsioonelementide modelleerimisel ja seega on üldiselt klassi- ja tööprojekti loomiseks sobiva 3D mudeli koostamiseks vajalik spetsiifilisema tarkvara kasutamine. Sama 3D mudeli baasil tehakse nii püstuvusarvutused kui ka lõplike elementide meetodil põhinevad tugevusanalüüsid. Erinevad tegevused ja võimalikud valikuvariandid tarkvara osas projekteerimise erinevateks etappideks on esitatud Tabelis 1.

Tabel 1. Tegevused ja kasutatavad tarkvarad laevaprojekti koostamise erinevates etappides

Etapp		tegevus	kasutatav tarkvara	
eelprojekt	klassiprojekt	tööprojekt	esialgsete visandite loomine, ligikaudsed tekiplaanid, põhimõttelised joonised konstruktsioonidest ja laevasüsteemidest	AutoCAD LT, ZWCAD, Rhinoceros
			3D mudeli loomine	NX, SolidWorks, Catia, SolidEdge, Rhinoceros
			laeva kere ja konstruktsioonelementide tugevusanalüüsid	FEMAP, Ansys, Abaqus, LS-Dyna
			püstuvusanalüüs, meresõiduomaduste määramine	Maxsurf, Delftship, Napa, Ocrac3D
			täpsed joonised laeva konstruktsioonidest ja süsteemidest	AutoCAD LT, ZWCAD, NX, SolidWorks, Catia, SolidEdge
			tööjoonised	AutoCAD LT, ZWCAD, NX, SolidWorks, Catia, SolidEdge

Kui laeva projekteerimisel kasutatakse peamiselt väljakujunenud arvutusmudeleid ja laevakontseptsioone, siis tehnoloogia arenedes ja nõudluse muutudes on vaja kontseptsioonides teha märkimisväärsed muudatusi, mis eeldavad tihti ka uute arvutusmudelite väljatöötamist. Selleks on lisaks projekteerimistarkvarale, eriti just sellistele nagu FEMAP, NAPA; LS-Dyna, veel spetsiifilist hüdrodünaamika ja vedelikdünaamika tarkvara nagu Hydrostar, Adina, Aqwa jne.

2.2 Tarkvarade võrdlus

Tarkvara valikul ja võrdluses tuleb lähtuda järgnevatest aspektidest:

- i. Tarkvara hind ja hoolduskulu

- ii. Tehnilise toe olemasolu, selle vajadus ja geograafiline asukoht
 - iii. Kasutajata vajalik kompetents
 - iv. Tarkvara kasutusotstarve
 - v. Tarkvarast tulenevad nõuded riistvarale
- i. Spetsiifiliste tarkvarade hind ja hoolduskulu on märkimisväärne ja seega tähtis komponent tarkvara valimisel. Üldiselt on akadeemiliste litsentside hinnad vaid osa kommerts litsentsi hinnast, aga siiski tuleb ka akadeemiliseks kasutamiseks mõeldud tarkvara valimisel lähtuda litsentsi kommertshinnast, pidades silmas õpilaste tulevase võimalusi kommerts litsentsi soetamisel ja kasutamisel. Kommerts litsentside hinnad sõltuvad aga valitud moodulite hindadest ja seega võib sama tarkvara hind varieeruda suures ulatuses. Erinevate tarkvarade kommerts- ja akadeemiliste hindade vahemik on antud Tabelis 2 veerus i.
- ii. Tehnilise toe tähtsus tõuseb koos tarkvara spetsiifikaga. Kui 2D joonestustarkvarad nagu näiteks AutoCAD LT ja ZWCAD ei vaja praktiliselt mingit tehnilist tuge, siis tarkvarad nagu FEMAP, LS-Dyna ja ADINA eeldavad piisavalt kompetentse toe olemasolu. Seega on nende tarkvarade valikul tehnilise toe asukoht tähtis. Tehnilise toe vajaduse klassifikatsioon ja tehnilise toe asukoht on antud Tabelis 2 veerus ii.
- iii. Spetsiifilised tarkvarad eeldavad kasutajalt teatavat kompetentsust, mis sarnaselt vajadusega tehnilise toe järgi kasvab koos tarkvara spetsiifilisusega. Kui 2D ja 3D projekteerimistarkvarade (AutoCad, NX) kasutamine sõltub peamiselt kasutaja kogemusest ja kõigi võimaluste ning kasutajaliidese tundmisest, siis arvutustarkvarade (FEMAP, MaxSurf, ADINA) kasutaja peab tundma ka matemaatilisi mudeleid, mida tarkvara arvutustes kasutab. Kasutaja kompetentsuse klassifikatsioon on antud Tabelis 2 veerus iii.
- iv. Vastavalt kasutusotstarbele saab tarkvara klassifitseerida elementaarseks, täiendavaks ning teadus- ja arendustegevuseks (T&A) mõeldud tarkvaraks, vt Tabel 2 veerg iv. Elementaarne tarkvara on vältimatult vajalik kaasaegse laevaprojekti väljatöötamiseks. Selliste tarkvaradega luuakse laeva 3D mudel, tehakse püstuvusanalüüs ja koostatakse tööjoonised. Elementaarseks tarkvaraks on näiteks AutoCAD või ZWCAD, NX või CATIA ja MaxSurf või Delftship. Täiendava tarkvara olemasolu ei ole alati tingimata vajalik laevaprojekti väljatöötamiseks, aga selle kasutamine võimaldaks jõuda majanduslikult ja tehniliselt parema lahenduseni. Selliseks tarkvaraks oleks näiteks FEMAP ja LS-Dyna, mis võimaldaksid

optimeerida laeva konstruktsioonilahendusi ja seeläbi jõuda näiteks kergema või töökindlama laevani. T&A tarkvara on vajalik uute kontseptsioonide ja arvutusmodelite väljatöötamiseks, näitena võib tuua HydroSTAR'i ja Adina laevakere hüdrodünaamika optimeerimiseks. T&A tarkvara leiab üldjoontes esialgu kasutust pigem teadus- ja arendusprojektides ja mitte niivõrd kompetentsikeskuse igapäevases tegevuses. Samuti eeldab T&A tarkvara ka kõrgelt kvalifitseeritud töötajaskonna olemasolu.

v. Tarkvarast tulenevad nõuded riistvarale on küsitletud punktis 4.

Tabel 2. Tarkvarade võrdlus

Tarkvara	i. Hind Ostuhind		ii. Tehniline tugi		iii. Kasutaja kompetents	iv. Tarkvara vajadus
	<i>kommerts</i>	<i>akadeemiline</i>	<i>vajadus</i>	<i>asukoht</i>		
<i>AutoCAD LT</i>	16 000	195	<i>madal</i>	<i>Eesti</i>	<i>madal</i>	<i>elementaarne</i>
<i>ZWcad Standard</i>	6000-6500	1100	<i>madal</i>	<i>Eesti</i>	<i>madal</i>	<i>elementaarne</i>
<i>Rhino</i>	15 568	15 255 (lab kit)	<i>madal</i>	<i>Hispaania</i>	<i>keskmine</i>	<i>keskmine</i>
<i>NX</i>	226 250-675 000	0	<i>keskmine</i>	<i>Eesti</i>	<i>keskmine</i>	<i>elementaarne</i>
<i>SolidEdge</i>	43 498-174 460	0	<i>keskmine</i>	<i>Eesti</i>	<i>keskmine</i>	<i>elementaarne</i>
<i>CATIA</i>	~300 000-500 000	>45 000	<i>keskmine</i>	<i>Soome</i>	<i>keskmine</i>	<i>elementaarne</i>
<i>MaxSurf*</i>	327 202	21 800	<i>keskmine</i>	<i>Soome</i>	<i>kõrge</i>	<i>elementaarne</i>
<i>DelftShip</i>	>3000	0	<i>keskmine</i>	<i>Holland</i>	<i>kõrge</i>	<i>elementaarne</i>
<i>Ocra 3D</i>	21 749-43 498	1 956-3 912	<i>keskmine</i>	<i>USA</i>	<i>kõrge</i>	<i>elementaarne</i>
<i>NAPA</i>	>500 000	-	<i>kõrge</i>	<i>Soome</i>	<i>väga kõrge</i>	<i>elementaarne</i>
<i>FEMAP</i>	173 677	-	<i>kõrge</i>	<i>Eesti</i>	<i>väga kõrge</i>	<i>täiendav</i>
<i>FEMAP+Nastran</i>	262 081	38 334	<i>kõrge</i>	<i>Eesti</i>	<i>väga kõrge</i>	<i>täiendav</i>
<i>FEMAP Flow Solver</i>	271 938	-	<i>kõrge</i>	<i>Eesti</i>	<i>väga kõrge</i>	<i>täiendav</i>
<i>Ansys</i>	>250 000	-	<i>kõrge</i>	<i>Rootsi</i>	<i>väga kõrge</i>	<i>täiendav</i>
<i>LS-Dyna</i>	0/15 000-50 000	15 000	<i>kõrge</i>	<i>Rootsi</i>	<i>ülikõrge</i>	<i>täiendav</i>
<i>HydroSTAR</i>	400 000-570 000	-	<i>väga kõrge</i>	<i>Prantsusmaa</i>	<i>ülikõrge</i>	<i>T&A</i>
<i>ADINA</i>	~250 000-	-	<i>väga kõrge</i>	<i>USA</i>	<i>ülikõrge</i>	<i>T&A</i>

* hind sisaldab mooduleid MaxSurf, Hydromax, Hullspeed, Prefit, Workshop.

2.3 Sobiva tarkvara või tarkvaramoodulite valik

Kompetentsikeskuse eesmärgiks on koolitada insenere, kellel on piisavad tehnilised oskused väikelaeva projekti koostamiseks ja uute kontseptsioonide analüüsimiseks ning arendusprojektide läbiviimiseks. Selleks peab koolitus katma minimaalselt katma elementaarset tarkvara ja soovituslikult samuti teatud ulatuses täiendavat tarkvara ja TjA tarkvara.

Pidades silmas elementaarset tarkvare peab kompetentsikeskusel kindlasti olema tarkvara igast järgmisest kolmest grupist:

- I. Visandid ja 2D joonised: Autocad LT, ZWcad, Rhinoceros
- II. Täpsed mudelid 3D disain: Rhino, NX, SolidEdge, SolidWorks, Catia
- III. Hüdrostaatika ja dünaamika: MaxSurf, Napa, Delftship, Orca3D

Pidades silmas õpilaste hilisemat tööelu, on tarkvarade valikul vajalik silmas pidada universaalsust. Koolitus ei tohiks olla kitsalt piiritletud vaid ühe tarkvaraga igast grupist vaid teatud ulatuses peaks käsitlema või peaks olema võimalus iseseisvaks tööks mitme tarkvaraga. Universaalsusele tuleb eriliselt tähelepanu pöörata II grupi kuuluva tarkvara korral, kuna nii Rhino, SolidEdge, SolidWorks kui ka NX on kasutusel Eesti väikelaevade arendamise, projekteerimise ja ehitusega tegelevates firmades. Järelikult peavad olema võimalused antud tarkvarade akadeemiliste versioonide kasutamiseks.

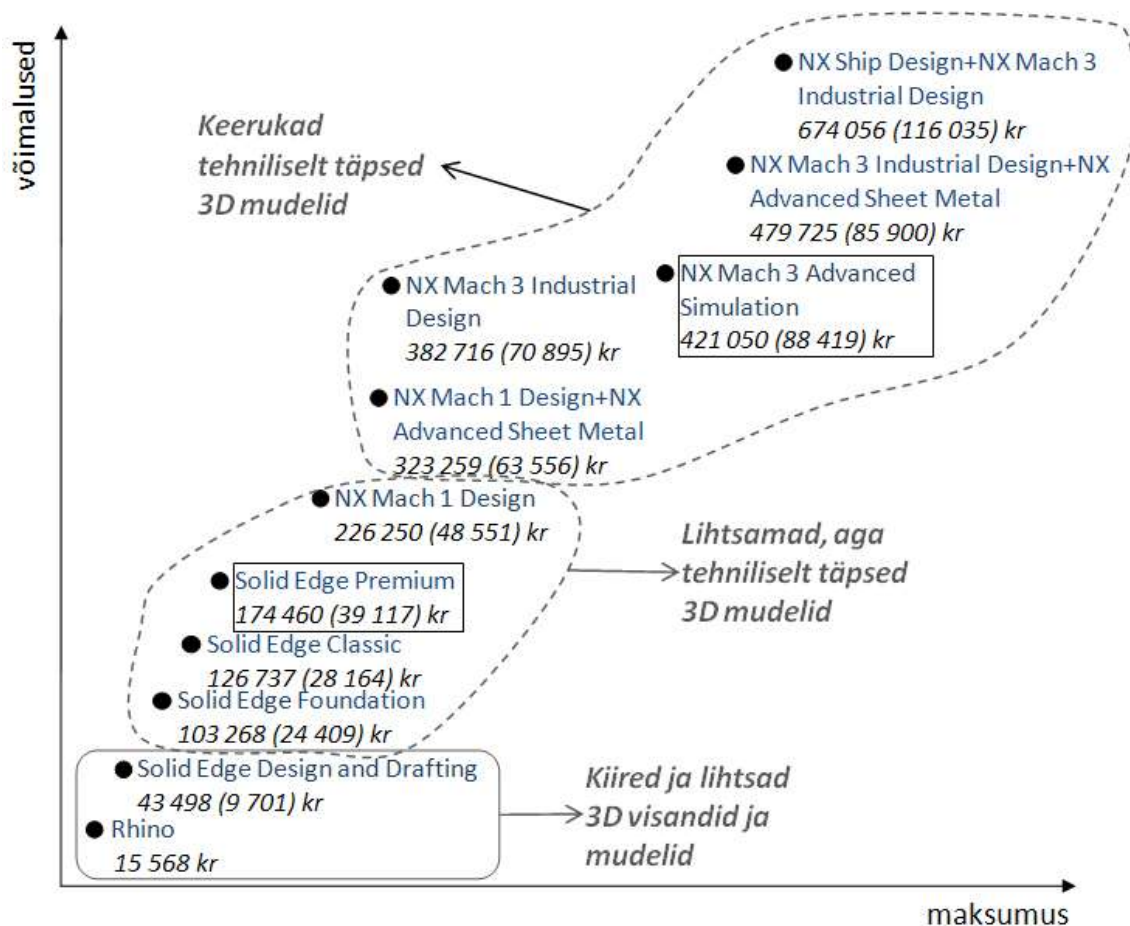
Tabel 3. 2D joonestustarkvara ja lihtsat 3D modellerimist võimaldava tarkvara hinnad

Moodul	Otstarve	Litsents		Aastane hooldustasu	
		EUR	EEK	EUR	EEK
Rhino	Võimaldab teha lihtsamaid 3D visandeid ja mudeleid	995	15 568	0	0
AutoCad LT	Võimaldab teha 2D jooniseid ja visandeid.	1 023	16 000	163	2 550
Zwcad Standard	Võimaldab teha 2D jooniseid ja visandeid.	415	6 500	0	0

Esimeses grupis (I) on suhteliselt odav tarkvara, mille ühe kommerts litsentsi hind on vahemikus 6 500-16 000 krooni (vt Tabel 3) ja akadeemilisel litsentsil ligikaudu 1000 krooni.

Selles grupis olevate tarkvarade eesmärgiks on võimaldada 2D jooniste ja kiirete visandite loomist. Seega võiks valikuteks olla AutoCAD LT ja Rhino, kuna esimene on kõrgetasemeline tööriist 2D jooniste loomiseks ja Rhino võimaldaks suhteliselt kiiresti ja kergelt luua 3D visandeid. Tehnilisest seisukohast oleks AutoCad'i soovitatav eelistada ZWcad Standard'ile, kuna eeldatavasti on AutoCad areng kiirem ja samuti on AutoCad'il laiem kasutajaskond. Samas on ZWcad Standard'i hind märkimisväärselt odavam.

Ehkki Rhino on loodud 3D mudelite tegemiseks, ei asenda ta kindlasti 3D mudelite loomiseks mõeldud spetsiifilist tarkvara, mis on toodud grupis II. Teises grupis olev tarkvara on märgatavalt kallim ja spetsiifilisem, kus lisaks litsentsi hinnale tuleb tähelepanu pöörata ka tehnilise toe asukohale. Valikust on jäetud välja CATIA tarkvara, kuna neil puudub Eestis esindaja. Uuringus põhjalikumalt käsitletud NX ja SolidEdge tooteid, kuna Tiigrihüppe programmi alusel on koolides võimalik neid tasuta kasutada ja seega on kasutajatel lihtsam kasutada tarkvara, millega nad juba koolis harjunud on. Samuti pakuvad NX ja SolidEdge tooted mõnevõrra laiemaid valikuvõimaluse võrreldes näiteks SolidWorks'i tooteperekonda kuuluvate toodetega. Samas ei ole SolidEdge ja SolidWorks'i kasutamisel ja hindadel märkimisväärsed erinevusi.



Joonis 1. SolidEdge ja NX moodulite hindade ja modelleerimisvõimaluste võrdlus. Sulgudes on toodud aastase hoolduse hind.

Eelnevale tuginedes on analüüsitud SolidEdge ja NX tooteperekondadesse kuuluvat tarkvara. 3D mudelite loomisel on mitmed erinevad etapid ja erinevatel kasutajatel on erinevad ootused ja vajadused tarkvara suhtes. Seetõttu on tarkvaradel erinevad moodulid, mis võimaldavad kasutajal valida just temale vajalikke funktsionaalsusi. SolidEdge ja NX'i erinevate moodulite hindade ja modelleerimisvõimaluste omavaheline võrdlus on esitatud Joonis 1. Lisaks on SolidEdge ja SolidWorks moodulite hinnad ja lühikirjeldused toodud Tabelis 4 ja sama info NX moodulite kohta on esitatud Tabelis 5. Joonisel 1 on kastiga märgitud tarkvaralahendused, mis sisaldavad ka lõplike elementide (LE) meetodil põhinevat lihtsustatud võimalustega arvutustarkvara. Samuti on joonisel tarkvarad tinglikult grupeeritud loodavate mudelite keerukuse järgi. Moodulite inglisekeelne kirjeldus on toodud lisades 1 ja 2.

Tabel 4. SolidEdge ja SolidWorks moodulite hinnad (allikad Pro-Step OÜ ja CadON Consulting OÜ)

Moodul	Otstarve/kommentaar	Litsents		Aastane hooldustasu	
		EUR	EEK	EUR	EEK
Solid Edge Design and Drafting [SE302-ENG]	SolidEdge lihtsaim pakett mis võimaldab teha 2D jooniseid ja ka väheste võimalustega 3D mudeleid	2 780	43 498	620	9 701
Solid Edge Foundation võrgulitsents [SE351-ENG]	3D disainipakett, mis sisaldab põhilisi 3D modelleerimise tööriistu.	6 600	103 268	1560	24 409
Solid Edge Classic - võrgulitsents [SE290-ENG]	Suurte võimalustega 3D disainipakett.	8 100	126 737	1800	28 164
Solid Edge Premium - võrgulitsents [SE388F-ENG]	Suurte võimalustega 3D disainipakett, mis sisaldab ka lihtsate LE meetodil põhinevate tugevusarvutuste tegemise võimalust	11 150	174 460	2500	39 117
SolidWorks Premium	Suurte võimalustega 3D disainipakett, mis sisaldab ka lihtsate LE meetodil põhinevate tugevusarvutuste tegemise võimalust	10 000*	156466	1800	28 160

* hind sisaldab ka võrguversiooni installeerimise tasu

Ainult SolidEdge'i või SolidWorks'i kasutades kujuneks problemaatiliseks topeltpainutatud ja muude keerukamate pindade modelleerimine, mis aga on laeva kere modelleerimise põhielementideks. Samuti on aeganõuded teatud modelleerimisülesannete teostamine. Samas on aga SolidEdge või SolidWorks'i kasutamine lihtsam võrreldes NX'ga ja seega oleks ta sobivam tööriist väiksema modelleerimiskogemusega inimestele, kes ei soovi luua keerukaid mudeleid. Keerukama (väike)laeva modelleerimiseks peaks olema suhteliselt suurte võimalustega tarkvaralahendus, soovitatavalt vähemalt NX Mach 1 Design + NX Advanced Sheet Metal. Vähesemate võimaluste puhul on mudeli loomiseks kuluv aeg märgatavalt suurem ja keerukamate mudelite puhul ei pruugi jõuda soovitud tulemuseni. Kasutades väga suurte võimalustega moodulit, nagu näiteks NX3 Mach 3 Industrial Design + NX Advanced Sheet Metal, on modelleerimine kiire ja mugav ning loodavad mudelit on tehniliselt toimivad ja kvaliteetsed. Lisades NX3 Mach 3 Industrial Design moodulile spetsiaalse lavaehitusmooduli NX Ship Design, saame suhteliselt kalli tarkvaralahenduse, mis arvestab laeva modelleerimise iseärasustega.

Tabel 5. NX moodulite hinnad (allikas Pro-Step OÜ)

Moodul	Otstarve/kommentaar	Litsents		Aastane hooldustasu	
		EUR	EEK	EUR	EEK
NX Mach 1 Design (Floating) [NX11110]	NX'i lihtsaim 3D disainipakett võrgulitsentsiga	14 460	226 250	3103	48 551
NX Mach 3 Industrial Design [NX13300]	Väga suure võimsuse ja võimalustega 3D disainipakett	24 460	382 716	4531	70 895
NX Mach 3 Advanced Simulation [NX13500]	Väga suurte võimalustega 3D disainipakett, mis sisaldab ka LE meetodil põhinevate tugevusarvutuste tegemise võimalust	26910	421 050	5651	88 419
NX Routing Mechanical [NX30119]	Torude ja sõrestike modelleerimiseks mõeldud lisamoodul	18620	291 340	2878	45 031
NX Advanced Sheet Metal [NX30111]	Vabapindade pinnalaotuste loomiseks mõeldud lisamoodul	6200	97 009	959	15 005
NX Ship Design [NX30142]	Laevaehituspakett, mis töötab koos Mach 3 Industrial Design mooduliga	18620	291 340	2885	45 140
NX Ship Design+NX Mach 3 Industrial Design	Laevaehituspakett koos Mach 3 Industry design mooduliga	43 080	674 056	7416	116 035
NX Mach 1 Design+NX Advanced Sheet Metal	Mach 1 Design moodul koos Advanced Sheet Metal mooduliga	20660	323 259	4062	63 556
NX3 Mach 3 Industrial Design+NX Advanced Sheet Metal	Mach 3 Industrial Design moodul koos Advanced Sheet Metal mooduliga	30660	479 725	5490	85 900

Kolmandasse gruppi (III) kuuluvad püstuvus, hüdrostaatilisi ja -dünaamilisi arvutusi võimaldavad tarkvarad, millede hinnad on antud Tabelis 6. Soome NAPA tarkvara on peamiselt mõeldud suurematele laevadele ja on seetõttu keerukam ja kuulub väga kõrgesse hinnaklassi. Delftship on Hollandis arendatav tarkvara, mille põhimoodul on õpilastele ja erakasutajatele tasuta ning kommertskasutajatele maksab kõigest ligikaudu 3000 krooni. Põhimoodul on aga väga piiratud võimalustega ja tarkvara täisversioon maksab 234 300 EEK. Delftship on praegusel hetkel siiski piiratud võimalustega tarkvara ja seega sobib ta rohkem õppeesmärkidel kasutamiseks. Sarnaselt Delftshipile on ka Ocra3D piiratud võimalustega, eriti just võrreldes Maxsurf ja NAPA tarkvaradega. Samas arenevad mõlemad tarkvarad kiirelt ning on mõeldud pigem väikesemate laevade modelleerimiseks. Põhiprintsiipide selgitamiseks

õpilastele on mõlemad tarkvarad siiski väga edukalt kasutatavad. Väikelaeva projekti koostamiseks vajalike arvutuste tegemiseks on sobiv Maxsurf tarkvara, mille hind koos vajalike lisamoodulitega on ligikaudu 327 tuhat krooni. Erinevalt teistest tarkvaradest võimaldab MaxSurf teatud ulatuses analüüsida ka laevade käitumist lainetes. Nimetatud omadus annab MaxSurf tarkvarale märgatava eelise lihtsamate ja odavamate tarkvarade eest. Samuti on MaxSurf laialdaselt aktsepteeritud tarkvara, mille kasutamist soovivad mitmed institutsioonid.

Tabel 6. Püstuvus, hüdrostaatilisi ja -dünaamilisi arvutusi võimaldavad tarkvarad

Moodul	Otstarve	Litsents		Aastane hooldustasu	
		EUR	EEK	EUR	EEK
Maxsurf (+ Hydromax, Hullspeed, Prefit, Workshop)	Hüdrostaatika, -dünaamika ja püstuvusarvutused.	20 912	327 202	3484	54 513
Maxsurf (+ Hydromax, Hullspeed, Prefit, Workshop), akadeemiline litsents	Hüdrostaatika, -dünaamika ja püstuvusarvutused (15 litsentsi hind 20 912 eur)	1 394	21 813	232	3 634
Delftship	Piiratud võimalustega hüdrostaatika, -dünaamika ja püstuvusarvutused	14 980	234 300	1 498	23 430
Ocra3D Leve1 + Level 2	Piiratud võimalustega hüdrostaatika, -dünaamika ja püstuvusarvutused	4 170	65 246	0	0
Ocra3D Leve1 + Level 2, akadeemiline litsent	Piiratud võimalustega hüdrostaatika, -dünaamika ja püstuvusarvutused	375	5 867	0	0
NAPA	Suurte võimalustega suurematele laevadele mõeldud hüdrostaatika, -dünaamika ja püstuvusarvutused	>50 000	>780 000	-	-

Täiendava vajadusega tarkvaraks loetakse siin LE meetodil põhinevate tugevusarvutuste tegemist võimaldavat tarkvara ja arvmeetoditel põhinevaid hüdrodünaamilisi arvutusi võimaldavat tarkvara. Tugevusarvutuste tegemiseks on välja toodud FEMAP+Nastran, Ansys ja LS-Dyna tarkvara. FEMAP ja Ansys on laialdaselt kasutatavad LE tarkvarad, mis mõeldud tüüpiliste inseneriülesannete lahendamiseks, nagu on ka laeva projekteerimisel tehtavad tugevusanalüüsid. LS-Dyna on mõeldud keerulisemate ja

spetsiifilisemate probleemide lahendamiseks nagu näiteks laeva karilesõidu või kokkupõrke modelleerimine. Eestis omab esindajat FEMAP+Nastran tarkvara, seega võiks seda tarkvara eelistada Ansys'ile, kuna tehnilise toe olemasolu on nende spetsiifiliste tarkvarade puhul vägagi oluline. Samas eeldavad antud tarkvarad kasutajalt suurt kompetentsi ja seega ei ole ilmselt mõistlik esialgu akadeemiliste litsentside soetamine, kuna LE arvutusmeetod ise ei ole väikelaevaehitajate õppekavas. Akadeemilise litsentsi soetamist võiks kaaluda, kui kompetentsikeskus tulevikus osaleb teadusprojektides või –uuringutes, kus koostöös ettevõtete või teadusasutustega uuritakse ja arendatakse uusi laeva- või konstruktsioonikontseptsioone. Osutamaks teenusena tugevusanalüüse peaks kompetentsikeskusel siiski olla vähemalt üks FEMAP+NASTRAN kommertsiltsents. LS-Dyna litsentsi ei ole rakenduse puudumise tõttu esialgu mõtet soetada. FEMAP ja LS-Dyna tarkvara hinnad on esitatud Tabelis 7.

Tabel 7.LE meetodil põhinevate tarkvarade hind (Pro-Step OÜ, Engineering Research AB)

Moodul	Otstarve/kommentaar	Litsents		Aastane hooldustasu	
		EUR	EEK	EUR	EEK
FEMAP node locked licence	LE modelleerimistarkvara ühe arvuti litsents	8 620	134 874	1918	30 010
FEMAP floating licence	LE modelleerimistarkvara võrgulitsents	11 100	173 677	2558	40 024
FEMAP+Nastran node locked licence	LE modelleerimis- ja arvutustarkvara ühe arvuti litsents	16 750	262 081	3452	54 012
FEMAP+Nastran võrgulitsentsiga	LE modelleerimis- ja arvutustarkvara võrgulitsents	17 380	271 938	4474	70 003
FEMAP+Nastran akadeemiline	Võimaldab kasutada kuni 100 litsentsi	2 450	38 334	541	8 465
LS-dyna	1 tuuma litsents. Arvutuste keerukusest tulenevalt tihti vaja kuni 4 litsentsi		0		> 15 000
LS-dyna akadeemiline litsents	kuni 100 tuuma litsents		0		ca 15 000

Ehkki T&A tarkvara on esitatud Tabelis 2 ei ole toodud tarkvarade soetamine esialgu mõttekas. Nimetatud tarkvarad nõuavad väga kompetentse personali olemasolu ja eeldavad korralikult toimivat institutsiooni, mis on võimeline osalema teadusprojektides ja pakkuma

komplektset teenust koos planeeritava katsebasseiniga. Seega võiks nimetatud tarkvarade soetamist kaaluda peale kompetentsikeskuse mõneaastast toimimist.

3 Tarkvara soetamine ja ülalpidamine

Pidades silmas õppetööd, vastuvõetavate tudengite arvu ja rühmatöökõs sobivat õpperühma suurust, oleks vajalike akadeemiliste litsentside arv vähemalt 16 (15 õpilast + õppejõud). Arvestades, et Tiigrihüppe kaudu on tasuta kasutada NX'i ja SolidEdge litsentsid, siis ei ole nende tarkvarade maksumust pakkumistes arvestatud. Toodud on kolm võimalikku varianti tarkvara soetamiseks – minimaalne, keskmine ja maksimaalne. Minimaalse ja keskmise variandi erinevus on püstuvustarkvara valikus, aga põhimõtteliselt on lahendused suhteliselt sarnased. Tarkvaralahenduse väljund on peamiselt akadeemiline ja ei anna seega täit ülevaadet laevaprojekti koostamisel kasutatavast tarkvarast. Maksimaalne variant võimaldab õpilastel töötada tarkvaralahendusega, mida kasutatakse laevaprojekti koostamisel ja klassifitseerimisel. Variandid koos hindade ja lühikirjeldusega on esitatud Tabelis 8.

Tabel 8. Variandid akadeemiliste litsentside soetamiseks

Tarkvara	kogus	Ostuhind EEK		aastane hoolduskulu EEK	
		ühikuhind	kokku	ühikuhind	kokku
1. minimaalne					
AutoCad LT	16	0	0	195	3120
Delftship	16	0	0	0	0
Kokku:		0		3 120	
Kirjeldus: 3D mudelite loomine toimub SolidEdge ja NX tarkvara kasutades. Püstuvusarvutused tehakse Delftship'i abil ja joonised AutoCad'i abil. Antud tarkvaralahendus ei anna õpilastele veel täit ettekujutust laevaprojekti koostamiseks vajalikest tarkvaradest, aga võimaldab selgitada kõik peamised põhimõtted.					
2. keskmine					
AutoCad LT	16	0	0	195	3120
Rhino	16	953	15 255	0	0
Ocra3D	16	5 867	93 880	0	0
Kokku:		109 135		3 120	
Kirjeldus: 3D mudelite loomine toimub SolidEdge, NX või Rhino tarkvara kasutades. Püstuvusarvutused tehakse Rhino lisamooduli Ocra3D abil ja joonised AutoCad'i abil. Antud tarkvaralahendus ei anna õpilastele veel täit ettekujutust laevaprojekti koostamiseks vajalikest tarkvaradest, aga võimaldab selgitada peamised põhimõtted.					
3. maksimaalne					
AutoCad LT	16	0	0	195	3120
Rhino	16	953	15 255	0	0
SolidWorks	20	1 170	23 390	900	18 000

Maxsurf	16	21 813	349 015	3 634	58 147
Kokku:		387 662			79 267
Kirjeldus: 3D mudelite loomine toimub SolidEdge, NX või Rhino tarkvara kasutades. Püstuvusarvutused tehakse Maxsurf abil ja joonised AutoCad'i abil. Tarkvaralahendus annab ülevaate laevaprojekti koostamiseks ja klassifitseerimiseks vajalikust tarkvarast.					

Kommertsliitsentse kasutatakse peamiselt VLEKK poolt konsultatsiooniteenuste osutamiseks. Sellisel juhul oleks teenuse osutajaks ja tarkvara vahetuks kasutajaks VLEKK töötajad. Samuti on klientidel võimalus teatud ajaks rentida tarkvaralist infrastruktuuri ning seega oleks tarkvara vahetuteks kasutajateks kliendi enda töötajad. Kommertsliitsentside arv sõltub kompetentsikeskuse enda ja keskuse partner-institutsiooni MTÜ Eesti Väikelaevaehituse Liidu (EVL) vajadustest. EVL nähakse peamiselt konsultatsiooniteenuste ostjatena ja tarkvaralise infrastruktuuri rentijatena. Tarkvara soetamise hinnakalkulatsioonis arvestatud võrgulitsentside hinda võimaldamaks suuremat kasutusmugavust, kus tarkvara kasutamine ei ole seotud ühe arvutiga, vaid kasutajad saavad tarkvara kasutada otse oma töökohalt. Ainsana ei ole võrgulitsentsi hinda toodud AutoCad LT tarkvara korral, kus on võrgulitsentsi puudumise tõttu on esitatud ühe n.ö. „node locked“ litsentsi hind. Antud litsentsi ei saa kasutada üle võrgu ja see on mõeldud vaid kompetentsikeskuses kohapealseks kasutamiseks.

Hinnakalkulatsioonis on arvestatud ühe litsentsiga tarkvara kohta. Pidades silmas litsentside kõrget ostuhinda ja hoolduskulu ei ole mõistlik soetada suurt arvu litsentse vaid optimeerida litsentside kasutustihedust. Tabelis 9 on esitatud võimalikud variandid kommertsliitsentside soetamiseks koos ostuhinna, hoolduskulu ja lühikirjeldusega.

Tabel 9. Variandid kommertsliitsentside soetamiseks

Tarkvara	kogus	ostuhind		aastane hoolduskulu	
		ühikuhind	kokku	ühikuhind	kokku
1. Minimaalne 3D modelleerimine					
AutoCad LT	1	16 000	16 000	2 550	2 550
SolidEdge Foundation Floating (või SolidWorks Premium)	1	103 268	103 268	24 409	24 409
Maxsurf (+ moodulid)	1	327 202	327 202	54 513	54 513
Kokku:		446 469		81 471	
Kirjeldus: minimaalsete võimalustega 3D modelleerimine ja maksimaalsete võimalustega püstuvusarvutused.					
2. Keskmine 3D modelleerimine					
AutoCad LT	1	16 000	16 000	2 550	2 550
Rhino	1	15 568	15 568	-	-
NX Mach 3 Industrial Design	1	382 716	382 716	70 895	70 895
Maxsurf (+ moodulid)	1	327 202	327 202	54 513	54 513
Kokku:		741 486		127 957	
Kirjeldus: keskmiste võimalustega 3D modelleerimine, millest piisab keskmise keerukusega projektide tegemiseks; lihtsate 3D visandite loomise võimalus ja maksimaalsete võimalustega püstuvusarvutused.					
3. Keskmine 3D modelleerimine ja keskmised LE arvutusvõimalused					
AutoCad LT	1	16 000	16 000	2 550	2 550
Rhino	1	15 568	15 568	-	-
NX Mach 3 Advanced Simulation	1	421 050	421 050	88 419	88 419
Maxsurf (+ moodulid)	1	327 202	327 202	54 513	54 513
Kokku:		779 820		145 482	
Kirjeldus: keskmiste võimalustega 3D modelleerimine, millest piisab keskmise keerukusega projektide tegemiseks; lihtsate 3D visandite loomise võimalus, keskmiste võimalustega LE meetodi kasutamine ja maksimaalsete võimalustega püstuvusarvutused.					
4. Maksimaalne 3D modelleerimine					
AutoCad LT	1	16 000	16 000	2 550	2 550
Rhino	1	15 568	15 568	-	-
NX3 Mach 3 Industrial Design+NX Advanced Sheet Metal	1	479 725	479 725	85 900	85 900
Maxsurf (+ moodulid)	1	327 202	327 202	54 513	54 513
Kokku:		838 495		142 963	
Kirjeldus: maksimaalsete võimalustega 3D modelleerimine, mis praktiliselt ei aseta piiranguid projektide keerukusele, lihtsate 3D visandite loomise võimalus ja maksimaalsete võimalustega püstuvusarvutused.					
5. Maksimaalne 3D modelleerimine ja maksimaalsed LE arvutusvõimalused					
AutoCad LT	1	16 000	16 000	2 550	2 550
Rhino	1	15 568	15 568	-	-
NX3 Mach 3 Industrial Design+NX Advanced Sheet Metal	1	479 725	479 725	85 900	85 900
Maxsurf (+ moodulid)	1	327 202	327 202	54 513	
FEMAP+Nastran floating licence	1	271 938	271 938	70 003	70 003
Kokku:		1 110 433		158 453	
Kirjeldus: maksimaalsete võimalustega 3D modelleerimine, mis praktiliselt ei aseta piiranguid projektide keerukusele, lihtsate 3D visandite loomise võimalus, maksimaalsed LE arvutusvõimalused ja maksimaalsete võimalustega püstuvusarvutused.					

Variandid 1, 2 ja 4 ei sisalda endas tugevusarvutuste tegemise võimalust ja seega on nimetatud lahendused mõnevõrra piiratud. Variandid 3 ja 5 sisaldavad ka tugevusanalüüside tegemise võimalust, ehkki variandid 3 on arvutamismõimalused tunduvalt väiksemad võrreldes variandiga 5. Maksimaalsete võimalustega variandis 5 ei ole praktiliselt mingeid piiranguid kaasaegsete keerukate laevaprojektide koostamiseks ja laevakontseptsioonide arendamiseks. 3D mudelite loomist võimaldavad kõik variandid, aga kasutamismugavus ja –kiirus erineb variantide lõikes ning variant 1 pakub märgatavamalt väiksemaid võimalusi võrreldes variandiga 5.

4 Nõuded arvutitele ja võrgulahendusele

Arvutitele esitatavad nõudmised põhinevad peamiselt 3D modelleerimistarkvara ja LE tarkvara poolt esitatavatest nõuetest. Üldjoontes võiksid arvutid vastata vähemalt järgmisele konfiguratsioonile:

Operatsioonisüsteem:	Windows XP Professional x64 Edition või 64 bit Windows 7
Protsessor:	AMD 64 või Intel 64 või muu samaväärse arhitektuuriga mitmetuumalised protsessorid (näiteks Intel® Xeon® 5600 seeria)
Videokaart:	nVidia Quadro seeria või muu sarnane, vähemalt 500 MB videomälu
Operatiivmälu:	minimaalselt 8 GB RAM
Kõvaketas	alates 500 GB, vähemalt SATA 3.0Gb/s ühendusega.

Märkus: NX, SolidEdge, FEMAP ja Nastran tarkvara ühilduvust arvutisüsteemidega saab kontrollida aadressil support.ugs.com.

Võrgulitsentside seisukohast ei esita tarkvarad litsentsiserverile märkimisväärseid nõudmisi. Kuna tarkvara on installeeritud kaugkasutaja arvutisse siis suhtluses serveriga on väikesed andmemahud, kuna kaugkasutaja loeb serverist vaid litsentsifaili. Selleks peab teatud IP aadressiga kaugkasutajatele server avatud olema. Peamiselt kasutavad tarkvarad FlexNet (varem tuntud nimega FlexLM) lahendust litsentsiserveriga suhtlemisel, vt. lisainfot lehelt www.flexerasoftware.com.

Lisa 1. SolidEdge moodulite kirjeldus

Solid Edge Premium - Floating

Powerful 3D CAD CAE and Routing software in one product. This product includes all the capabilities of Solid Edge Classic plus the additional capabilities of:

- Solid Edge Simulation
- Solid Edge XpresRoute
- Solid Edge Wire Harness Design

Important note for SE388F and SE388H: the capabilities of this product are all tied together – you may not individually float its various components. If you have a mix of Premium and Classic in a floating environment, the first user to access Solid Edge will get the Premium license. If you need floating capabilities, which avoid this situation, then Solid Edge Classic needs to be purchased and appropriate licenses of Simulation, XpresRoute, or Wiring.

Note: the only difference between SE388F and SE388H is the method of floating. SE388F uses a server-based dongle while SE388H uses the Host ID method. The SE388A can service either of these products since the licensing method is immaterial for add-on kits.

Solid Edge Classic Floating

Powerful 3D CAD software for solid modeling, including Synchronous Technology a unique method of providing history-free feature based design, Rapid Blue - a series of unique capabilities for robust complex shape creation, a user interface that makes Solid Edge the easiest to adopt of all mechanical CAD products. Fully integrated design management with Insight, using standard Windows technology. Embedded assembly and BOM management, revisioning, release processes, and collaboration tools. Also includes Simulation Express for part and sheet metal analysis, integrated machinery library, feature recognizer for adding intelligence to imported models, engineering reference for creating functionally accurate components using proven engineering calculations, advanced photo rendering , process specific workflows for sheet metal, frames, weldments, plastic and cast parts. Assembly tools that make it practical to work with large assemblies. Advanced tools for drawing creation, including workflows to transition smoothly from 2D to 3D. Detailing, and dimensioning controls that automatically comply with ISO, ANSI, BSI, UNI, DIN or JIS. Translators for: DXF, DWG, SAT, IGES, STEP

Solid Edge Foundation Floating

Powerful 3D CAD software for solid modeling, including Synchronous Technology a unique method of providing history-free feature based design, Rapid Blue - a series of unique capabilities for robust complex shape creation, a user interface that makes Solid Edge the easiest to adopt of all mechanical CAD products. Embedded assembly and BOM management, revisioning, release processes, and collaboration tools. Also includes process specific workflows for sheet metal, frames, weldments, plastic and cast parts. Assembly tools that make it practical to work with large assemblies. Advanced tools for drawing creation, including workflows to transition smoothly from 2D to 3D. Detailing, and dimensioning controls that automatically comply with ISO, ANSI, BSI, UNI, DIN or JIS. Translators for: DXF, DWG, SAT, IGES, STEP

Solid Edge Foundation is a SUBSET of Solid Edge Classic. Foundation does not include the following:

- Simulation Express
- Engineering Reference

- Advanced Rendering & Animation
- Insight

Solid Edge Design and Drafting

Solid Edge Design and Drafting is a base package including: including Synchronous Technology a unique method of providing history-free feature based design, parametric, feature-based solid modeling of holes, cutouts, protrusions, rounds, thin-wall features, and draft angles. Part geometry can be modified using dimensions and a built-in variable table. Assembly tools that make it practical to work with large assemblies. Assembly drawing with automated exploded view creation, ballooning, parts lists, and automatic Bills of Material. Drawing layout, detailing, and dimensioning controls that automatically comply with ISO, ANSI, BSI, UNI, DIN or JIS. Translators for: AutoCAD DWG, DXF, Microstation DGN, 2D IGES, 3D IGES, STEP, ACIS, Parasolid. The included application program interface (API) allows modification and enhancements to standard drafting commands using standard Windows programming languages.

Lisa 2. NX moodulite kirjeldus

Mach 3 Industrial Design

Mach 3 Industrial Design provides customers with the evaluation of a much wider range of design alternatives quickly and accurately, while helping increase innovation capabilities, in the context of a managed development environment (MDE). It combines capabilities of a stand alone surfacing and visualization product, with design for manufacturability, process automation, and quality validation tools. Mach 3 Industrial Design provides users with the interactive freeform curve and surface tools, while providing real-time feedback on curve and surface quality through a suite of diagnostic tools. It also contains an extensive suite of polygon modeling tools, allowing user to work with large scanned data sets as the basis of new designs. Real-time and photo-realistic rendering capabilities are provided for enhanced product visualization and presentation.

Mach 3 Industrial Design provides advanced productivity and quality enhancement tools for data reuse, and definition of validation checks. It helps reduce cost by providing tools for defining product and manufacturing information (PMI) directly on 3D models, performing design optimization, and plastic part and casting moldability, including wall-thickness checking. Mach 3 Industrial Design features powerful capabilities for product design, and is supported by innovative technologies like DesignLogic, Direct Modeling eXtensions, Wave, and Knowledge Fusion. It provides customers with the opportunity to incorporate engineering criteria and knowledge into every step of the product development process, and enables knowledge driven validation for improved product and process quality. Additionally, Mach 3 Industrial Design provides straight break sheet metal capabilities. All common translators are included, as well as the capabilities to run a variety of automation applications.

Mach 3 Industrial Design includes a managed development environment powered by TC, with data management and visualization capabilities for product and process management.

NX Ship Design

NX Ship Design provides a focused environment for modeling the structural area of a ship. The application includes features specific to ship design such as the frames, decks, and bulkheads. The application also allows for the definition of the sections for the General Arrangement, Compartment, and the Detailed Steel Plans. Once these Section plans are created, a user can design the steel structure for the ship. The user can easily design this structure using the steel features of linear and non-linear profiles for ship frames, linear and non-linear sheets for compartment walls, and linear and non-linear belts for support structures between walls. Once the steel structure is complete, a user can create Marking Lines to aide in the assembly of the ship and Rolling Lines that aid in the forming of the parts. Then use the Distribution module to place every solid in a single part file for manufacturing.

Product Prerequisites: NX13300

Mach 1 Design

Mach 1 Design enables customers to create and document a wide range of products and components in a managed development environment (MDE). It features powerful capabilities in modeling, drafting, and assembly modeling, and is supported by innovative technologies like DesignLogic, Direct Modeling eXtensions, WAVE, and Knowledge Fusion. Mach 1 Design provides customers with the opportunity to incorporate knowledge into every step of the product development process, and enables knowledge driven validation for improved product and process quality. Additionally, Mach 1 Design provides straight break sheet metal capabilities, and comprehensive freeform modeling tools. All common translators are included, as well as the capabilities to run a variety of automation applications.

Mach 1 Design includes a managed development environment powered by Teamcenter, with data management and visualization capabilities for product and process management.

Mach 1 Design content:

- Teamcenter Engineering - NX Manager
- Teamcenter – CAD Manager Server
- Teamcenter - Visualization Base
- XpresReview
- Solid & Feature Modeling
- Assembly Modeling
- Design Logic
- Grip Runtime
- Knowledge Fusion Runtime
- Process Studio runtime license
- Translators (IGES, DXF/DWG, STEP 203/214, 2D Exchange)
- Rapid Prototyping
- Freeform modeling, basic
- Straight Brake Sheet Metal
- Drafting
- Web Express
- Process Solutions for Stress and Vibration

NX Advanced Sheet Metal

NX Advanced Sheet Metal contains tools for designers who model complex parts (non straight brake parts). Complex parts might contain flanges along curved or complex faces which cannot be formed without material deformation (stretching, thinning, wrinkling etc.). NX Advanced Sheet Metal includes features for designing both straight brake and complex formed parts. These features include the Advanced Flange, Bridge Bend, Uniform, Reform and Metaform. Advanced Flange is used to create flanges to match an existing complex surface with option to infer length from the reference surface. Uniform provides the ability to uniform these Advanced flanges so that user can add cutout across bends or other features. Reform provides the ability to reform the advanced flanges back to the formed state. Metaform provides the ability to Uniform complex geometries including non sheet metal parts to an alternate shape. Metaform allows to go from Formed to Flat, Flat to Formed and Formed to Formed shapes. Bridge Bend feature allows user to quickly join two separate sheet metal bodies with a bridge using different bridge types.

NX Mach 3 Advanced Simulation

NX Mach 3 Advanced Simulation is an integrated advanced finite element modeling tool that enables the rapid pre- and post- processing of component and assembly models. It provides a broad set of tools to aid the user in the development of abstracted geometry for meshing, advanced load and boundary conditions definitions, material definitions, and support of advanced integrated solutions such as non-linear analysis, flow analysis and multi-physics solutions. It is able to format and submit finite element model analysis problems directly to NX Nastran with the NX Nastran Interface included with this package. Additional translators can be added to support Ansys and ABAQUS 3rd party solvers.

NX Mach 3 Advanced Simulation includes NX Nastran Desktop Basic which is the base offering of NX Nastran and provides the underlying foundation product for simulation solution using NX Nastran. It is ideal for customers who need a flexible, powerful and cost effective solver solution. It supports a range of commonly used engineering simulations: Linear Static Structural Analysis, Nonlinear Analysis, Inertia Relief, Normal Modes for Vibration, Structural Buckling, Steady State and Transient Heat Transfer, composites, and spot weld analysis. This bundled version of NX Nastran Desktop differs from the unbundled NX Nastran Desktop product (NXN110) in that the Nastran solver can only be used by one Pre/Post license.

NX Mach 3 Advanced Simulation includes:

- TC – CAD Management
- TC - Visualization Base
- XpresReview
- Solid & Feature Modeling
- Assembly Modeling
- Design Logic
- Grip Runtime
- Knowledge Fusion Runtime
- Process Studio runtime license
- Translators (IGES, DXF/DWG, STEP 203/214, 2D Exchange)
- Rapid Prototyping
- Freeform modeling, basic
- Web Express
- Product Validation
- User Defined Features
- Freeform Modeling, advanced
- Dynamic & Photorealistic Rendering
- NX Advanced Finite Element Modeling
- NX Nastran Basic Bundle
- NX Nastran Translator
- Stress and Vibration wizards

NX Routing Mechanical

NX Routing - Mechanical provides tools for routing of tubes, pipes, conduit and raceways. Routing - Mechanical provides a standard user interface for defining paths within an assembly, selecting standard parts, and placing standard parts along the paths. Routing - Mechanical also has a user interface for running design rules and responding to design rule violations. Routing - Mechanical provides customization tools for defining the types of stock (e.g. pipe, tube) to be routed along the paths and the information to be associated with the stock such as material, or pressure rating. The user may also define the standard parts and how those parts are accessed through the part library. The user may also customize Routing - Mechanical

by defining design rules. They may also add buttons to the main routing toolbox to access their own custom applications from the common user interface provided by NX Routing - Mechanical.

To use Routing - Mechanical for other process specific mechanical routing purposes users must add their own stock definitions and standard parts. NX Open is required for a customer to add their own design rules and system interfaces to NX Routing - Mechanical.

Piping capability contains over 80 different NX part families and 79,000 example part specifications for piping fittings and stock. Tubing capability contains over 100 different NX part families and 3,600 example part specifications for tubing fittings and stock. Raceways capability contains over 20 different NX part families and 8,000 example part specifications for channel fittings and stock. Steelwork capability contains over 10 different NX part families and 3,000 example part specifications for steel stock definitions.

Lisa 3. Maxsurf moodulite kirjeldus

Maxsurf

The core of the Maxsurf range, the Maxsurf design module provides the naval architect with the design tools necessary to create optimized hull forms quickly, accurately and with limited training time. Any number of NURB surfaces can be joined, trimmed and manipulated to create a complete model ready for hydrostatic analysis or construction detailing.

Hydromax

Once designs have been modeled using Maxsurf, their stability and strength characteristics can be assessed using the Hydromax analysis module. Hydromax provides the Maxsurf user with a range of powerful analysis capabilities to handle all types of stability and strength calculations. Precise calculations are performed directly from the trimmed Maxsurf NURB surface model without the need for offsets or batch file preparation.

Workshop

The Workshop construction module is used to define the location of parts on the vessel, generate part geometry and build a database of parts which can be passed to other CAD systems for further detailing or sent directly to NC cutting systems.

Seakeeper

Seakeeper is a hydrodynamic analysis program to assist designers with the motion response of Maxsurf designs. Seakeeper uses the well established Strip Theory method to predict the vertical motions of a vessel in head to beam seas. Also calculated are the added resistance, significant motions, velocities and accelerations of the vessel in the specified sea spectrum.

Hullspeed

Hullspeed lets you estimate the resistance and power requirements for any Maxsurf design using industry standard prediction techniques. Calculation methods provided in Hullspeed include: Savitsky pre and post planing; Lahtiharju for planing vessels; Holtrop for fast displacement hulls; Series 60 for large ships; van Oortmerssen for full form hulls such as tugs and trawlers; and Delft systematic yacht series for sailing yachts.