

Факултет инжењерских наука

Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Дипломске академске студије

Модул: Енергетика и процесна техника

Предмет: Машински материјали

Број индекса: 29/2004

Иван С. Ђорђевић

Рачунарска подршка при избору материјала
дипломски рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. Др Драган Адамовић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог дипломског рада кандидат треба да да преглед различитих база података о материјалима. На почетку дати основне везе између конструисања и база података са карактеристикама материјала. Затим описати различите врсте базе података о материјалима. У даљем делу рада описати примену различитих електронских и интернет база података као и експертних система који се користе при избору материјала. На крају, на примеру експертног система за избор материјала CES Selector (EduPack), показати могућности рачунарске подршке избора материјала.

Оквирни садржај рада:

1. Увод
2. Избор материјала при конструисању
3. Базе података о материјалима
4. Електронске базе података о материјалима
5. Интернет базе података о материјалима
6. Експертни системи за избор материјала
7. Избор материјала помоћу експертног система Ces selector (Edupack)
8. Закључак

Препоручена литература:

1. Јовановић, М., Драган, А., Лазић, В., Ратковић, Н. - Машински материјали, Машински факултет, Крагујевац, 2003.
2. Томислав Филетин-Избор материјала при развоју производа, Загреб 2006.
3. M.F. Ashaby-Materials Selection In Mechanical Design, Butterworth, Oxford 2001.
4. <http://www.metalravne.com/selector/selector.html>
5. <http://www.stahlschluessel.de/en/cdcontent.html>
6. <http://www.metaldata.info/eng/winsteel.htm>
7. <http://steel.keytometals.com/>
8. <http://matweb.com/>
9. <http://www.aluminium.matter.org.uk/aluselect/>
10. <http://www.campusplastics.com/>
11. <http://www.grantadesign.com/>

Крагујевац, Април 2013.

Ментор:
др Драган Адамовић, ред.проф.

Резиме рада: У овом раду је изложена важност избора техничких материјала данас, као и начини на које је могуће спровести избор материјала. У првом делу изложен је развој материјала кроз прошлост као и подела материјала. У другом делу описан је избор материјала и развој производа при конструисању, као и методе одлучивања и оптимизације. Трећи део односи се на базе података о материјалима, приказане су врсте и поделе данашњих база података о материјалима. Четврти и пети део говоре о данас доступним интернет и електронским базама података. Изложене су неке од најпознатијих база података и приказано је до којих све података корисник може доћи њиховим коришћењем. У шестом делу приказане су врсте, циљеви, карактеристике и могућности експертних система за избор материјала. У последњем делу описан је рад и начин функционисања експертног система Ces EduPack Selector.

Кључне речи: Материјал, Избор материјала, Базе података, Експертни системи.

Summary of work: This paper presents the importance of the technical material of choice today, and the ways in which it is possible to carry out the selection of materials. In the first chapter in the development of materials through the past and distribution of materials. The second part describes the selection of materials and product development in the construction, as well as methods of making and optimization. The third part refers to the database of materials, shows the types and divisions of today's database of materials. The fourth and fifth parts discuss the currently available Internet and electronic databases. Exposed to some of the most popular databases and is shown to all data which users may be using them. The sixth section shows the types, objectives, characteristics and capabilities of expert systems for materials selection. The last part of the paper describes the way functioning expert system Ces EduPack Selector.

Keywords: materials, materials selection, materials databases, expert systems.

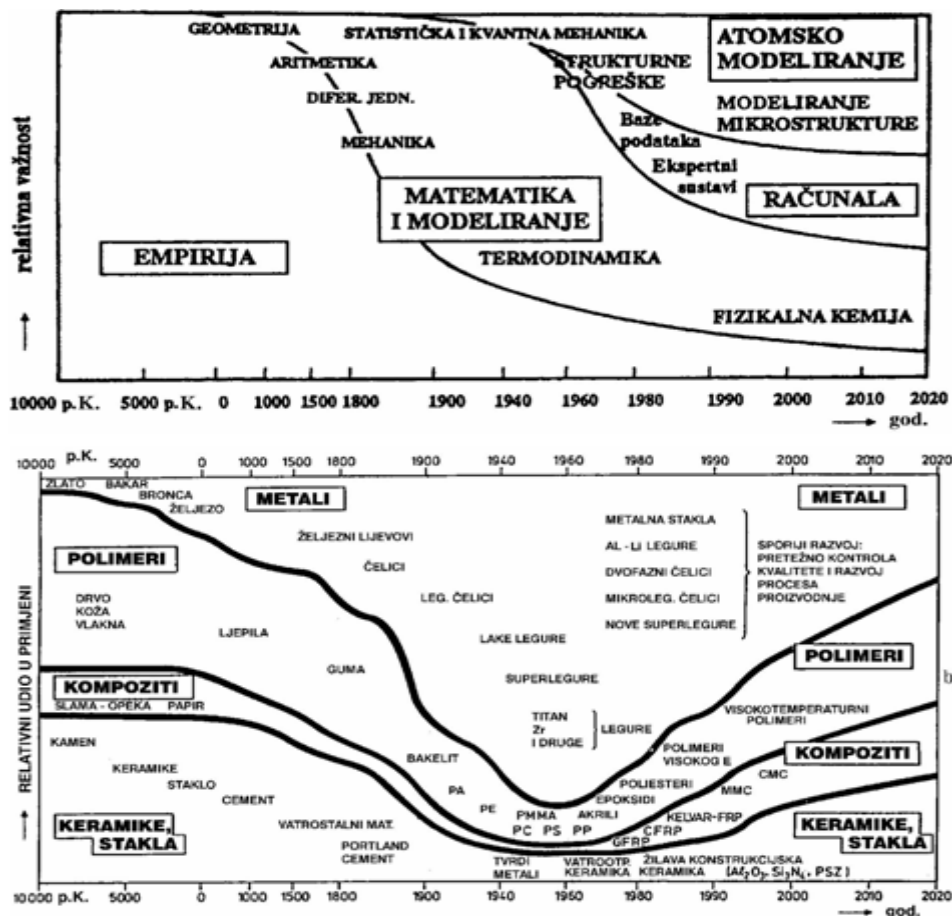
Садржај:

1.	Увод.....	1
1.1.	Повезаност материјала и развоја производа кроз прошлост.....	2
1.2.	Подела материјала.....	5
2.	Избор материјала при конструисању	8
2.1.	Избор материјала и развој производа.....	9
2.1.1.	Замена материјала за постојећи производ	10
2.2.	Методе одлучивања и оптимизације	11
2.3.	Рачунарска подршка при одлучивању о материјалима	12
3.	Базе података о материјалима	14
4.	Електронске базе података о материјалима	18
4.1.	Steel Selector-Metal Ravne (Електронска база података)	18
4.2.	StahlWissen-NaviMat (Електронска база података).....	21
4.3.	Key to Steel–Stahlschlüssel (Електронска база података).....	25
4.4.	Key to steel (Електронска база података)	28
4.5.	WinSteel (Електронска база података)	34
5.	Интернет базе података о материјалима.....	39
5.1.	Matweb (Интернет база података).....	40
5.2.	Alu SELECT (Интернет база података)	42
5.3.	Campus Plastics (Интернет база података)	43
6.	Експертни системи за избор материјала.....	45
7.	Избор материјала помоћу експертног система CES Selector	49
7.1.	Ниво 1 – The Level 1 Database	50
7.2.	Ниво 2 – The Level 2 Ddatabase	62
7.3.	Претраживање база података опцијом SEARCH	64
7.4.	Оптимални избор материјала коришћењем алатке SELECT	66
7.4.1.	Пример избора материјала за ротирајући брзи замајак графичком методом (Graph Stage).....	67
7.4.2.	Селекција материјала методом Limit Stage.....	73
7.4.3.	Селекција материјала методом Tree Stage	78
7.5.	Ниво 3 – The Llevel 3 Ddatabase	83
7.6.	Могућност додавања нових материјала (Add Record).....	90
7.7.	Могућност штампања података (Print).....	94
7.8.	Добијање основних података о програму (Help).....	95
7.9.	Избор произвођача, референци и обликовања	99
8.	Закључак.....	102
9.	Литература.....	103

1. Увод

Сви предмети око нас су направљени од неког материјала, и он највише утиче на његове тржишне и употребне карактеристике. Уз материјале од којих се производ израђује, потребни су још и вештине, знања и искуства људи, као и методе конструисања и више или мање сложени поступци производње.

У прошлости човечанства ови елементи су се мењали у квантитативном и квалитативном смислу. Данас добијање, прерада као и обликовање материјала захтева висок ниво знања, научних приступа и метода као и савремених поступака (Слика 1.1.).



Слика 1.1 Потребна знања и методе у развоју материјала кроз прошлости

Квалитет материјала и производа све мање непосредно зависи од човека, иако су искуство и вештине појединаца још увек потребни и незамењиви.

Број, разноврсност и количина материјала су у сталном порасту од масовне количине мањег броја врста до данашњих врло великих количина многобројних комбинација типова. Данас се процењује да располажемо са око 70 000 врста техничких материјала. У последњих 50ак година у употребу је ушло више нових материјала него у свим претходним stoleћима. На жалост цивилизације, а за добробит технике, већи део нових материјала произишао је из војно-индустријског комплекса. Материјали на бази гвожђа постижу засићење у производњи и потрошњи, а истовремено расте и удео примене алуминијумских, титанских, магнезијумових и других легура, полимерних и керамичких и посебно композитних материјала.

За производе и материјале постављају се строжији захтеви у погледу носивости, сигурности, поузданости, трајности, еколошкости, трошкова и сл.

Због свега наведеног, избор материјала је данас много комплекснији него што је то био случај у прошлости.

1.1. Повезаност материјала и развоја производа кроз прошлост

Напредак цивилизације, од самог почетка, уско је повезан са откривањем, добијањем, прерадом и обликовањем материјала у корисне творевине. Нека раздобља у прошлости су чак поистовећивана са врстом откривеног материјала или са најчешће коришћеним материјалима: за оружје, алате, посуде, украсе, накит и сличне предмете из свакодневне употребе. Жеља за квалитетнијим и лакшим животом подстицала је и подстиче људе на израду све сложенијих производа, чије се нове функције и својства не могу остварити класичним материјалима. Са друге стране, откривање и стварање нових врста материјала омогућила је и подстакла израду разноврсних помагала, уређаја, машина и развој нових техника и производних процеса.

Иновације у конструкцијском обликовању производа и производним процесима битно су одређене својствима материјала. Искуства из најразвијенијих земаља показују да се применом нових врста материјала и припадајућих усавршених производних поступака и потребне опреме остварују врло битне предности на тржишту. Истраживање, развој и примена нових врста материјала и припадајућих производних поступака и опреме спада уз генетику и био-технику, информатику и комуникације, у „генеричке“ дисциплине науке и технике. Део природних сазнања који се бави природним материјалима, ствара врло велики број иновација, важних за низ других грана технике.

Примена савремених материјала омогућава развој производа побољшаних карактеристика, нарочито у следећим индустријским гранама:

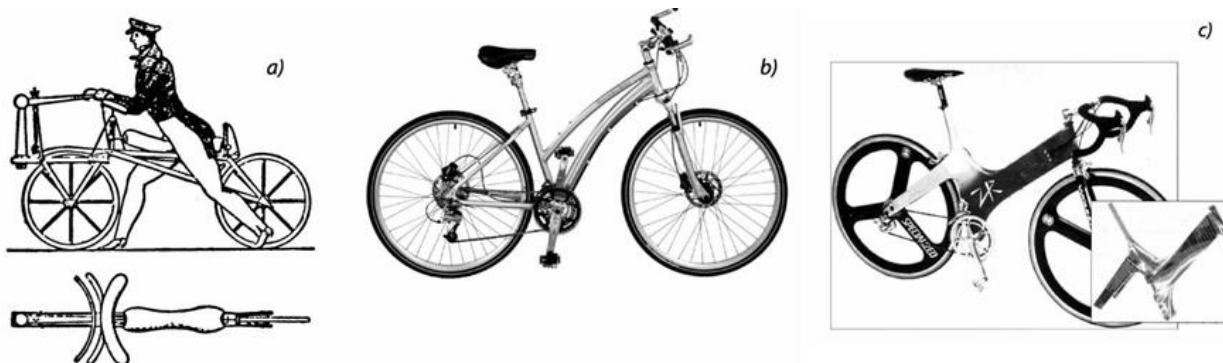
1. **Индустрија машина и алата** – за класичне металне материјале развијају се нови поступци обликовања на готово коначни облик (мателургија праха, ињекцијско пресовање метала, истискивање у полу чврстом стању, прецизно ливење...). За алате и делове подвргнуте трошењу примењују се оксидне и све више неоксидне врсте керамике повишених својстава. Поступци модификације и превлачења делова машина и алата знатно продужавају трајност, отпорност на хабање и корозијску постојаност,
2. **Индустрија возила** – у тежњи да возила буду мање масе, што бољих возних карактеристика и што мање потрошње горива, што више сигурности и уз то што ниже цене, расте удео примене челика повишене чврстоће, полимерних материјала, алуминијумских и магнезијумских легура, керамике и др,
3. **Авио индустрија** – истражује се све већа примена Al-Li легура и нових Ti легура. Битно расте примена полимерних композита. За лопатице гасних турбина користе се монокристали суперлегура никла, као и термичка заштита са керамичким превлакама,
4. **Грађевина** – употребом нових врста бетона и челика високе чврстоће, бетона и полимера ојачаних влакнима и честицама, оплемењеног и влакнима ојачаног дрва, алуминијума, слојевитих композита од различитих материјала, нових врста материјала за топлотну и звучну изолацију, стакла, брзовезујућих хидроизолацијских цементних материјала грађевински објекти постижу сасвим нова својства. Лакији су, сигурнији, трајнији,
5. **Кућни апарати** – полимерни материјали омогућили су великосеријску, све јевтинију производњу, као и производњу лакших и естетски атрактивнијих апарата (Слика 1.2.). Остале предности су добра хемијска постојаност, добре изолацијске карактеристике, добро пригушење вибрација,
6. **Спортски реквизити и индустрија забаве** нпр. скије, бицикли, даске за сурфовање, играчке и др. – полимерни материјали и њихови композити су готово

потпуно потиснули дрво и металне материјале због сличних предности као код кућних апарата (Слика 1.3.),

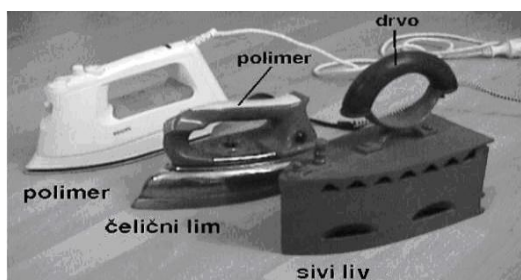
7. **Медицина и стоматологија** – Нове врсте нерђајућих челика, Ti-легура, Co-легура и „паметних“ легура користе се за прављење разних врста протеза и помагала. За стоматологију су интересантне керамике као и органско-неоргански хибриди,
8. **Електроника и комуникације** – Силицијум је на пример допринео развоју рачунара, али очекује се још већа експанзија применом наноцевчица угљеника, Оптичка влакна су изазвала револуцију у начину и брзини преноса информација
9. **Новија подручја** – нанотехника, микросистематика, сензотехника, бионика, микроелектроника, адаптроника, свој иновативан развој великим делом заснивају на истраживањима и примени нових материјала и припадајућих поступака.



Слика 1.2. Усисивач некада и данас

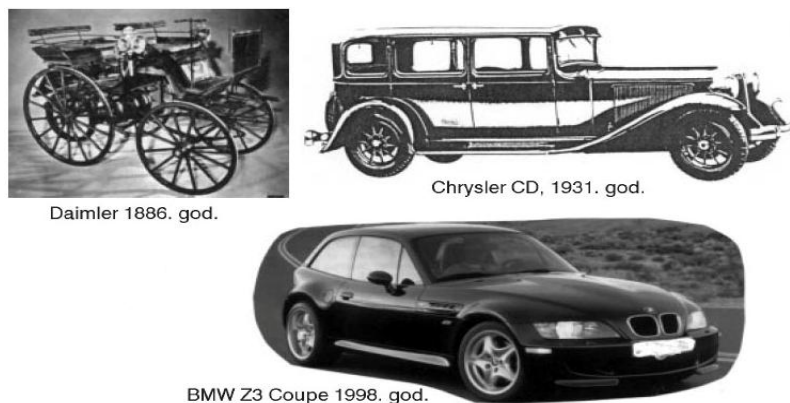


Слика 1.3. Развој бицикла: а) од дрвета б) метални (челични,алуминијумски) ц) од полимерног композита



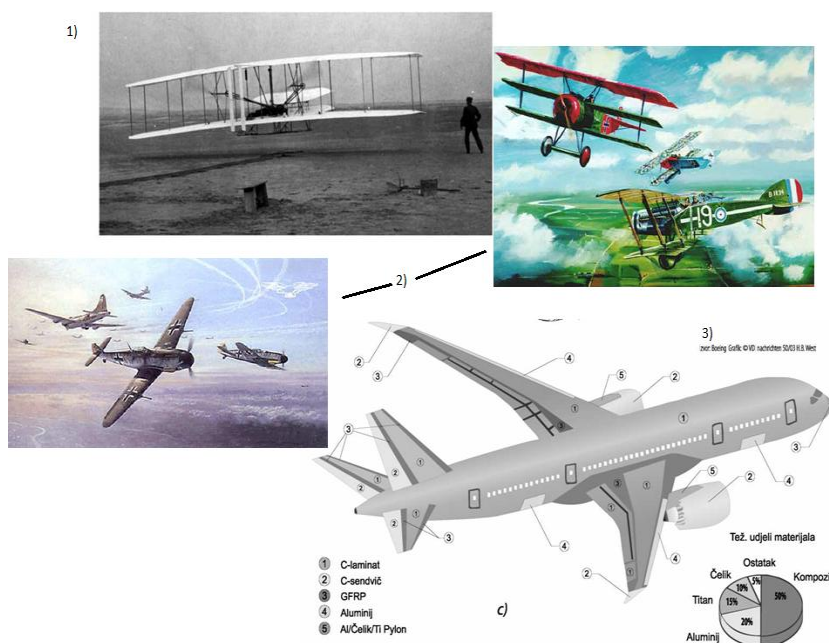
Слика 1.4. Пример развоја пегле

Некада су од материјала коришћеним у возилима преовладавали нелегирани челици, сиви лив, дрво, нешто ређе бакар и његове легуре. Данас се све више користе полимерни материјали и њихови композити, челици повишене чврстоће,алуминијумске и магнезијумске легуре, као и конструкцијске керамике који су знатно допринели развоју аутомобила. Маса данашњег аутомобила је смањена коришћењем материјала мање густине и веће механичке отпорности, чиме су побољшане возне карактеристике, потрошња горива, а због лаког обликовања савремених материјала изглед аутомобила је знатно атрактивнији (Слика 1.5).



Слика 1.5. Аутомобили некада и данас

Почетак развоја авио-индустрије обележен је летом преко Атлантика браће Рајт. Њихов авион је био израђен претежно од дрвета, платна и челичних стега. Током Другог светског рата конструкција авиона доживљава значајне промене, и тада све више почињу да се користе легуре алуминијума. Након тога следи врло интензиван развој цивилних и борбених авиона. Делови носивих конструкција израђују се од нових алуминијумских легура, а код борбених авиона доминирају титанијумове легуре. У последњих 10ак година у цивилним а нарочито у војним авионима примењују се полимерни композити, због чега су авиони лакши, крућег трупа и крила, бржи и већи. Данас се тежи да и друге врсте летелица (хеликоптери, змајеви, једрилице) буду претежно израђени од полимерних композита (Слика 1,6).



Слика 1.6. Развој авиона кроз прошлост

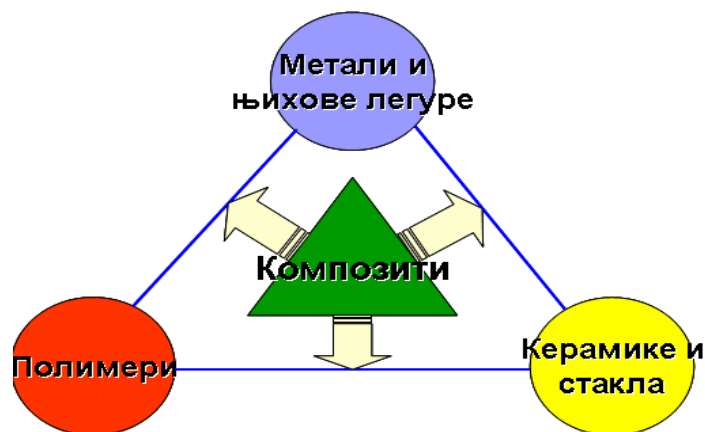
Постоје и многи други примери конструкција и производа код којих се лако може доказати уска веза између примене најновијих сазнања из конструисања, савремених материјала и производних поступака.

Данас се разноврсност материјала остварује комбинацијом материјала специфичних својстава чиме се остварују тражене функције.

1.2. Подела материјала

Све материјале данас можемо сврстати и поделити у неколико група као што су:

- Метали и њихове легуре,
- Керамике и стакла,
- Полимерни материјали,
- Композити.



Слика 1.7. Подела материјала

Метални материјали су неорганске материје које се састоје из једног или више метала, а могу и да садрже неке неметале као што су угљеник (C), азот (N), кисеоник (O).

Особине металних материјала:

- добри си проводници електричне струје и топлоте,
- добрих су деформабилних карактеристика,
- непровидни су,
- осетљиви су на хемикалије, а неки и на дејство атмосфере,
- високе су густине.

Данас примену налазе чисти метали (технички чисти) и њихове легуре (Слика 1.8.).



Слика 1.8. Неке врсте металних материјала и њихових легура

Керамички материјали (Слика 1.9.) су неоргански материјали који се састоје од једињења метала и неметала (оксиди, карбиди, нитриди).

Особине керамичких материјала:

- добри изолатори струје и топлоте, отпорни на хемијске утицаје и на хабање,
- -тврди, крти, недеформабилни,
- висок степен чврстоће на високим температурама (ватроотпорни),
- неки су провидни.



Слика 1.9. Неке врсте керамичких материјала и стакала

Традиционална керамика се користи за израду опека, црепова, санитарне и украсне керамике, порцелана, брусних плоча и папира, ватросталних материјала.

Инжењерска керамика се користи за израду компоненти гасних турбина, полупроводника, изолатора, грејних тела, оптичких влакана, делова разних апарата.

Полимерни материјали су већином органска једињења која се састоје из дугих молекулских ланаца, претежно направљених од угљеника и водоника.

Особине полимерних материјала:

- изолатори струје и топлоте,
- врло флексибилни, деформабилни, мале чврстоће,
- неки су провидни,
- добро корозионо отпорни,
- неотпорни на топлоту,
- мале густине.

Према особинама важним за област примене полимерни материјали се деле на пластомере и еластомере (Слика 1.10.).



Слика 1.10. Неки полимерни материјали

Композитни материјали (Слика 1.11.) су материјали који се састоје из смеше, односно комбинације два или више микро или макро конституената који се разликују по облику и хемијском саставу и који се у суштини не растварају једни у другима.

Деле се на:

- композитни материјали ојачани честицама,
- композитни материјали ојачани влакнима,
- ламинарни композитни материјали (користе се за израду оплата, крила, трупа и репних површина авиона).

Особине композитних материјала:

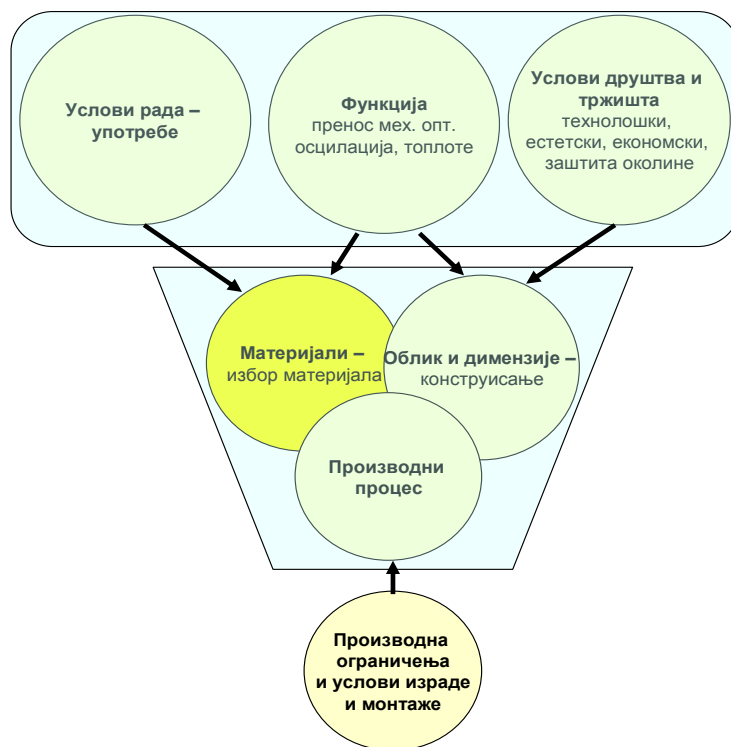
- висока специфична чврстоћа, ударна и заморна отпорност,
- корозионо отпорни,
- скупи,
- запаљиви, токсични,
- непостојани у агресивним срединама,
- осетљивост на температуру и влагу.



Слика 1.11. Неке врсте композита

2. Избор материјала при конструисању

Примаран задатак сваке производње је произвести квалитетније уз што боља корисна својства, лепши изглед и нижу цену. Наведено је могуће постићи унапређењем производних поступака израде и конструкцијских решења али и правилним избором материјала. Низ данашњих производа данас има много боља својства него што су их имали некада, захваљујући управо примени савремених материјала. То су нпр. кућни апарати, возила, авиони, турбине, импланти итд. Због тога је избор материјала битна ставка процеса развоја нових и усавршавања постојећих производа.



Слика 2.1 Повезаност конструкцијског обликовања, избора материјала и начина производње

Избор материјала изводи се најпре при конструисању производа, а ређе током израде или набавке када је то резултат непредвиђених каснијих измена у конструкцијско-технолошкој документацији или због погрешних одлука у конструкцији. Сама чињеница да се у конструкцијском делу доносе одлуке које утичу на око 70% трошкова производа говори о важности и одговорности свих активности у фази креирања идеја о производу и израде техничке документације. Процес развоја производа и избора материјала одређују четири основна скупа фактора:

1. **Технички**-функцијски и експлоатацијски захтеви и својства производа, производна својства, енергетска својства, стандардизацијска својства,
2. **Економски**-трошкови развоја и производње, цена производа, инвестицијски трошкови, продуктивност и рентабилност, могућност кооперације, диверзифицираност производа, земље продаје и др,
3. **Друштвени, хумани**-потребе човека и друштва, ергономска својства, могућност рециклирања и утицај на околину, културолошка (естетска) и информацијска својства и др,
4. **Правни**-норме, закони, прописи, заштита изума, патента, модела, поступка производње и др.

Анализом наведених фактора у конкретној ситуацији изводе се критеријуми вредновања конструкцијског решења.

2.1. Избор материјала и развој производа

Сам ток и сложеност избора материјала одређен је првенствено врстом и типом производа (ниво захтева функционалности, носивости, трајности, поузданости, цене и др.). Екстремни услови рада условљавају и високе захтеве на својства материјала.

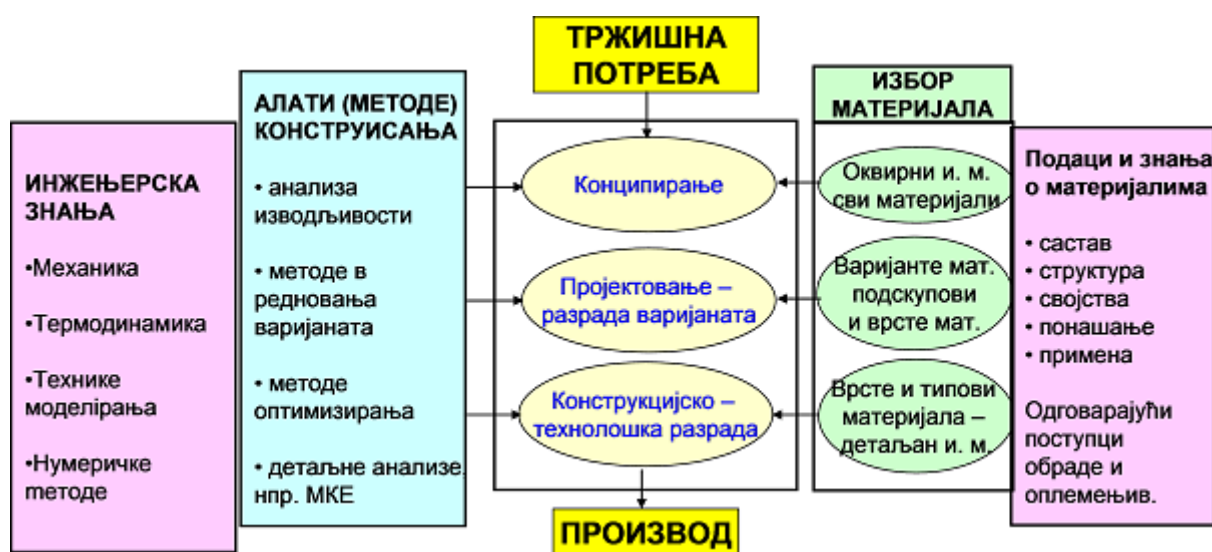
Код производа са **разрађеном конструкцијском или технолошком документацијом** – лиценца и сл. Материјал је углавном већ пре одређен, а понекад је и допуштена замена са сличним.

Прилагодне и конструкцијске варијанте су вишег степена развоја. Код њих је допуштена промена облика, распореда делова, склопова, димензија, толеранција, али не и основних функционалних принципа решења. Материјали су углавном већ утврђени па се тражи оптимум у новим условима. Одређују се алтернативне врсте, или материјали бољих својстава или ниже цене.

Нови производ представља креативни изазов да избором материјала, из широког скупа избегнемо понављање, а уједно спроведемо неко ново делотворније решење. Нови материјал може управо бити подстицај за развој функционално новог принципа решења или тражења производа са битним новим својствима. Са друге стране, конципирањем новог конструкцијског решења могу се генерисати и нови, високи захтеви, које постојећи материјали не испуњавају. У том случају, неопходно је ићи на **пројектовање материјала тражених својстава**.

Поступак развоја производа може се поделити у неколико карактеристичних логичних фаза (Слика 2.2), иако је цео процес рада нужно итеративан:

- Предстудија – конципирање,
- Пројектовање и разрада варијанти решења,
- Конструкцијска и технолошка разрада изабраних варијанти.



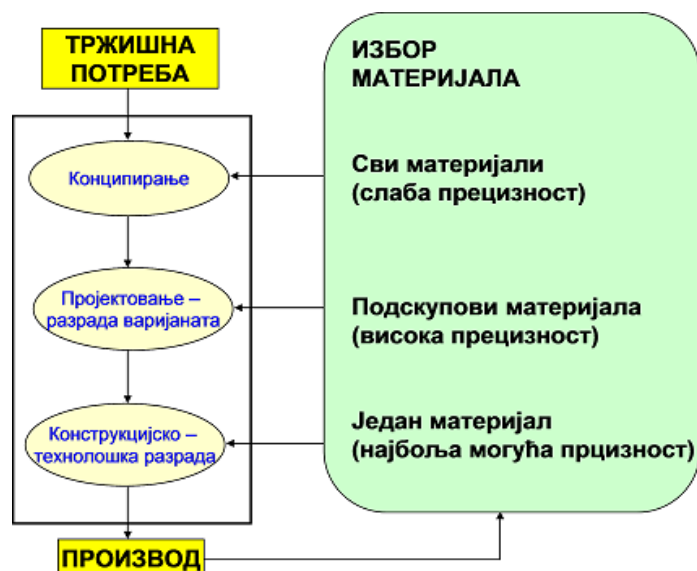
Слика 2.2 Фазе и помагала при развоју производа

Материјали се бирају у свакој од наведених фаза, али унутар различите величине скупа материјала и са различитим степеном прецизности резултата (Слика 2.3).

Предстудија или конципирање је карактеристична најпре за развој новог производа. У фази концепта обично се тражи неколико истакнутих својстава као што су инваријантни захтеви засновани на испуњењу тражене функције (нпр. проводник или изолатор, магнетичан или немагнетичан, мала маса и сл.), а у обзир долази велики број скупова и врста материјала. Овде се утврђују прва ограничења као нпр: радна температура, агресивни медији, врста спољашњег оптерећења, груби облик, димензије, изглед и сл. Као и предизбор скупова материјала за даљу разраду варијанти.

При пројектовању и разради варијанти решења потребне су што обухватније информације о својствима материјала које налазимо у каталозима и базама података. Свакој варијанти решења се придружују одређени материјали, а варијанте подлежу вредновању према раније дефинисаним критеријумима. Овде се могу смањити количина уграђеног материјала и број уграђених делова, смањити залихе, развити производи који захтевају мање енергије или повећати поузданост производа. У ове могућности такође спада и филозофија конструисања с обзиром на захтев рецикличности и обновљивости експлоатисаног производа.

За конструкцијску и технолошку разраду би требало остати само неколико материјала (најчешће један основни и једна или две замене). Сада конструктор и технолог морају направити коначан избор с обзиром на предвидиво понашање материјала у производњи и употреби. Овде мора бити дефинисан произвођач (добављач) материјала, тј. облик, димензије, количине, могућност испоруке и укупни трошкови материјала и производње. За коначне конструкцијске прорачуне, разраду технолошког процеса и израчунавања трошкова неопходно је познавати што тачније вредности својстава материјала, јер се она, за једну исту врсту материјала, разликују од произвођача до произвођача. За критичне делове и склопове понекад је потребно додатно испитати нека од важних својстава, или лабораторијским испитивањима симулирати услове рада на прототипу.



Слика 2.3 Степен прецизности при избору материјала

2.1.1. Замена материјала за постојећи производ

Премда је избор материјала углавном везан за конструисање (развој) производа, постоје и многи други разлози за преиспитивање врсте примењеног материјала и начина производње, а све у сврху поновне израде и побољшања већ усвојеног производа:

1. Појава нових материјала,
2. Побољшање карактеристика производа,
3. Незадовољавајуће понашање у производњи,
4. Промењени услови рада у употреби,
5. Кварови у употреби узроковани материјалом-деформације, ломови, корозија,
6. Појава нових закона, стандарда, прописа,
7. Отежана набавка дефинисаног материјала,
8. Смањење трошкова производа и постизање боље конкурентности.

Системско прикупљање повратних информација са тржишта и из употребе (разлози сталне потражње резервних делова, узроци оштећења примедбе купаца и сл.), посебно је важно за усавршавање конструкције. Детаљније информације о понашању материјала

битне су за утврђивање узрока катастрофалних догађаја у експлоатацији, односно пропуста и промашаја при конструисању. При доношењу одлуке о замени материјала другим, треба мислити на то одговарају ли све његове карактеристике, и да ли је нужно мењати конструкцију и (или) производне поступке. Ако су одговори на та питања негативни варијанта је прихватљива, без обзира да ли се ради о конструкцијском решењу, материјалу или производном поступку.

2.2. Методе одлучивања и оптимизације

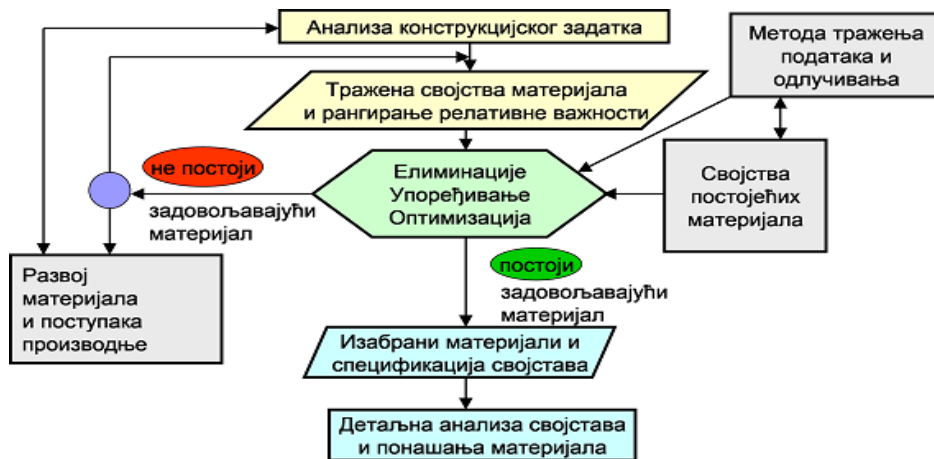
Субјективност, искуство из претходних решења, ограничен и непотпун број критеријума за поређење су основна обележја начина избора материјала у пракси. У тежњи ка што објективнијем и рачунарско подржаном одлучивању уз експертна знања све се више примењују квантитативне методе избора материјала. Већина од њих служи и за вредновање конструкцијских варијанти целог производа, само што се у моделе укључују и други критеријуми и својства.

Начин на који се бира погодан материјал најпре зависи од броја и важности постављених захтева и критеријума. У случају малог броја захтева велике важности тежиште је на квалитативној и квантитативној анализи својстава и понашања мањег броја материјала који долазе у ужи избор, путем информисања или искуства. Примена квантитативних метода одлучивања долази у обзир најпре код великог броја тражених својстава, јер је за очекивати релативно велики број прихватљивих материјала.

Код свих начина одлучивања упоређују се тражене и постојеће вредности својстава материјала (Слика 2.4).

Према сложености, али и по редоследу одлучивања разликујемо три начина поређења:

1. Задовољавање неке минималне или максималне тражене вредности, или елиминација преко почетних захтева-углавном се односи на инваријантне захтеве,
2. Прекривање поља толерисних вредности захтева,
3. Минимизирања или максимизирања вредности унапред дефинисане функције циља или тзв. параметра вредновања.



Слика 2.4 Шема тока избора материјала

У свим опште примењиваним методама оптимизације поједином својству треба придружити одговарајући фактор важности. Фактор важности одређује се на основу субјективне процене важности појединих својстава, или релативно објективне дигитално-логичне методе.

Данас је у литератури познато 10-ак таквих општих функција циља. Како би се поништио утицај различитих апсолутних вредности својства истих треба нормализовати, тј. Свести на ред величина у распону 1 до 10 или 1 до 100. Нормализација или скалирање

појединих вредности спроводи се у односу на минималну или максималну вредност упоређиваних материјала или према захтеваним вредностима.

Други облик функције циља су тзв. параметри вредновања у којима се налазе неке логичне комбинације унапред дефинисаних својстава материјала, а важе за неки критеријум вредновања маса, чврстоћа, крутост, отпорност ширењу пукотине, топлотне дилатације, отпорност топлотном шоку, цена јединице својстава и сл., и то за познате облике делова и начине оптерећења.

Ови изрази произилазе из различитих прорачуна заснованих на физичким законитостима понашања делова конструкција-теорије чврстоће и механике лома, вибрација, преноса топлоте и масе и др.

Ипак треба нагласити да ни једна од предложених метода не занемарује процену и искуство, него се на њих надограђује и помаже инжењерима да не занемаре ни једну од могућности или да брзоплето субјективно одлучују.

2.3. Рачунарска подршка при одлучивању о материјалима

Развој CAMS система, све већи број материјала и њихових карактеристика, тежња ка бржем и поузданијем тражењу информација, тежња с објективнијим и целовитијим поређењима, све присутнија потреба за моделирањем и симулацијама упућују на коришћење рачунарских система који обрађују, чувају и процесуирају информације о материјалима. При тражењу вредности о својствима корисне су библиографске и фактографске базе података о материјалима, а за одлучивање CAMS (Computer Aided Materials Selection) и експертни системи (ES).

На слици 2.5 приказана је концепцијска архитектура CAMS експертног система који је у стању да комуницира са конструкцијским тимом и његовим специфичним програмским модулима. У основи, сваки такав систем садржи три јако интегрисана дела:

1. Базу података,
2. Базу знања,
3. Модуле за одлучивање, моделирање и анализе.

Рачунарске базе података постоје у низу компанија и предузећа, а многе су и комерцијално доступне преко јавних информацијских сервиса, док су базе знања и њима придружени експертни системи мање развијене.



Слика 2.5 Основни модули CAMS експертног система

Базе знања садрже правила за избор материјала, правила конструисања, ограничења, објекте, таксономију и научена знања из већ решених случајева. Основа физичких модела у базама знања су формуле нпр. за рачунање критичне величине пукотине из познате границе течења и ударне жилавости, или рачунање статичке издржљивости за одређену

температуру и трајање оптерећења, фактори концентрације напрезања, утицај производних фактора на динамичку издржљивост, правила за производњу итд.

Методе вештачке интелигенције присутне су при развоју, претежно интерних за компанију специфичних, експертних система за карактеризацију материјала, анализу кварова (ломови, корозија, трошење) и при избору материјала. ES уобичајено интегришу базе података и базе знања преко алгоритама претраживања и дедуктивне логике.

Модули за одлучивање садрже параметре и функције циља (вредновања) као и експертна правила. Код замене постојећег материјала питање може нпр. бити: "Нађи челик чија је чврстоћа виша од постојеће, али да је јефтинији тако да садржи мању количину Cr и Ni".

Остали рачунарски модули за моделирање и анализе јесу FEM, конститутивне једначине, анализа трошкова у укупном веку, анализа ризика, симулације понашања материјала и конструкције, моделирање процеса обраде и др.

3. Базе података о материјалима

Познавање доступних квалитета материјала и њихових карактеристика, као и праћење трендова у развоју нових материјала неопходни су делови добре инжењерске праксе. Ово се првенствено односи на конструкторе и дизајнере нових производа, као и на стручно особље задужено за праћење понашања производа, односно материјала, у производњи и експлоатацији.

Подаци о доступним квалитетима материјала и њихове карактеристике доступни су у различитим формама од којих је електронска форма доживела највећи развој паралелно са развојем компјутерске технике.

Избор материјала у инжењерској пракси представља ни мало лак задатак, и један је од ретких у процесу конструисања производа који је подложен сталним изменама. Са друге стране погрешан избор материјала у самом почетку конструисања, може имати ненадокнадиве штете, како у процесу производње, тако и у процесу експлоатације.

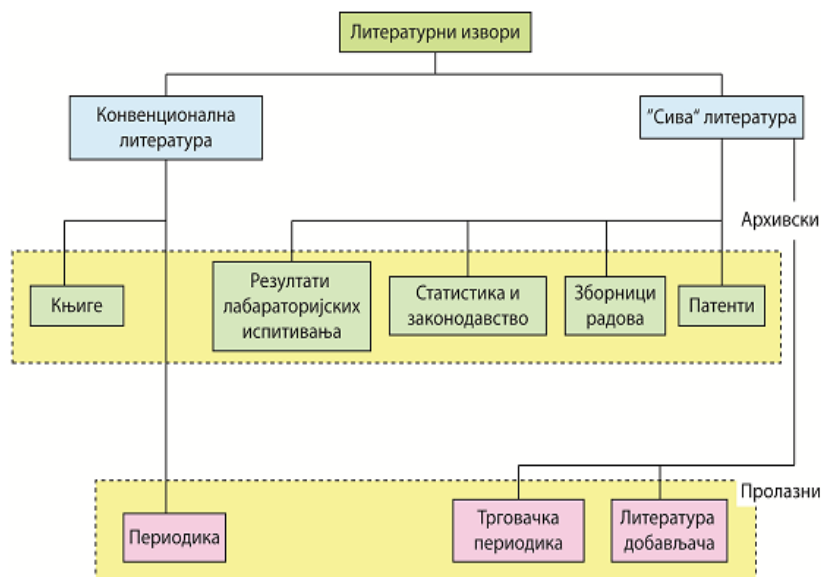
Досадашња пракса при развоју нових производа је била да се усвајају проверени материјали, односно материјали примењивани у сличним производима. На основу спроведене анализе види се да конструктори најчешће користе пет до шест различитих материјала, па су на тај начин материјали у процесу конструисања унапред одређене константе а не променљиве.

Обзиром да се на светском тржишту свакодневно појављују нови материјали, неопходно је пратити ове трендове и усвајати их у властитој конструктивној пракси, при чему се ови трендови углавном односе на:

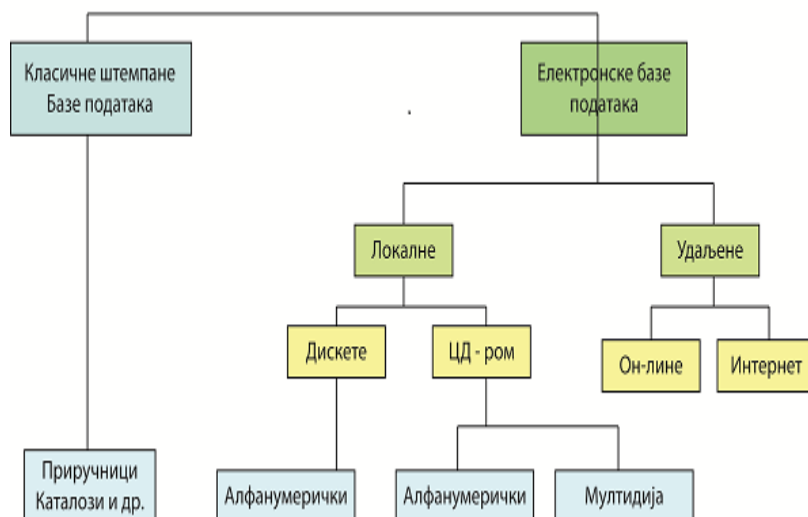
- повећање механичких особина (код челика се првенствено мисли на жилавост и чврстоћу),
- повећање обрадивости (пластичном деформацијом, резањем) и повећањем способности спајања (заваривањем и лепљењем),
- повећањем корозионе отпорности и отпорности на високе и ниске температуре,
- повећање квалитета површине у циљу бољег естетског изгледа производа,
- примену еколошких чистих материјала (материјала са могућом рециклажом без, или са минималним бројем неразградивих нуспродуката).

Информације о доступним типовима и квалитетима материјала (Слика 3.1) могу се наћи у:

- **штампаној форми** (приручници, каталози, енциклопедије, књиге...),
- **електронској форми** (On-line са мрежним приступом путем интернета, као и софтверске апликације за појединачне РС кориснике).



Слика 3.1 Извори за базе података о материјалима



Слика 3.2 Облици база података

Уз велики напредак компјутерске технике (хардвера и софтвера), развија се и ткзв. компјутерски подржан избор материјала (CAMS-Computer Aided Material Selection), који у основи настоји да развије:

- Електронске базе података (**ЕБП**) различитих материјала или група материјала,
- Експертне системе (**ЕС**) за избор материјала као електронске и софтверске апликације.

Основни проблеми са којима се сусрећу произвођачи оваквих система су:

- квалитет и квантитет база података (детаљност база података и број уписаних материјала),
- стратегија (алгоритам) избора материјала кроз експертне системе за постојеће базе података.

У свету данас постоји низ институција које се баве развојем оваквих система, при чему се за знатан број може сазнати путем интернета.

На основу запажања структуре, обима, врсте материјала и начина презентирања података у базама могуће је извршити следеће поделе врста база података о материјалима:

1. Подела према типу институције која презентује базе података материјала:

- Произвођачи, односно продавци материјала (челичане и кооперанти) који имају уски дијапазон различитих конструкционих материјала, обично у

облику стандардних профила. Базе садрже углавном основне геометријске карактеристике производа, стандардне ознаке материјала, као и врло скромне карактеристике појединих материјала,

- Научно-истраживачке институције (универзитети (институти), приватне и државне истраживачке установе) имају велики број типова и квалитета различитих конструкционих материјала, са детаљно презентованим великим бројем података о различитим особинама материјала,
- Остале институције, које не спадају у горња два скупа а представљају различита удружења, асоцијације са ширином базе у функцији ширине подручја интересовања за различите конструкционе материјале.

Неопходно је поменути да је за само мањи број електронских база података, приступ подацима углавном неометан (слободан и бесплатан), док је за већину неопходно платити приступ бази података (кроз чланство на месечном или годишњем нивоу), како за on-line приступ, тако и за куповину лиценце коришћења базе података у виду инсталацијског софтвера.

2. Подела према начину презентовања, односно приказа података унутар база података (Слика 3.2):

- Локалне (инсталацијске) у које спадају дискете (алфанумеричке) и CD-Rom (алфанумеричке и мултимедијалне),
- Удаљене (мрежне) у које спадају On-line (мреже знања са неопходним чланством за приступ), и интернет (већином слободног и бесплатног приступа).

Неопходно је споменути и битну разлику између електронских база података (оних које се приказују у облику апликативних софтвера), или web-страница, тј. базе података тзв. статичке односно динамичке структуре. Под појмом **статичке** web странице (базе података) сматрају се оне које се могу само читати, док **динамичке** омогућују тзв. комуникацију са корисником, односно поседују одређене форме (процедуре) у процесу претраге база података. Такође постоји мноштво фактора који разликују једну базу од друге.

Како број информација о материјалу сваког дана расте истраживачи, инжењери се све теже сналазе у шуми тих података и информација уз помоћ класичних помагала (приручника, каталога произвођача, норми, часописа, књига).

Данас је уобичајено да се резултати истраживања и испитивања материјала брзо преносе до корисника помоћу савремених информацијских и комуникацијских помагала. Последњих 20ак година подаци и информације о својствима и примени материјала системски се прикупљају из различитих извора, вреднују и класификују у базама података и базама знања. Овако обједињене и сређене информације доступне су преко:

- библиографских база података и информацијских система (часописи, књиге, извештаји...),
- фактографских база података и информацијских система (нумеричке и нумеричко-текстуалне),
- система за подршку у одличивању (CAMS-Computer Aided Material Selection),
- експертних система за испитивање контролу и избор материјала.

Најзначајније библиографске базе података и информацијски системи су: METADEX-Metals, COMPENDEX (Computerized Engineering Index), NITS (National Technical Inf. Service), SDIM (Système de Documentation et Inf. Metalurgie), WAA (World Aluminium Abstract).

Организација фактографских база података и система почиње са закашњењем од 15 до 20 година за библиографским. Разлог томе је изразито сложена и специфична структура. Подаци и информације произилазе из многих примарних и секундарних извора

и различитог су степена сложености, поузданости и упоредљивости. Носиоци информација су разноврсни материјали са широким спектром својстава.

Неке значајне фактографске базе података су:

- HTM-DB (механичка својства материјала за високе температуре програмима за евалуацију и моделирање података,
- HDATA (подаци о интеракцији материјал-водоник),
- CETIN Matériaux (својства метала, полимерних материјала, композита, и мазива за потребе конструисања и избора материјала),
- METALS DATA FILE (механичка и физичка својства легура),
- PERITUS (систем за избор метала, полимера, композита и керамике),
- INFOS (подаци о обрадивости материјала одвајањем честица),
- THERMODATA (термодинамичка својства, дијаграми стања),
- MATUS (механичка и физичка својства метала, полимера и керамике из каталога произвођача),
- POLYMAT (својства, карактеристике и произвођачи полимерних материјала),
- CAMPUS (стандардизовани систем за избор полимерних материјала),
- COMETA (инжењерска својства за конструисање са металним и керамичким материјалима).

4. Електронске базе података о материјалима

Како се број познатих материјала временом све више увећава, тако се увећава и број информација о материјалима. Како би се лакше сналазили у толиком броју података и информација и како би се добијени резултати истраживања могли лако преносити до корисника истраживачи и инжењери су развили савремена информацијска и комуникацијска помагала. У овај вид помагала спадају и тзв. електронске базе података о материјалима ЕВМ.

Данас постоје електронске базе података статичке и динамичке структуре, и врло је важно направити разлику између ове две врсте база података. Базе података статичке структуре су базе података које се могу само читати и оне представљају интернет базе података (web странице). Базе података динамичке структуре омогућују комуникацију са корисником и поседују одређене форме у процесу претраге. Електронске базе података динамичке структуре се обично налазе на инсталацијским дисковима у виду апликација.

Постоје различите електронске базе података о материјалима, а најпознатије од њих су:

- Steel Selector-Metal Ravne
- StahlWissen-NaviMat
- Key to Steel–Stahlschlüssel
- Key to Steel
- WinSteel

4.1. Steel Selector-Metal Ravne (Електронска база података)

Једна од електронских база података је база Steel Selector произвођача Metal Ravne (Слика 4.1). Можемо је наћи на интернету, бесплатна је, а постоји и могућност за download.

Ова база података нам нуди могућност претраге за челицима из производног програма челичане Metal Ravne d.o.o.



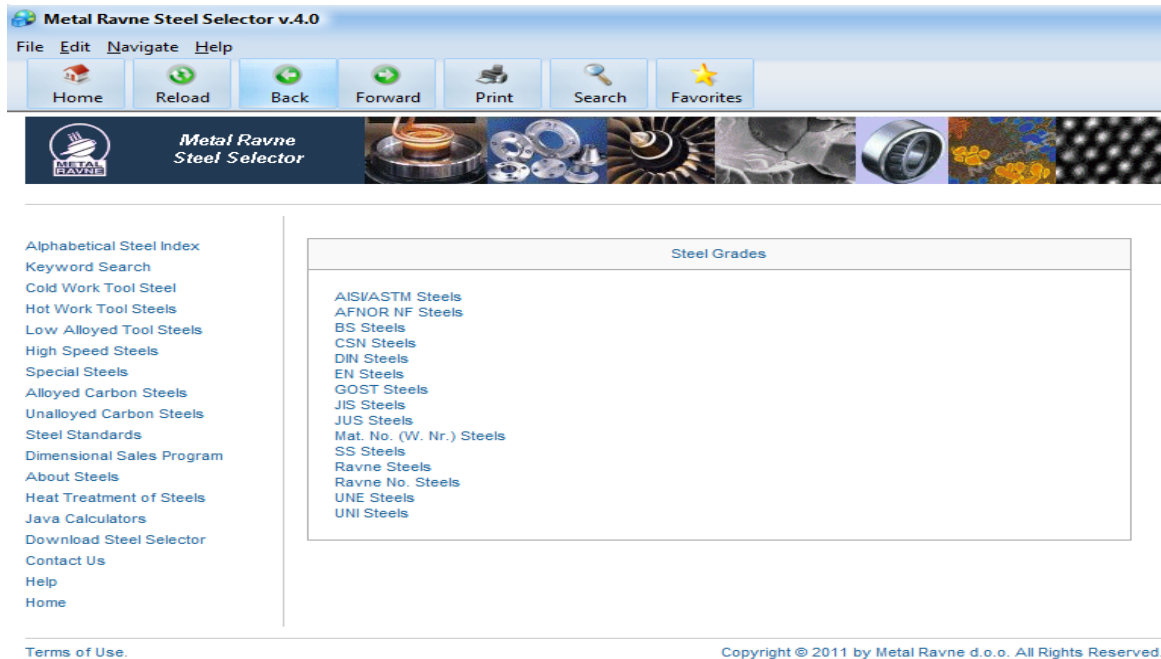
Слика 4.1 Почетна страна базе података Steel Selector

Ова база података нам нуди могућност претраге за информацијама према:

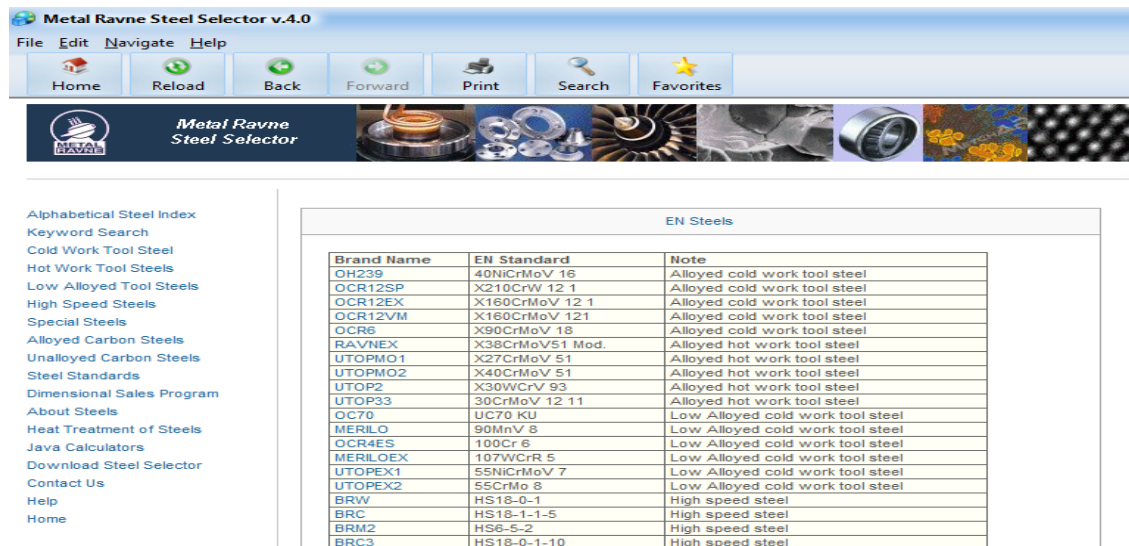
- карактеристичним алфанумеричким ознакама челика **Steel Search**,

- врсти челика, на основу хемијског састава и стања испоруке **Steel Index**,
- стандардним ознакама (Ravne, Ravne No., DIN, BS, UNI, ASTM, ANFOR, UNE, EN, JIS, AIR, SIS, GOST, JUS, ČSN),
- производном програму (профилима стандардних димензија, квалитета површине и стања испоруке).

На основу претраге према стандардним ознакама челика (Слика 4.2) могућ је преглед резултата као што су хемијске особине, упоредне стандардне ознаке, механичке особине, дијаграм попуштања (тврдоћа-температура), подручје примене итд (Слика 4.3).



Слика 4.2 Могућност претраге према стандардним ознакама челика Metal Ravne d.o.o. базе података

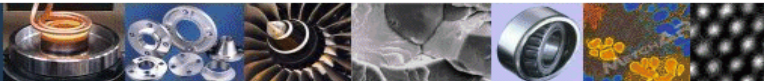


Слика 4.3 Један део врсти челика при претрази према стандардној EN ознаци

Узмимо примера ради, да су нам потребне информације о челику SK45. Претрагом базе података за овом врстом челика добијамо податке о челику, као што су упоредне ознаке, хемијски састав челика, кратак опис челика, као и места где се ова врста челика употребљава (Слика 4.4). Термичке карактеристике као што су каљење, меко жарење, нормализација, дијаграм зависности тврдоће од температуре приказане су на слици 4.5.



**Metal Ravne
Steel Selector**



Alphabetical Steel Index

Keyword Search

Cold Work Tool Steel

Hot Work Tool Steels

Low Alloyed Tool Steels

High Speed Steels

Special Steels

Alloyed Carbon Steels

Unalloyed Carbon Steels

Steel Standards

Dimensional Sales Program

About Steels

Heat Treatment of Steels

Java Calculators

Download Steel Selector

Contact Us

Help

Home

Steel CK45 (Mat.No. 1.1191, DIN Ck45, AISI 1045)

Designation by Standards

Brand Name	Ravne No.	Mat. No.	DIN	EN	AISI
CK45	620	1.1191	Ck45	C45E	1045

Chemical Composition (in weight %)

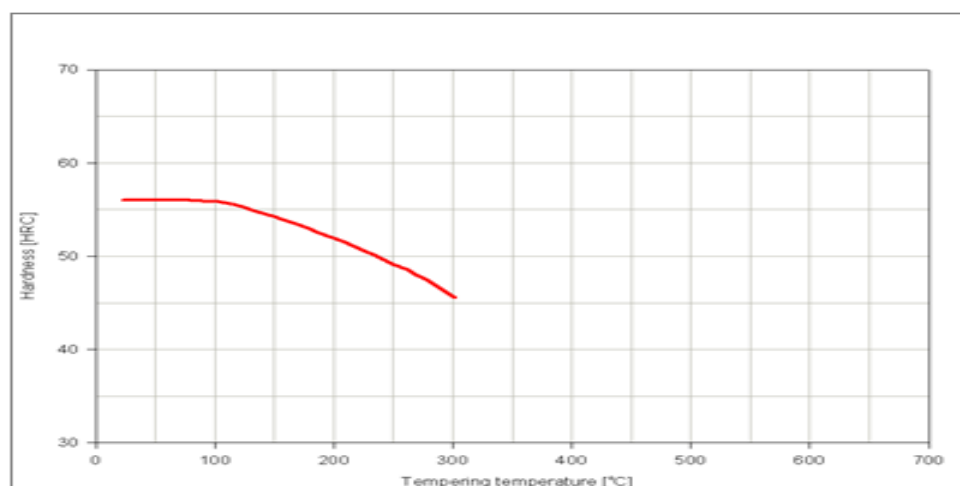
C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W	Others
0.46	max. 0.40	0.65	max. 0.40	max. 0.10	max. 0.40	-	-	(Cr+Mo+Ni)=max. 0.63

Description
1045 is a medium carbon steel is used when greater strength and hardness is desired than in the "as rolled" condition. Extreme size accuracy, straightness and concentricity combine to minimize wear in high speed applications. Turned, ground and polished.

Applications
Component parts for vechiles, shafts, bushings, crankshafts, connecting rods and parts for the machine building industry and steel for axes, knives, hammers, etc.

Слика 4.4 Информације о челику СК45, упоредне ознаке, хемијски састав

Tempering Diagram



Soft Annealing

Heat to 650–700°C, cool slowly. This will produce a maximum Brinell hardness of 207.

Hardening

Harden from a temperature of 820–850°C, 830–860°C followed by water or oil quenching.

Normalizing

Normalizing temperature (°C): 840–870°C.

Tempering

Tempering temperature: See the data below.

Tempering Temperature (°C) vs. Hardness (HRC)

20°C	50°C	100°C	150°C	200°C	250°C	300°C
56	56	56	54	52	49	45.5

Слика 4.5 Термичке карактеристике челика СК45

Механичке особине челика СК45 као што су затезна чврстоћа, граница течења, пречник, као и оцена обрадивости, приказане су на слици 4.6.

Mechanical Properties vs. Diameter

Diameter	Tensile Strength (MPa)	Yield Strength (MPa)	Elongation (%)	Reduction in Area (%)
cold drawn, round bar (16-22 mm)	655	585	12	35
cold drawn, round bar (32-50 mm)	585	515	10	30
cold drawn, round bar (50-75 mm)	515	485	10	30
cold drawn, round bar (22-32 mm)	620	550	11	30
cold drawn, round bar (19-32 mm)	625	530	12	30
cold drawn, annealed, round bar (19-32 mm)	585	505	12	45
cold drawn, high temperature, stress relieved, round bar (16-22 mm)	655	515	15	45
cold drawn, high temperature, stress relieved, round bar (50-75 mm)	550	450	12	35
cold drawn, high temperature, stress relieved, round bar (32-50 mm)	585	485	15	40
cold drawn, high temperature, stress relieved, round bar (22-32 mm)	620	515	15	40
cold drawn, low temperature, stress relieved, round bar (22-32 mm)	655	585	11	30
cold drawn, low temperature, stress relieved, round bar (16-22 mm)	690	620	12	35
cold drawn, low temperature, stress relieved, round bar (50-75 mm)	585	515	10	25
cold drawn, low temperature, stress relieved, round bar (32-50 mm)	620	550	10	30
hot rolled, round bar (19-32 mm)	565	310	16	40
turned, ground and polished, round bar (19-32 mm)	675	405	24	45

Machinability

Machinability is good, rated at 80% that of the AISI 1112 alloy used as a 100% machining rated steel.

Слика 4.6 Механичке особине челика SK45

4.2. StahlWissen-NaviMat (Електронска база података)

Још један пример електронске базе података је StahlWissen-NaviMat база података чије је претраживање могуће путем претходне инсталације на персонални рачунар (PC, доступне на CD-y), а чије је коришћење могуће као:

- NaviMat-X (основе и табеларни подаци) од 99 € за тест инсталацију у трајању од 4 седмице, до 799€ за 5 мрежних корисника,
- NaviMat-XL (са могућом надоградњом и графичком верзијом) од 149 € за тест инсталацију у трајању од 4 седмице, до 1699 € за 5 мрежних корисника,
- NaviMat-XXL (пуна верзија) од 199 € за тест инсталацију у трајању од 4 седмице, до 3999 € за 5 мрежних корисника.

Основне карактеристике базе података StahlWissen су:

- подаци о материјалима се прикупљају на основу 15-годишњег искуства,
- постоје подаци за око 600 испоручилаца,
- постоје подаци о интернационалном систему обележавања,

- КН дијаграми, повезани са јединственом светском базом података о медијима за различите брзине хлађења, могућност прорачуна брзине хлађења за различите типове термичке обраде,
- форматиране табеле и дијаграми података о челицима и металима и легурама који нису на бази гвожђа,
- могућност комплексне претраге,
- могућност експортовања свих графичких фајлова у апликације базиране на оперативном систему Windows.

Овај софтвер садржи базу података за термичку обраду (Heat Treatment Database) одакле је могуће добити информације о:

- за око 26000 челичних анализа (Слика 4.6),
- око 37000 стандарда и ознака материјала за челик, ливено гвожђе, обојене метале (Слика 4.7),
- механичке и технолошке карактеристике материјала (Слика 4.8),
- добављачима материјала (Слика 4.9),
- ССТ дијаграмима са функцијом израчунавања времена хлађења и расхладне криве у различитим медијима каљења (Слика 4.10).

Search with analysis
Image 2 of 8



Слика 4.6 Претрага базе према анализи

Materials '7225'					
Mat.-No.	Material	Source	Country	St...	Material group
1.7225	42CrMo4	DIN EN 10083-3:2007-01	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	42CrMo4	DIN EN 10132-3:2000-05	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	42CrMo4	DIN EN 10250-3:1999-12	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	42CrMo4	DIN EN 10263-4:2002-02	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	42CrMo4	DIN EN 10269:2006-07	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	42CrMo4	DIN EN 10297-1:2003-06	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	42CrMo4	DIN EN 10305-1:2010-05	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	42CrMo4	DIN EN 10343:2009-07	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	42CrMo4	SEL	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	42CrMo4	SEW 550:1976-08	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	42CrMo4	Aciers du Tarn	France	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	DIMO 42M	AG der Dillinger Hüttenwerke	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	42CrMo4	ArcelorMittal Commercial Sections	Luxembourg	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	42CrMo4	ArcelorMittal Steel Ruhrort/Hochf...	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	42CrMo4	Benteler Stahl/Rohr	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	BGH 7225	BGH Edelstahlwerke Siegen	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	RO952	BOFORS	Sweden	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	V3-223	BOFORS	Sweden	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	V3-2244	BOFORS	Sweden	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	V320SX	Böhler Bleche	Austria	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	V320	Böhler Edelstahl	Austria	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	42CrMo4	Böhler Schmiedetechnik	Austria	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	BOHLER V320	Böhler-Uddeholm Deutschland	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	V320	Böhler-Uddeholm Precision Strip	Austria	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels
1.7225	42CrMo4	Buderus	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels

Material
42CrMo4, 1.7225
Source
DIN EN 10083-3:2007-01
Steels for quenching and tempering - Part 3: Technical delivery conditions for alloy steels
Country: Germany
Material group
Steels for quenching and tempering, Steels for cold extrusion, Steels for superficial hardening, Steels for pressure purposes
Chemical composition
Alloying base: Fe

Element	min	max
C:	0,38 %	0,45 %
Si:	max.	0,40 %
Mn:	0,60 %	0,90 %
P:	max.	0,025 %
S:	max.	0,035 %
Cr:	0,90 %	1,20 %
Mo:	0,15 %	0,30 %

Слика 4.7 Преглед ознака и стандарда за материјале StahlWissen-NaviMat базе података

Material data sheets 'Stab, Durchmesser: 20 mm, Zugfestigkeit: >=800 MPa, Härte: <=300 HV'					
Mat.-No.	Material	Source	Country	Status	Material group
1.0601	C60	DIN EN 10083-2:2006-10	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering
1.1221	C60E	DIN EN 10083-2:2006-10	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering, Plastic mould steels
1.1223	C60R	DIN EN 10083-2:2006-10	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering
1.7218	25CrMo4	DIN EN 10083-3:2007-01	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels for cold extrusion
1.7213	25CrMoS4	DIN EN 10083-3:2007-01	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering
1.6580	30CrNiMo8	DIN EN 10083-3:2007-01	Germany	Valid	Steels for quenching and tempering, Steels for cold extrusion

Diameter d [mm]	<=16	16<d <=40	40<d <=100
Thickness t [mm]	<=8	8<t <=20	20<t <=60
Proof stress R _e [MPa]	min. 580	min. 520	min. 450
Tensile strength R _m [MPa]	850 - 1000	800 - 950	750 - 900
Elongation after fracture A [%]	min. 11	min. 13	min. 14
Reduction of area Z [%]	min. 25	min. 30	min. 35
Delivery condition	Normalised (+N)		
Diameter d [mm]	<=16	16<d <=100	100<d <=250
Thickness t [mm]	<=16	16<t <=100	100<t <=250
Proof stress R _e [MPa]	min. 380	min. 340	min. 310
Tensile strength R _m [MPa]	min. 710	min. 670	min. 650
Elongation after fracture A [%]	min. 10	min. 11	min. 11
Delivery condition	Treated to improve shearability (+S)		Soft annealed (+A)
Hardness [HB]	max. 255		max. 241

Слика 4.8 Преглед механичких особина

Companies for 42CrMo4, 1.7225 / D - DIN EN 10083-3:2007-01

Company	Status
Aciers du Tarn	Valid
AG der Dillinger Hüttenwerke	Valid
ArcelorMittal Commercial Sections	Valid
ArcelorMittal Steel Ruhrort/Hochfeld	Valid
Aubert & Duval	Valid
Benteler Stahl/Rohr	Valid
BGH Edelstahlwerke Siegen	Valid
BOFORS	Valid
Böhler Bleche	Valid
Böhler Edelstahl	Valid
Böhler Schmiedetechnik	Valid
Böhler-Uddeholm Deutschland	Valid
Böhler-Uddeholm Precision Strip	Valid
Buderus	Valid
C. & F. vom Brocke	Valid
Deutsche Edelstahlwerke	Valid
Dirostahl	Valid
Dörrenberg	Valid
Drahtwerk Luisenthal	Valid
Duferco Clabecq	Valid
Engineering Steel Belgium	Valid
Eschmann-Stahl	Valid
Friedrich Wilhelms-Hütte	Valid
Fundia	Valid
Georgsmarienhütte	Valid
Grimm Edelstahl	Valid
Hammerwerk Erft	Valid

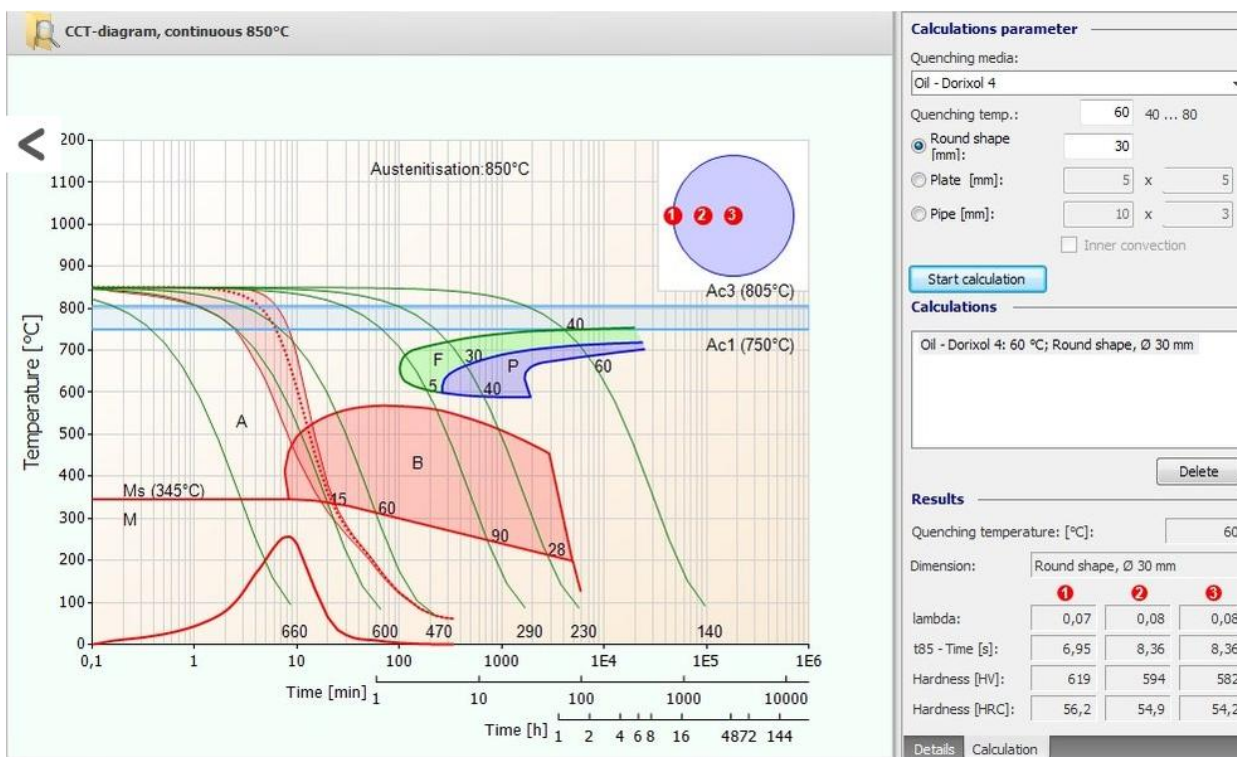
Aubert & Duval
 Usine de Gennevilliers
 22 rue Henri Vuillemin
 F-92233 Gennevilliers Cedex
<http://www.aubertduval.fr>

Aubert & Duval
 Usine d'Imphy
 Avenue Jean Jaurès
 F-58160 Imphy Cedex
<http://www.aubertduval.com>

Aubert & Duval S.A.
 41, Rue de Villiers
 F - 92200 Neuilly sur Seine
 Telephone: +33-2-40 88 20 00
 Telefax: +33-2-47 57 69 39

Details Calculation

Слика 4.9 Преглед добављача материјала



Слика 4.10 Изглед CCT дијаграма

Овај софтвер захтева Windows XP, Windows Vista, или Windows 7 оперативни систем. Тест верзија овог софтвера захтева приступ интернету.

4.3. Key to Steel–Stahlschlüssel (Електронска база података)

Key to Steel–Stahlschlüssel је електронска база података динамичке структуре. Представља једну од најкомпетентнијих база и садржи више од 70 000 стандарда, као и информације за око 300 челичана и добављача (Слика 4.15). Ова база података нуди кориснику следеће могућности:

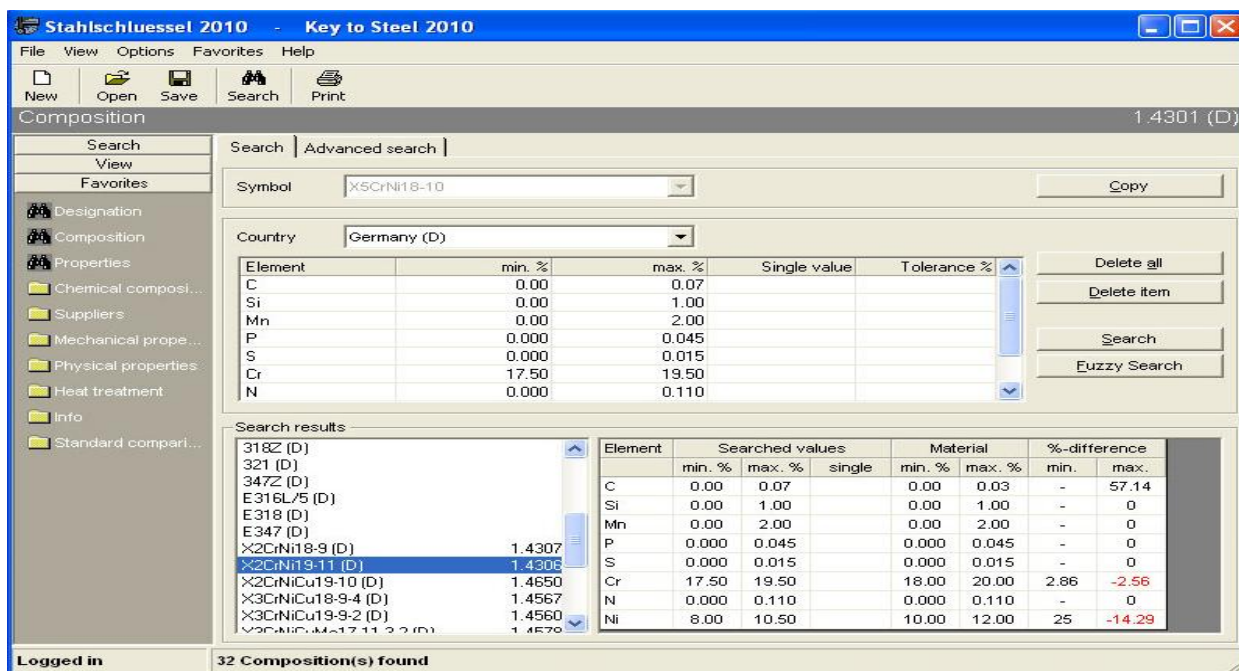
- могућност дешифровања ознаке одређеног материјала и проналажење истог.
- директан приступ стандардним бројевима и ознакама,
- претрага за материјалима према механичким и хемијским особинама са оптимизованим алгоритмом,
- листинг свих материјала у оквиру стандарда,
- проналажење свих Немачких добављача за дефинисани материјал,
- штампање извештаја за изабрани запис.

Ова база садржи информације за грађевинске челике, алатне челике, угљеничне челике, челике отпорне на високе температуре и многе друге. Садржи стандарде и локације за око 25 земаља. Овај софтвер је користе машински инжињери, дизајнери, одељења за стандарде, одељења за тестирање материјала као и многи други.

Цена овог софтвера износи:

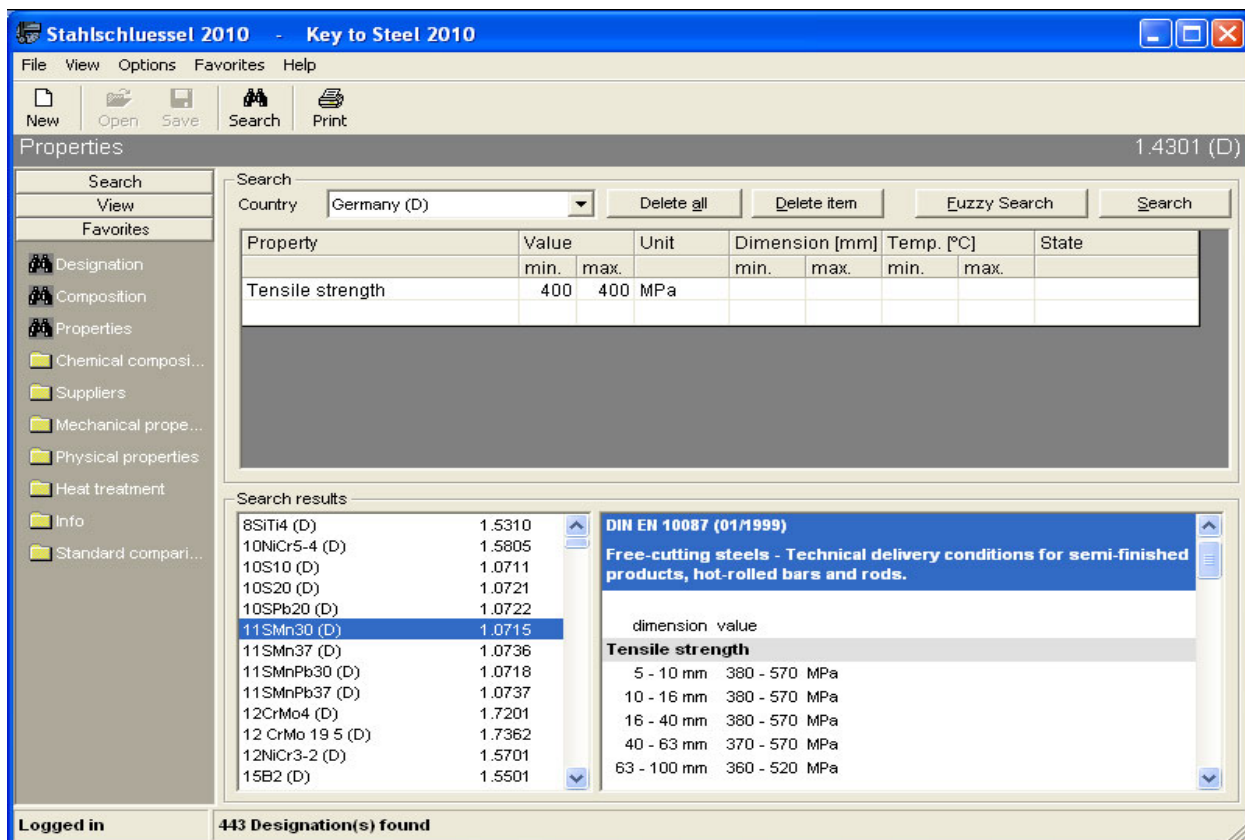
- 460 € за 1 корисника,
- 750 € за 3 корисника,
- 1130 € за 5 корисника,
- 2050 € за 10 корисника,
- 2800 € за 15 корисника,
- 3050 € за 20 корисника,
- 4050 € за 25 корисника,
- 4600 € за 30 корисника.

Претрагу за материјалима можемо извршити према хемијском саставу материјала што је приказано на слици 4.11.



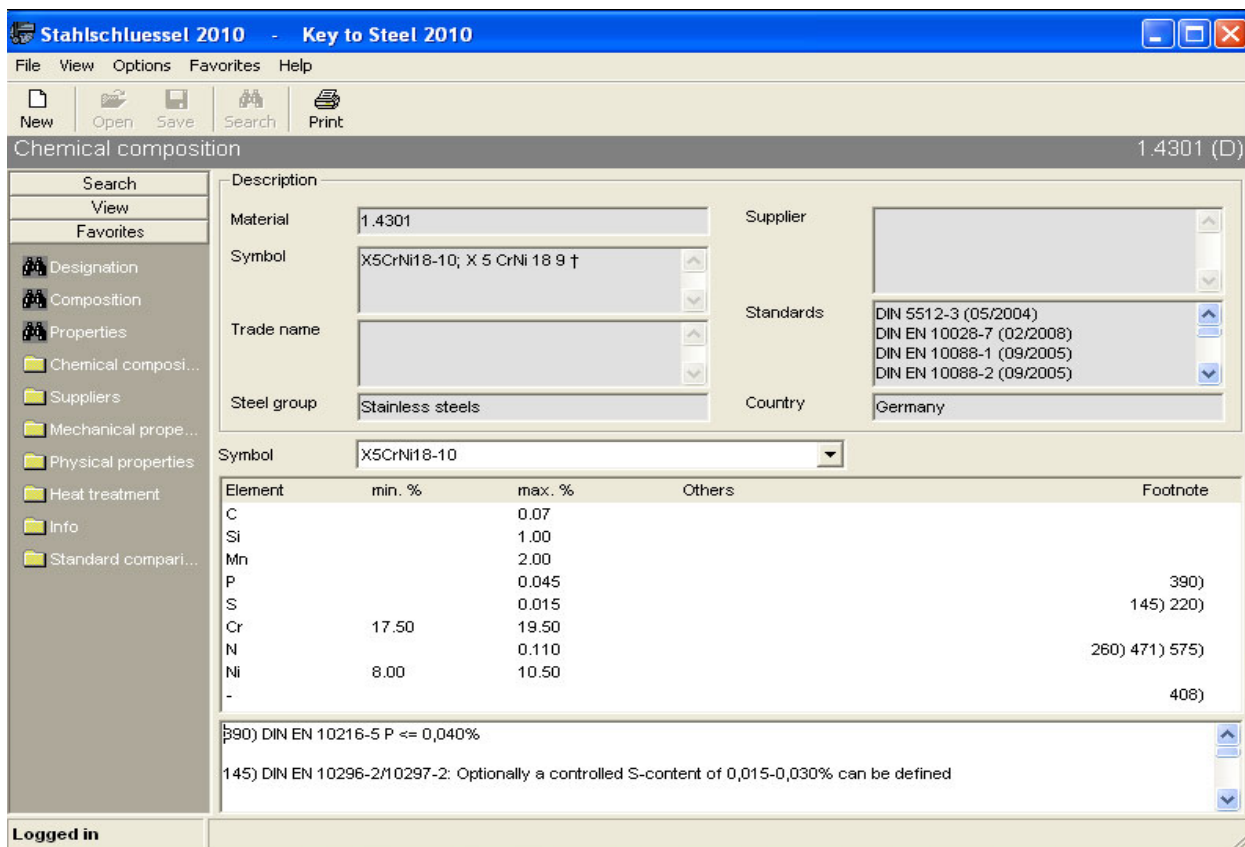
Слика 4.11 Претрага материјала према саставу

Још један вид претраге је претрага материјала према механичким особинама што је приказано на слици 4.12.

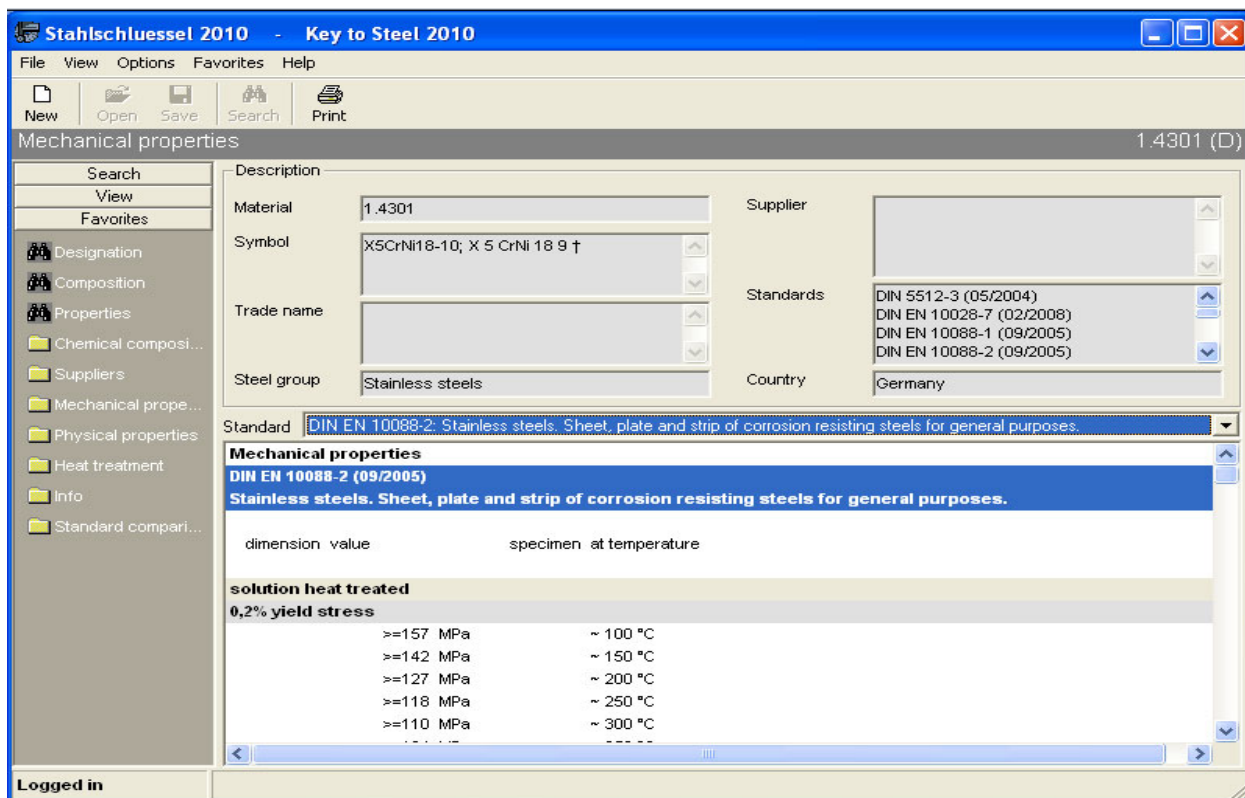


Слика 4.12 Претрага материјала према механичким особинама

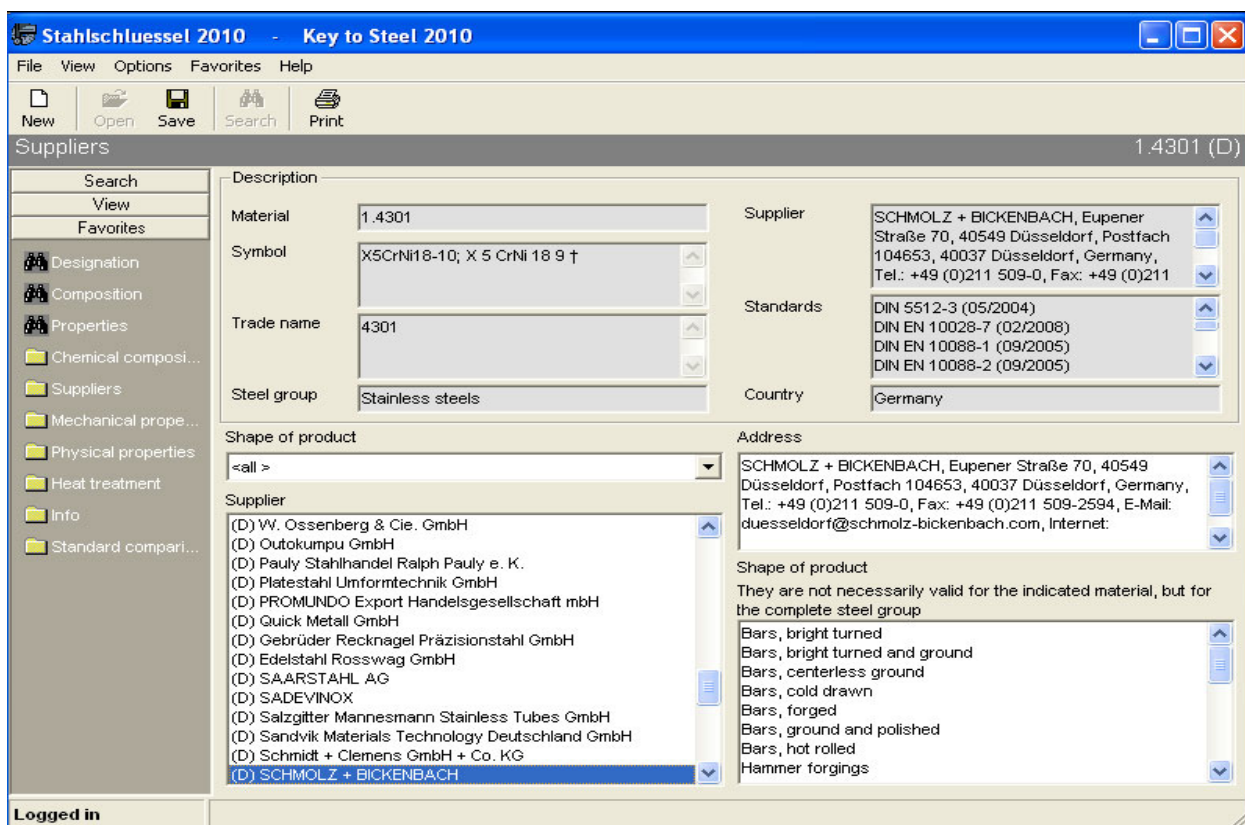
Приказ хемијског састава неког челика који је обухваћен овим софтвером приказан је на слици 4.13.



Слика 4.13 Приказ хемијског састава материјала



Слика 4.14 Приказ механичких особина материјала



Слика 4.15 Преглед добављача за одређени материјал

Овај софтвер захтева рачунар Pentium 4 са процесором од 3 GHz, рам меморијом од 1 GB, 32 битном VGA графичком картицом и CD Rom. Оперативни системи који подржавају овај софтвер су Win 2000 Sp6, Win XP Sp3, Windows Vista, Windows 7.

4.4. Key to steel (Електронска база података)

Кључ за челик (Key to steel) је глобална база података челичних материјала, развијена и дизајнирана за употребу широм света. Ова електронска база представља најсвеобухватнију базу података из области челичних материјала укључујући информације о материјалима и добављачима из више од 30 земаља широм света. Овим софтвером обухваћено је више од 35 000 материјала. Користећи софтвер корисник је у могућности да за врло кратко време добије информације о материјалу који је потребан.

Претрага за информацијама о материјалима могућа је на следеће начине:

- регуларна претрага (regular search),
- напредна претрага (advanced search),
- претрага добављача (supplier search).

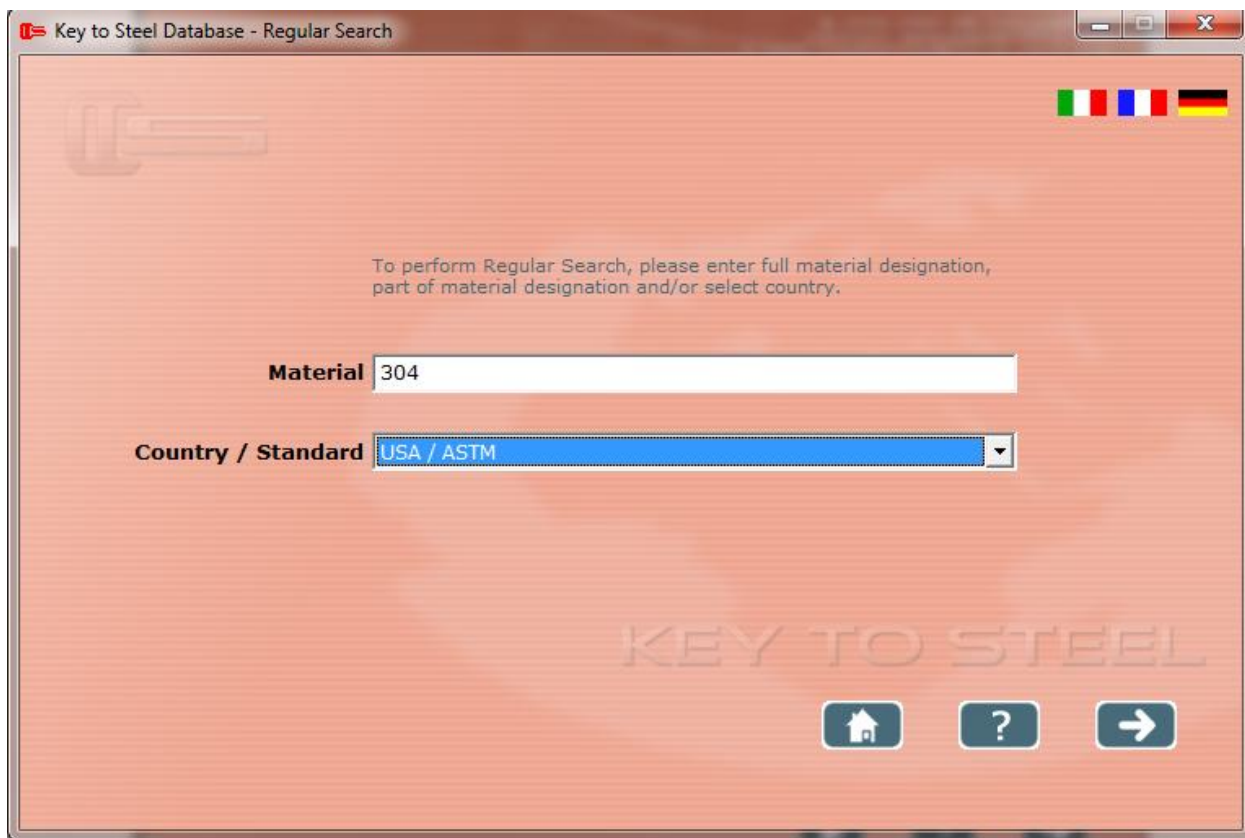
Модули за претраживање су дизајнирани тако да брзо и ефикасно приказују садржај базе података, као и да изабрани материјал или добављач испуњава критеријуме претраге.

Приликом стартовања софтвера појављује се прозор где бирамо опцију и приступ одређеним деловима апликације (Слика 4.16)



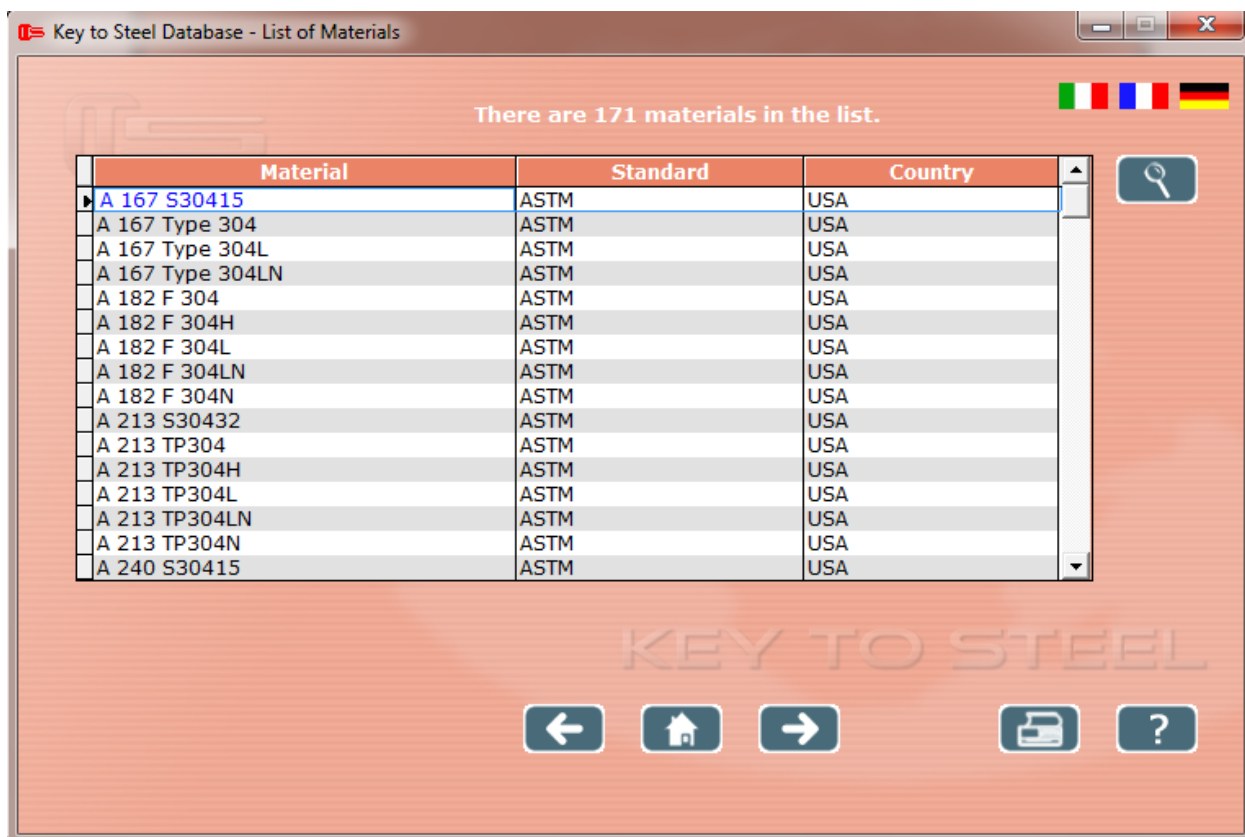
Слика 4.16 Почетни прозор приликом стартовања апликације Key to Steel

Бирајући опцију регуларне претраге појављује нам се прозор (Слика 4.17) где можемо вршити претрагу на основу ознаке материјала или стандарда и земље у којој је стандард примењен.



Слика 4.17. Регуларна претрага софтвера Key to Steel

Уношењем ознаке неког челика и неког од стандарда софтвер нам избацује листу материјала који задовољавају критеријуме ове претраге (Слика 4.17).



Слика 4.17 Листа материјала за задату ознаку и стандард

Двоструким кликом на материјал добијамо податке о посматраном материјалу као што су опште карактеристике (Слика 4.18), а имамо и могућност читавања механичких, хемијских (Слика 4.19) и термичких карактеристика.



Слика 4.18 Опште карактеристике за посматрани материјал



Слика 4.19 Хемијски састав за посматрани материјал

Бирајући опцију напредне претраге појављује нам се прозор који садржи 3 опције (Слика 4.20). Прва опција представља претрагу за материјалом на основу стандарда и земље у којој се примењује, стандардне ознаке или стандардног описа.

Key to Steel Database - Advanced Search

Material, group, country Mechanical properties Chemical composition

To perform Advanced Search, please select criteria from the tags above

Material:

Country / Standard:

Group of Steel:

Standard Number:

Standard Description:

RESET Home ? →

Слика 4.20 Претрага на основу стандарда или групе материјала

Друга картица представља претрагу за материјалом на основу механичких карактеристика материјала (Слика 4.21), тако што укуцамо минималне или максималне вредности неких механичких параметара и софтвер нам прикаже листу материјала који задовољавају критеријуме претраге.

Key to Steel Database - Advanced Search

Material, group, country Mechanical properties Chemical composition

To perform Advanced Search, please select criteria from the tags above

	Min	Max
Yield Stress (MPa)	0	0
Tensile Stress (MPa)	0	0
Elongation (%)	0.0	0.0
Impact Value (J)	0	0

Special Search

☐ Properties on Elevated Temperatures

☐ Fatigue Data

☐ Heat Treatment

RESET Home ? →

Слика 4.21 Претрага за материјалима на основу механичких особина

Трећа картица представља могућност претраге на основу хемијског састава материјала (Слика 4.22). Укуцамо максималну или минималну количину неког елемента и добијемо листу материјала који задовољавају критеријуме претраге.

Key to Steel Database - Advanced Search

Material, group, country Mechanical properties **Chemical composition**

To perform Advanced Search, please select criteria from the tags above

	Min [%]	Max [%]		Min [%]	Max [%]		Min [%]	Max [%]
C	0.000	0.000	Cr	0.010	0.060	Ti	0.000	0.000
Si	0.000	0.000	Mo	0.000	0.000	Nb	0.000	0.000
Mn	0.000	0.000	Ni	0.000	0.000	Al	0.000	0.000
P	0.000	0.000	V	0.000	0.000	Cu	0.000	0.000
S	0.000	0.000	W	0.000	0.000	Zr	0.000	0.000

RESET Home ? →

Слика 4.22 Претрага на основу хемијског састава

Претрага добављача се користи када нам је потребно да за одређени материјал пронађемо његовог произвођача или добављача. То можемо да урадимо тако што укуцамо податак за неки од понуђених модула претраге као што су држава, врста материјала, производ (Слика 4.23)

Key to Steel Database - Suppliers & Manufacturers

To perform Supplier Search, please select at list one criterion

Supplier / Manufacturer

Country

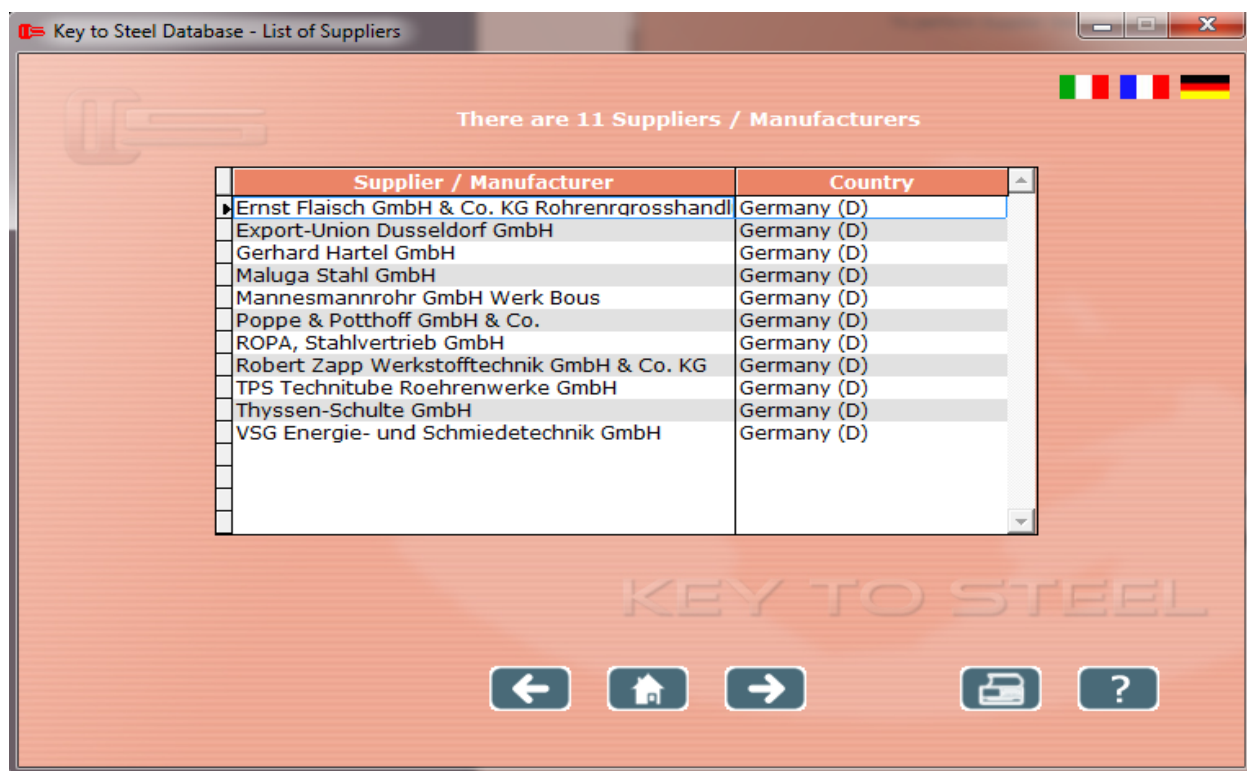
Material

Product

RESET Home ? →

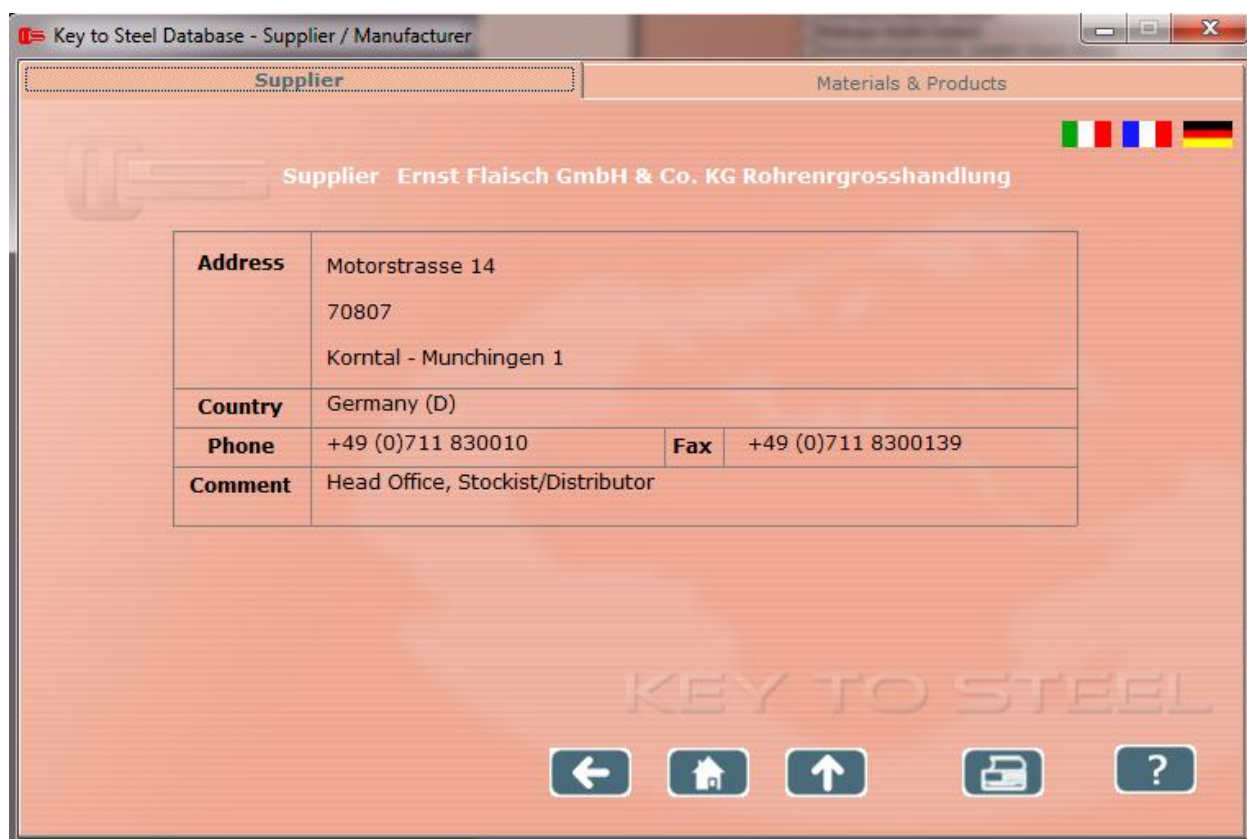
Слика 4.23 Претрага за добављачима

Када унесемо вредности критеријума претраге софтвер нам излиста групу материјала који задовољавају задате критеријуме (Слика 4.24)



Слика 4.24 Листа материјала

Двоструким кликом на неки од излистаних материјала добијамо адресу добављача као и контакт телефон, као и листу материјала којом овај добављач снабдева кориснике (Слике 4.25 и 4.26).



Слика 4.25 Адреса добављача



Слика 4.26 Списак материјала и производа траженог добављача

Key to Steel софтвер захтева PC рачунар са 32MB Рам меморије, 64MB слободне меморије на рачунару и било коју верзију оперативног система из серије Windows. Цена овог софтвера износи:

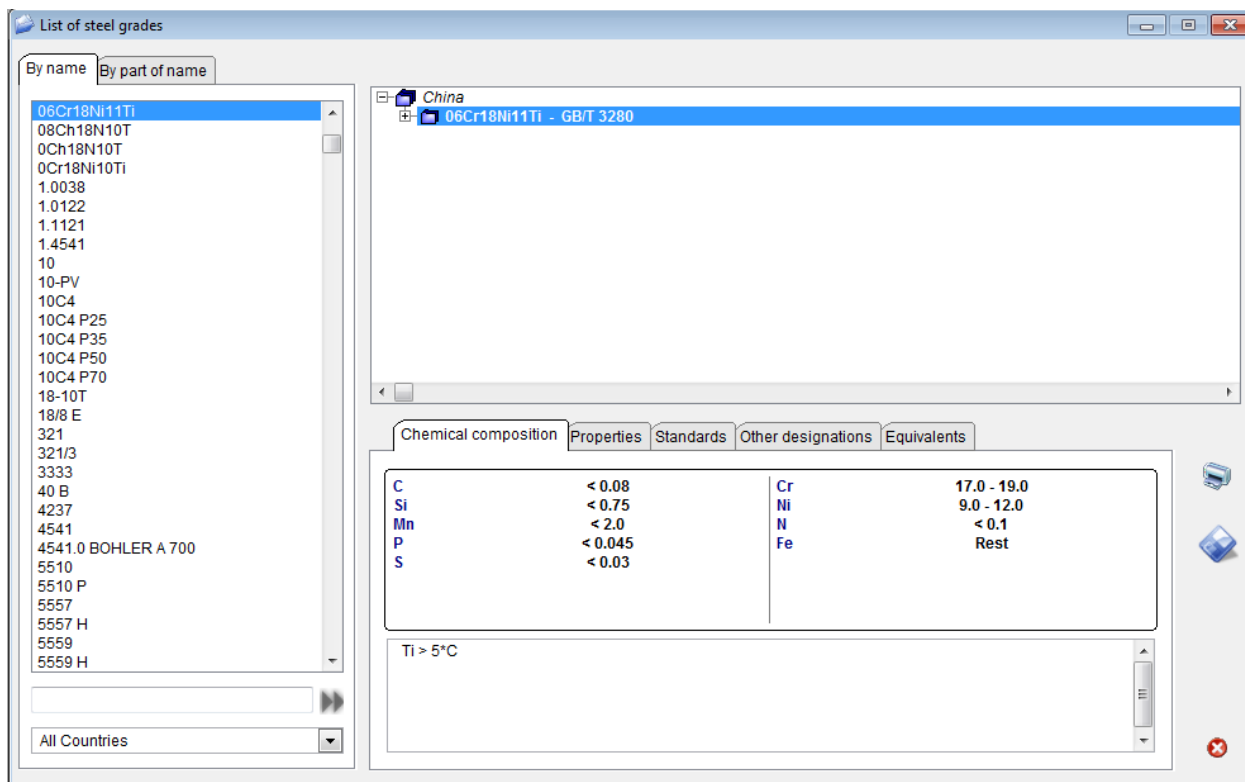
- 980 € за 1 корисника,
- 1470 € за 3 корисника,
- 1960 € за 4 корисника,
- 2450 € за 5 корисника,
- 2940 € за 6 корисника,
- 3920 € за 8 корисника.

4.5. WinSteel (Електронска база података)

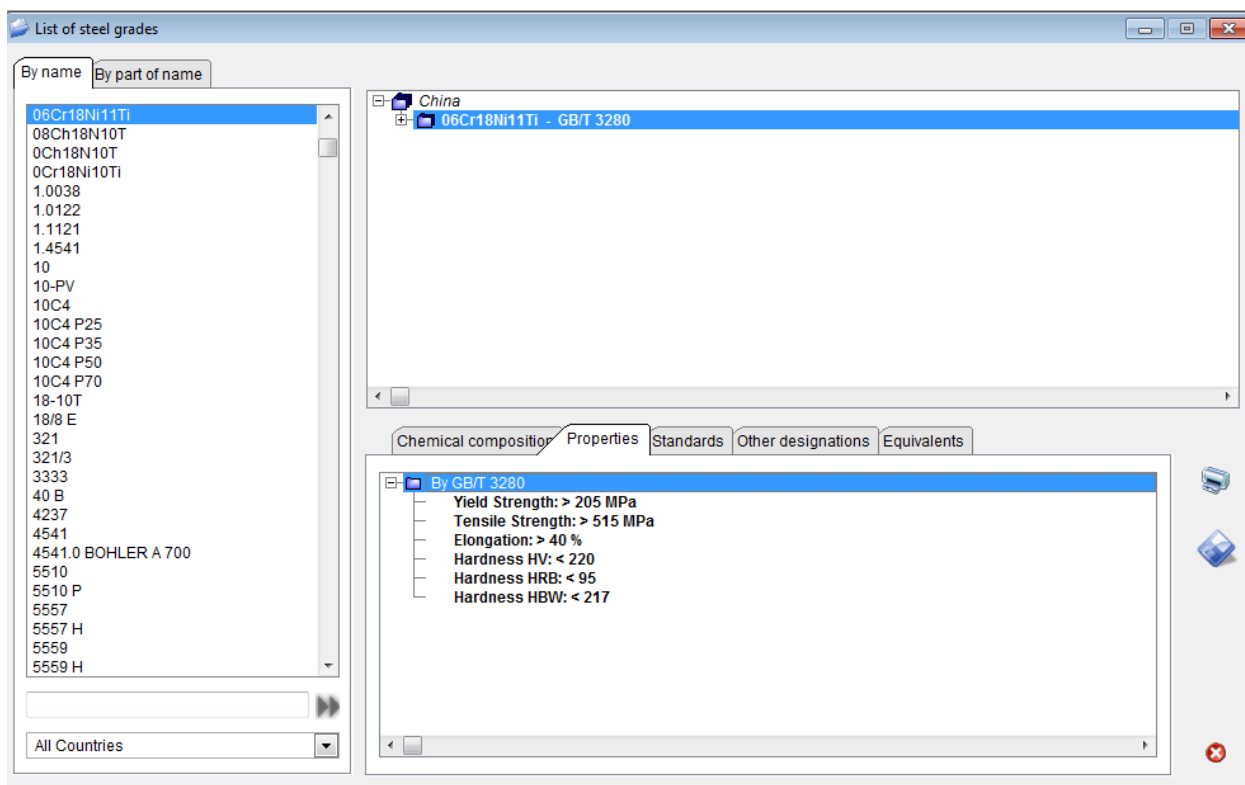
WinSteel је електронска база података која садржи информације за више од 180 000 различитих врста челика широм света. Садржи информације о хемијском саставу, и особинама челика из различитих светских стандарда. Овај софтвер нам помаже да добијемо информације о хемијском саставу и особинама челика који нас занима у било којој земљи, да пронађемо еквивалентне челике на основу различитих ознака стандарда, као и да пронађемо одређени челик у било којој земљи, знајући његов састав и особине. Приликом покретања софтвера видимо да претрагу можемо вршити према:

- списку ознака (list of grades) што је приказано на слици 4.27.
- листи стандарда (Слика 4.28)
- хемијском саставу и особинама (Слика 4.29)

Приликом претраге према списку ознака, корисник на основу ознаке одређеног материјала добија информације као што су хемијски састав, механичке особине, стандарди и др. Пример прегледа механичких особина приказан је на слици 4.28.



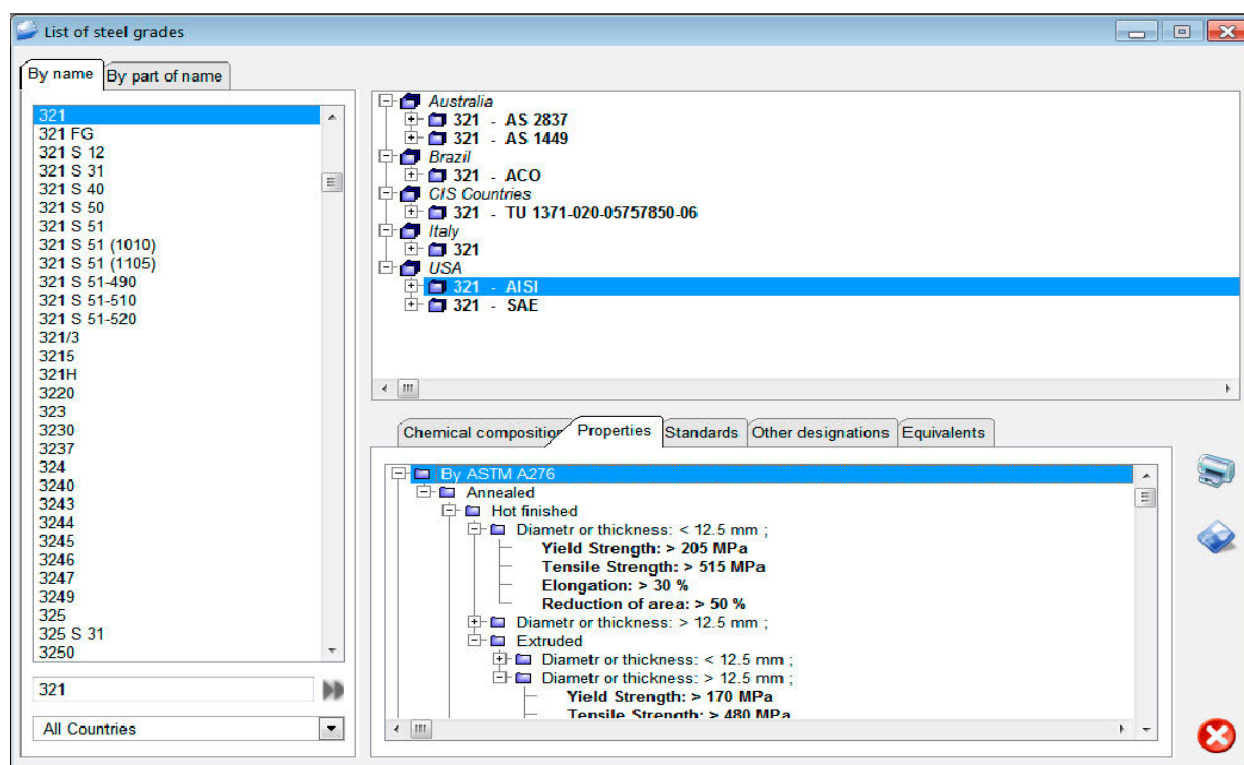
Слика 4.27 Претрага базе података према списку ознака



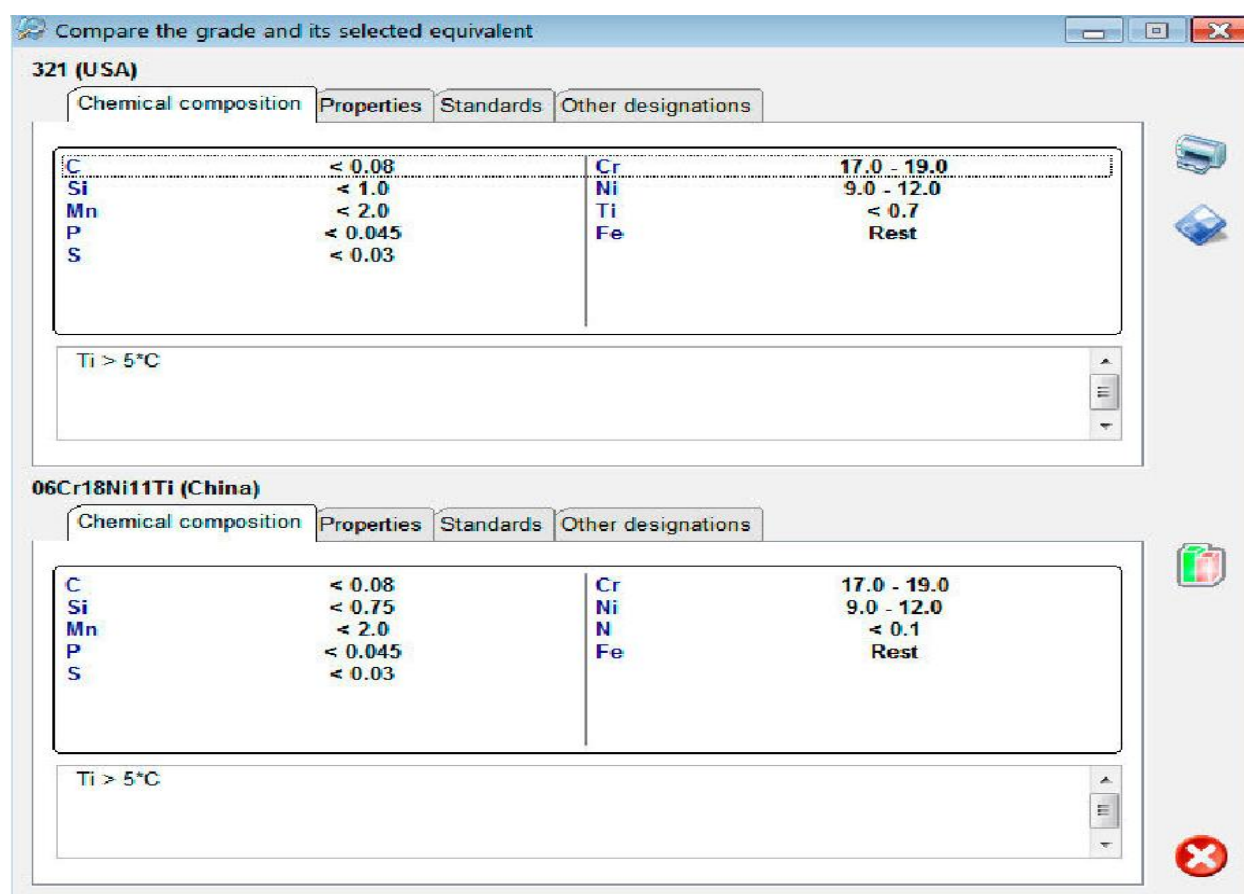
Слика 4.28 Преглед механичких особина за одређену врсту челика

Ако укуцамо ознаку неког челика софтвер ће нам аутоматски излистати у динамичком делу, које су ознаке за исти челик у различитим државама (Слика 4.29). У зависности од потреба корисника даље можемо видети хемијски састав, особине, или

упоредне особине и ознаке за istу врсту челика који је обухваћен различитим стандардима (Слика 4.30)

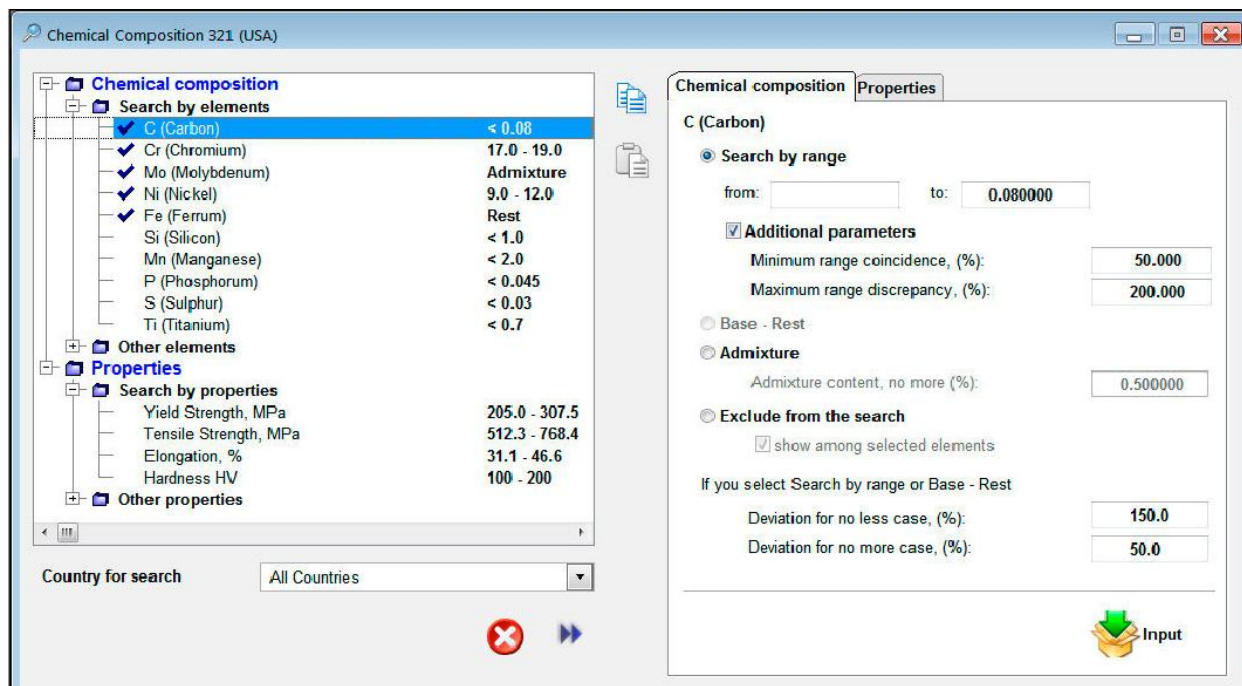


Слика 4.29 Ознаке и стандарди за исту врсту челика у различитим државама

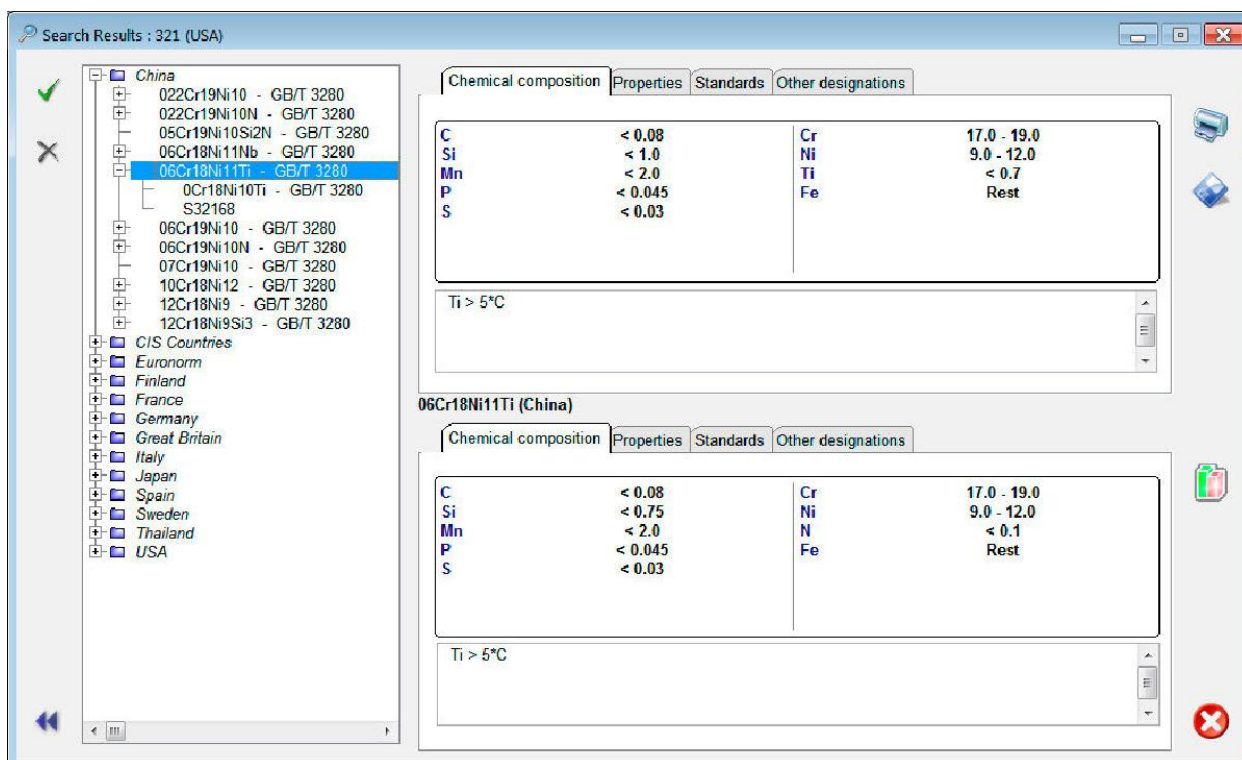


Слика 4.30 Поређење особина одређене врсте челика

Избор материјала према хемијском саставу се врши тако што се унесу вредности за елементе који улазе у састав материјала (Слика 4.31). Дефинисањем вредности ових елемената софтвер нам прикаже материјале који задовољавају критеријуме претраге (Слика 4.30)

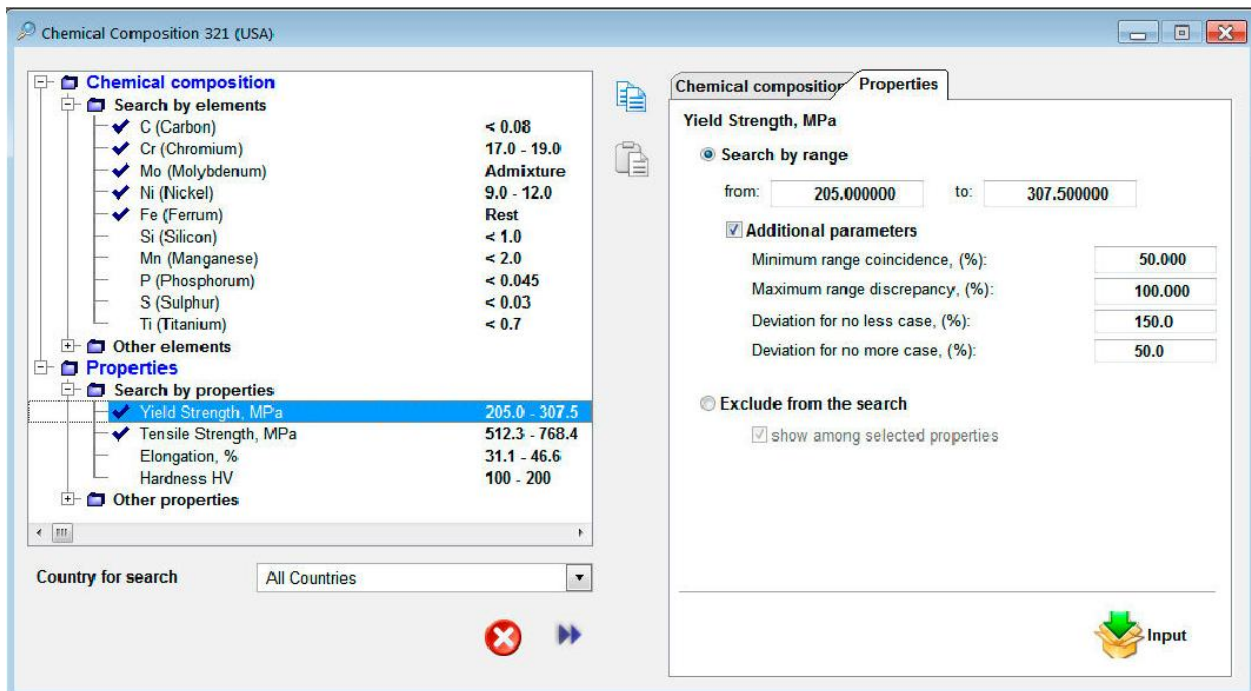


Слика 4.31 Избор материјала на основу хемијског састава



Слика 4.32 Резултати претраге материјала на основу хемијског састава

Што се избора материјала на основу механичких особина тиче, корисник дефинише вредности (Слика 4.33) и софтвер избаци листу материјала који задовољавају критеријуме.



Слика 4.33 Избор материјала на основу механичких особина

Цена овог софтвера износи:

- 200 € за 1 или 2 корисника,
- 300 € за 3 до 5 корисника,
- 400 € за 5 до 10 корисника.

На основу прегледа електронских база података, основне предности коришћења електронских база података (ЕВМ) у односу на штампане типове база података о материјалима су:

- брза и лака претрага уз претпоставку да се тачно познаје бар једна битна карактеристика материјала за којим се трага (стандардна ознака, број материјала...),
- брз приступ електронским базама података и једноставан начин чувања података,
- могућност интегрисања са постојећим базама података материјала унутар CAD система (на основу компатибилности са базама података унутар развијених софтверских апликација),
- могућност проширења једне електронске базе података са подацима из других база података.

Са друге стране основни недостаци су:

- висока цена приступа, односно висока цена за чланство у једној од база података (зависно од квалитета садржаја, броја корисника, величине базе) је између 100 € и 4000 €,
- компликован и релативно дуг посао креирања електронских база података који захтева ангажовање више различитих специјалиста (из науке о материјалу, web дизајнера, програмера).

5. Интернет базе података о материјалима

Интернет базе података о материјалима представљају групу тзв. статичких база података. Наиме, ове базе података иако се налазе у електронској форми битно се разликују од електронских тј. динамичких база података. Под појмом интернет базе података (статичке) подразумевају се оне базе података које се могу наћи на интернету (on-line), и које се могу само читати. Ове базе података не омогућавају комуникацију са корисником, односно не поседују одређене процедуре у процесу претраге базе података.

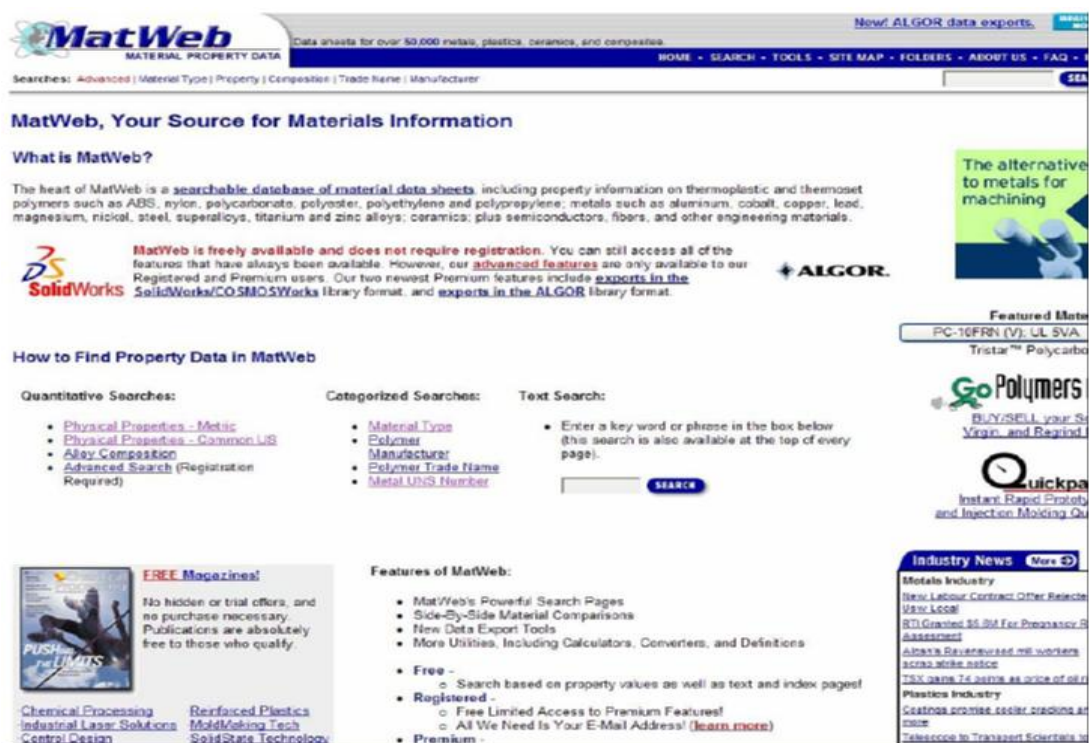
Неке доступне базе података са њиховим основним карактеристикама су:

- **Bh Steel** је база података произвођача BH Steel, која садржи ваљане челичне производе, стандардне ознаке и димензије. Статичке је структуре и њен садржај се може бесплатно наћи на интернету на адреси <http://www.bhsteel.com.ba>,
- **Material Index** је база података произвођача MEMSnet, чији садржај представљају опште особине материјала. Она је бесплатна, статичке структуре и налази се на адреси <http://www.memsnet.org/material/>,
- **Matweb** је база података произвођача Automation Creatins. Садржи податке о великом броју материјала и могућност претраживања. Динамичке је структуре и можемо је наћи на адреси <http://matweb.com/>,
- **Metadex** је база података произвођача Cambridge Scientific Abstract. То је мултидисциплинарна база података динамичке структуре. Можемо је наћи информативно на адреси <http://www.csa1.co.uk/>,
- **Principal Metals Online** је база података Principal Metals чији су садржај основне карактеристике металних легура. Статичке је структуре и може се бесплатно наћи на адреси <http://www.principalmetals.com/>,
- **StahlWissen Navimat-Online** чији је произвођач Dr. Sommer Werkstofftechnik. Ово је инсталацијски мултимедијални софтвер, који садржи карактеристике челика. Налази се информативно на адреси http://www.werkstofftechnik.com/index_ps.htm За инсталацију на рачунар потребан је инсталацијски CD чија је цена између 99 и 3999 еура,
- **StahlSchlüssel (Key to Steel)** је база података произвођача Verlag Stahlschlüssel Wegst GmbH која представља кључ за челик. О овој бази се можемо информисати на интернет адреси http://www.stahlschluessel.de/IDX_E.HTM, док нам је за коришћење потребан инсталацијски диск чија је цена између 400 и 3910 еура,
- **Material Data Network** је база података произвођача Granta Design Ltd. Покрива све постојеће материјале обзиром да обједињује 8 великих база података. Информације о бази можемо наћи на адреси (потребно чланство) <http://matdata.net/index.jsp>. Ово је база података динамичке структуре која обједињује ASM MIL, NPL MIDAS; UK Steel, TWI, MatWeb, IDES,
- **SteelSpec Web Edition** је база података произвођача UK Steel Association. Ова база представља Веб страницу штампаног издања Steel Specification. Можемо је наћи информативно уз неопходно чланство на адреси <http://www.steel-spec.org.uk/index.htm>. Динамичке је структуре,
- **Prospector** је база података произвођача IDES-Integrated Design Engineering Systems. Садржи 49000 страница о пластичним материјалима од 400 испоручилаца. Можемо је информативно наћи уз неопходно чланство <http://ides.com/>. Динамичке је структуре.

5.1. Matweb (Интернет база података)

Пример базе података **MATWEB** чија је почетна страница приказана на слици 5.1. Она је комбиновано статичке и динамичке структуре. Ова база података садржи податке о великом броју материјала као што су полимери, чисти елементи (метали), керамике, супер легуре, легуре гвожђа, легуре које нису на бази гвожђа као и о многим другим инжењерским материјалима. За сваки материјал је могуће сазнати велики број података, при чему је претраживање за истим могућа путем:

- секвенцијалне претраге (потребна је бесплатна регистрација),
- типу материјала (Слик 5.2),
- карактеристичних вредности особина,
- хемијског састава,
- трговачког назива,
- произвођача материјала (испоручиоца).



Слика 5.1 Почетна страна (home page) базе података MatWeb

Ако нпр. желимо да видимо податке и информације за конкретну врсту челика, односно челика познатог квалитета AISI 1340 (нормализовани челик), резултати претраге према типу материјала су механичке, електричне и термичке особине као и списак литературе за додатне информације.

MatWeb
MATERIAL PROPERTY DATA

Data sheets for over 50,000 metals, plastics, ceramics, and composites.

HOME • SEARCH • TOOLS • SITE MAP • FOLDERS • ABOUT US • FAQ • LOGIN

Searches: [Advanced](#) | [Material Type](#) | [Property](#) | [Composition](#) | [Trade Name](#) | [Manufacturer](#)

No Geometry Limits!! 15-Day QuickTurn Injection Mold Tooling Quickparts

Material Type Search

Thermoplastic Polymers
All Thermoplastics **FIND**

Thermoset Polymers
All Thermosets **FIND**

Superalloys
Superalloy **FIND**

Ferrous Metals
Stainless Steel **FIND**

Nonferrous Metals
Aluminum Alloy **FIND**

Pure Metallic Elements
Pure Metallic Elements **FIND**

Ceramics
Boride **FIND**

Other Engineering Materials
Aerogel **FIND**

Слика 5.2 Претрага за информацијама о материјалу базе података MatWeb према типу материјала

AISI 1340H Steel, normalized at 870°C (1600°F), air cooled, 100 mm (4 in.) round

Categories: [Metal](#) [Ferrous Metal](#) [Alloy Steel](#) [Low Alloy Steel](#) [Carbon Steel](#) [AISI 1000 Series Steel](#) [Medium Carbon Steel](#)

Material Notes: Can be heat treated to meet property requirements.

Forms: hot rolled and cold finished bar, cold heading quality wire

Applications: construction applications, machined components, high-strength bolts, screws, cap screws, socket screws, recessed-head screws.

Key Words: UNS H13400, ASTM A304, SAE J1268, DIN 1.5069

Vendors: No vendors are listed for this material. Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.

Component Elements Properties	Metric	English	Comments
Carbon, C	0.370 - 0.440 %	0.370 - 0.440 %	
Iron, Fe	97.09 - 98.03 %	97.09 - 98.03 %	As remainder
Manganese, Mn	1.45 - 2.05 %	1.45 - 2.05 %	
Phosphorus, P	<= 0.035 %	<= 0.035 %	
Silicon, Si	0.15 - 0.35 %	0.15 - 0.35 %	
Sulfur, S	<= 0.040 %	<= 0.040 %	

Слика 5.3 Резултат претраге базе података Matweb према типу материјала, за конкретну врсту челика (AISI 1340)

Mechanical Properties	Metric	English	Comments
Hardness, Brinell	235	235	
Hardness, Knoop	259	259	Converted from Brinell hardness.
Hardness, Rockwell B	97	97	Converted from Brinell hardness.
Hardness, Rockwell C	21.0	21.0	Converted from Brinell hardness.
Hardness, Vickers	247	247	Converted from Brinell hardness.
Tensile Strength, Ultimate	827 MPa	120000 psi	
Tensile Strength, Yield	496 MPa	71900 psi	
Elongation at Break	21.7 %	21.7 %	in 50 mm
Reduction of Area	59.2 %	59.2 %	
Modulus of Elasticity	200 GPa	29000 ksi	Typical for steel
Bulk Modulus	140 GPa	20300 ksi	Typical for steel
Poissons Ratio	0.290	0.290	Typical For Steel
Machinability	50 %	50 %	Based on 100% machinability for AISI 1212 steel.
Shear Modulus	80.0 GPa	11600 ksi	Typical for steel
Electrical Properties	Metric	English	Comments
Electrical Resistivity	0.0000174 ohm-cm	0.0000174 ohm-cm	Typical steel
Thermal Properties	Metric	English	Comments
CTE, linear 	11.5 µm/m-°C @Temperature 20.0 °C	6.39 µin/in-°F @Temperature 68.0 °F	Typical steel
	12.2 µm/m-°C @Temperature 0.000 - 300 °C	6.78 µin/in-°F @Temperature 32.0 - 572 °F	Typical for steel
	13.9 µm/m-°C @Temperature 0.000 - 500 °C	7.72 µin/in-°F @Temperature 32.0 - 932 °F	Typical for steel
Specific Heat Capacity	0.472 J/g-°C	0.113 BTU/lb-°F	Typical steel
Thermal Conductivity	51.9 W/m-K	360 BTU-in/hr-°F	Typical steel

Слика 5.4 Резултат претраге базе података Matweb према типу материјала, за конкретну врсту челика (AISI 1340)

5.2. Alu SELECT (Интернет база података)

Пример још једне од интернет база података је база **Alu SELECT** чија је почетна интернет страница представљена на слици 5.5. Alu Select је референтна база података, која садржи техничке податке о најчешће коришћеним легурама алуминијума. Овај слободан веб-сајт омогућава кориснику да добије информације о механичким, физичким и хемијским особинама алуминијумских легура (Слика 5.6).

Битно је нагласити да је база података Alu Select замишљена само као извор информација, и даје се без гаранције на њену тачност и потпуност. За инжењерске захтеве и неку практичну примену корисници ће се служити са подацима добијених од њиховог добављача.



aluSelect Home Page

WROUGHT ALLOYS
 Compositions
 Applications
 Corrosion & Anodizing
 Physical & Elastic Properties
 Product Forms
 Formability, Machinability & weldability
 Alloy Composition
 Creep Properties
 Fatigue Properties
 Mechanical Properties
 National/Company Alloy Designations
 Summary
 Advanced Search

CASTING ALLOYS
 Compositions
 Mechanical Properties
 Physical & Surface Properties

Temper Designations
 Property Definitions

aluSelect

aluSELECT is a computer-based reference database containing technical information on the most widely used aluminium alloy aluminium alloys. At present, 35 wrought alloys and 12 casting alloys are indexed.

For any questions about aluSELECT, please e-mail aluselect@eaa.be

DISCLAIMER
 The European Aluminium Association undertook the collection and production of the aluSELECT database to its best knowledge as a source of information. For design purposes and specification e.g. engineering requirements and for any other purpose, the user must refer to the national or European regulations which define the EAA does not accept any liability for any damage or any loss directly or indirectly caused by or linked to the use of information contained in the database and the manual, in whole or in part, or transfer to electronic or print form. In using the aluSELECT System these conditions are understood as being accepted.

alumatier

Слика 5.5 Почетна страна Alu Select базе података

AluSelect Corrosion and Anodizing Properties

Alloys: EN AW-7075 / ISO Al Zn5,5MgCu

Temper	Corrosion								Anodizing			
	COA	COIA	COMA	CORA	SCOA	EXCA	ICOA	PCA	ANBA	ANCA	ANHA	ANPA
O	3	3	3	4	-	-	4	4	3	3	4	5
T6	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	5
T7	3	3	3	4	5	4	4	4	3	3	4	5

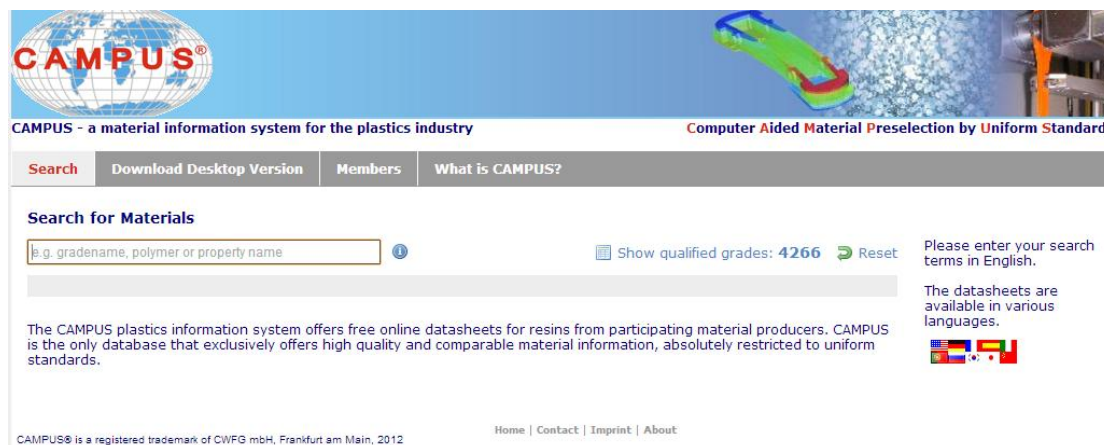
Key to Parameters:
COA: Corrosion index, general scale 2-7
COIA: Industrial atm corr index scale 2-7
COMA: Marine atm corr index scale 2-7
CORA: Rural atm corr index scale 2-7
SCOA: Stress corrosion index scale 2-7
EXCA: Exfoliation corrosion index scale 2-7
ICOA: Intercrystalline corrosion index scale 2-7
PCA: Pitting corrosion index scale 2-7
ANBA: Bright anodising index scale 2-7
ANCA: Colour anodising index scale 2-7
ANHA: Hard anodising index scale 2-7
ANPA: Protective anodising index scale 2-7

Key to Values:
-: No information available
1: Not applicable
2: Unsuitable
3: Not recommended
4: Acceptable
5: Good
5-6: Good to Very Good
6: Very Good
7: Excellent

Слика 5.5 Пример добијања информација за легуру алуминијума 7075 у Alu Select бази података

5.3. Campus Plastics (Интернет база података)

Campus plastics представља још једну на интернету доступну базу података. Њена почетна страница је приказана на слици 5.6. Ова база података нам нуди информације о материјалима који се користе у индустрији пластике. Campus је једина база података која нуди висок квалитет и упоредиве информације о материјалима, базиране на јединственим међународним стандардима као што су ISO 10350, ISO 11403-1



Слика 5.6 Почетна страна (home page) Campus plastics базе података

Ова база података нуди нам информације као што су кратак опис материјала, механичке особине, термичке особине, електричне особине, опште карактеристике материјала, низ дијаграма, отпорност на хемијске утицаје.

Узмимо за пример термопластичну смолу ознаке Crastin SK602 NC010. Њене особине које можемо наћи претрагом ове базе су приказане на сликама испод.

Crastin® SK602 is 15% glass fibre reinforced, lubricated polybutylene terephthalate for injection molding.

Food compliance:

Specific statement for EU available

Typical applications:

Industrial applications with increased mechanical and thermal requirements.

[top](#)

Rheological properties	Value	Unit	Test Standard
Melt volume-flow rate, MVR	15	cm ³ /10min	ISO 1133
Temperature	250	°C	ISO 1133
Load	2.16	kg	ISO 1133
Molding shrinkage, parallel	0.4	%	ISO 294-4, 2577
Molding shrinkage, normal	1.1	%	ISO 294-4, 2577

[top](#)

Mechanical properties	Value	Unit	Test Standard
Tensile Modulus	6000	MPa	ISO 527-1/-2
Stress at break	100	MPa	ISO 527-1/-2
Strain at break	3.6	%	ISO 527-1/-2
Tensile creep modulus, 1h	5300	MPa	ISO 899-1
Tensile creep modulus, 1000h	4300	MPa	ISO 899-1
Charpy impact strength, +23°C	45	kJ/m ²	ISO 179/1eU
Charpy impact strength, -30°C	46	kJ/m ²	ISO 179/1eU
Charpy notched impact strength, +23°C	8.1	kJ/m ²	ISO 179/1eA
Charpy notched impact strength, -30°C	8	kJ/m ²	ISO 179/1eA

Слика 5.7 Преглед особина за термoplastичну смолу ознаке SK602 NC010

Thermal properties	Value	Unit	Test Standard
Melting temperature, 10°C/min	225	°C	ISO 11357-1/-3
Glass transition temperature, 10°C/min	55	°C	ISO 11357-1/-2
Temp. of deflection under load, 1.80 MPa	195	°C	ISO 75-1/-2
Temp. of deflection under load, 8.00 MPa	83	°C	ISO 75-1/-2
Vicat softening temperature, 50°C/h 50N	205	°C	ISO 306
Coeff. of linear therm. expansion, parallel	50	E-6/K	ISO 11359-1/-2
Coeff. of linear therm. expansion, normal	95	E-6/K	ISO 11359-1/-2
Burning Behav. at 1.5 mm nom. thickn.	HB	class	IEC 60695-11-10
Thickness tested	1.5	mm	IEC 60695-11-10
UL recognition	UL	-	-
Burning Behav. at thickness h	HB	class	IEC 60695-11-10
Thickness tested	0.8	mm	IEC 60695-11-10
UL recognition	UL	-	-
Oxygen index	19	%	ISO 4589-1/-2

[top](#)

Electrical properties	Value	Unit	Test Standard
Relative permittivity, 100Hz	4.1	-	IEC 60250
Relative permittivity, 1MHz	3.5	-	IEC 60250
Dissipation factor, 100Hz	20	E-4	IEC 60250
Dissipation factor, 1MHz	200	E-4	IEC 60250
Volume resistivity	>1E13	Ohm*m	IEC 60093
Surface resistivity	1E15	Ohm	IEC 60093
Electric strength	27	kV/mm	IEC 60243-1
Comparative tracking index	350	-	IEC 60112

Слика 5.8 Преглед особина за термoplastичну смолу ознаке SK602 NC010

Material specific properties	Value	Unit	Test Standard
Viscosity number	105	cm ³ /g	ISO 307, 1157, 1628

[top](#)

Rheological calculation properties	Value	Unit	Test Standard
Density of melt	1220	kg/m ³	-
Thermal conductivity of melt	0.24	W/(m K)	-
Spec. heat capacity melt	1900	J/(kg K)	-
Ejection temperature	175	°C	-

[top](#)

Слика 5.9 Преглед особина за термoplastичну смолу ознаке SK602 NC010

6. Експертни системи за избор материјала

Развој софтвера и хардвера омогућује да креатори база података материјала иду корак даље, тј. да креирају специјалне софтверске пакете, који ће не само садржати споменуте базе података, већ ће нудити и могућност интерактивног избора материјала за различите апликације у инжењерству (односно система са компјутером подржаним избором материјала – CAMS (Computer Aided Material Selection)).

Циљеви развоја компјутерски подржаног система за избор материјала (CAMS) су најпре:

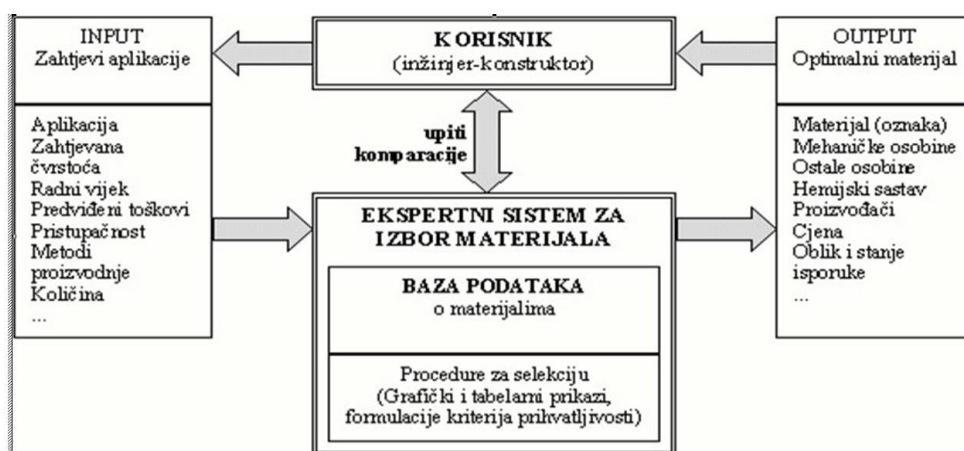
- омогућавање рационалне употребе материјала, којом се директно треба да се постигну уштеде материјала, а индиректно уштеде енергије и еколошки ефекти,
- проширење фонда знања који треба да утиче на смањење настанка главних узорака дотрајавања техничких производа (ломова, корозије, трошења материјала),
- систематско и прикладно управљање добијених информацијама како би се оне могле користити у конструисању, производњи и одржавању техничких производа израђених од металних, керамичких, полимерних и композитних материјала.

Појам интерактивни избор материјала подразумева обострану комуникацију, корисника (инжењера, конструктора) и специјалног софтверског пакета (Слика 6.1). Пример једног оваквог експертног система за избор материјала на основу одређених захтева инжењерске апликације су и CES (Cambridge Engineering Selector) софтверски пакети чији је произвођач Granta Design.

Битне карактеристике овог софтвера су:

- организација и одржавање информација унутар базе података материјала (од стране корисника),
- организација и одржавање информација везано за производне процесе,
- знатна уштеда новца,
- супериорне могућности дизајнирања,
- управљање системом (менаџмент базе података),
- брз проток информација унутар организације.

CES софтвер и модули база података су међусобно повезани у прикладно дефинисане пакете. Сваки пакет је изведен тако да омогућује потпуно решење за специфичне CAD потребе.



Слика 6.1 Принципска шема рада Експертног система за избор материјала

Језгро CAMS система чини база података и база знања о својствима и понашању као и о примени различитих материјала.

Апликативна програмска подршка сервисира корисника путем модула за обраду упита, захтева и критеријума избора као и презентације резултата. Неки CAMS системи садрже и могућност повезивања са CAD модулима. За потребе евалуације и вредновања улазних или већ постојећих података служе и статички модули, а код неких специјализованих CAMS система постоје и специфични модели за експлоатацију и интерполацију као и за различите симулације понашања материјала.

Основне програмске могућности и функције CAMS система су:

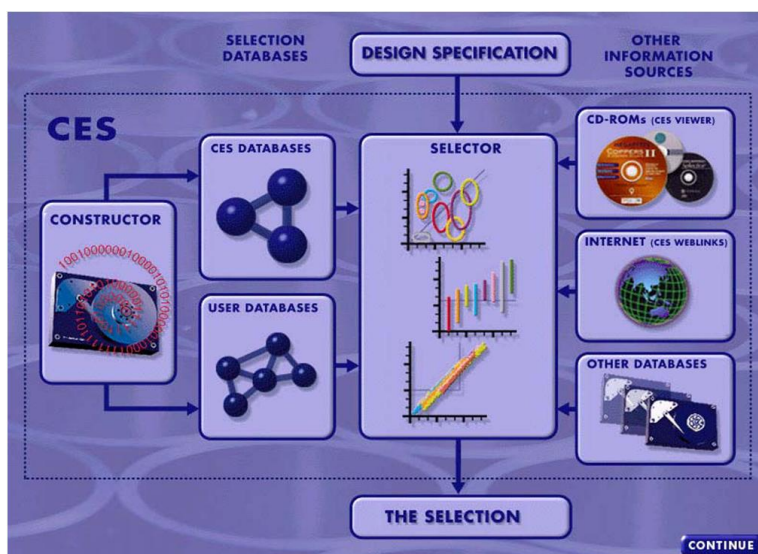
- идентификација материјала задавањем састава, ознаке или неког својства,
- информисање о својствима познатог материјала,
- сортирање и елиминација материјала на основу задатих вредности или кључних речи,
- тражење оптималних материјала помоћу функција и критеријума вредновања,
- вођени избор и саветовање путем уграђене логике избора.

Ако за доношење одлука нису довољни само подаци него су потребни искуство и специфична знања, примењују се методе вештачке интелигенције уграђене у експертне системе. Такви системи теже давању експертних савета и одлука па се у њима налазе скупови тзв. производних правила која чине "механизам одлучивања". Путем правила репрезентују се сазнања на различитим нивоима – од пресликавања захтева у својства материјала, преко корелације између својстава, па до препорука о прикладним материјалима. Помоћу правила убрзава се процес закључивања и доношења одлука у односу на класична претраживања и упоређивања својстава. При развоју ЕС основни проблем представља проналажење експерата који могу прикладно да презентују потребно знање и поступак одлучивања тзв. "инжењери знања" чији је задатак да прикупе, систематизују и обликују експертно знање и поступке и то пренесу на рачунар.

До данас су развијени следећи CES пакети:

- **CES MATERIALS** је основни пакет који инкорпорира модуле материјала и садржи механичке, електричне, термалне особине материјала, као и карактеристике отпорности материјала за различита стања околине. Покрива око 3000 метала, керамику, полимере, композите и природне материјале (дрво). CES MATERIALS у себи садржи апликативне програме као што су:
 - CES SELECOR,
 - MATERIAL DATABASE,
 - CES VIEWER,
 - CES INDEPETH,
 - CES WEBLINKS.
- **CES ENGINEER** је пакет који поред садржаја CES MATERIALS додатно садржи и модуле о производним процесима, тј. њихове описе као и физичке и економске атрибуте (125 различитих процеса),
- **CES ENGINEER PRO** је унапређени CES ENGINEER са додатком CES CONSTRUCTOR модула, који даје могућност вршења измена (едитовања) у постојећим базама података материјала, као и стварања нових база,
- **CES SELECTOR** – CES систем је састављен од низа повезаних модула. Као што је приказано на слици 6.2. Избор материјала је вођен дизајном конструкције (design), што значи да су улазни подаци (input) управо захтеви конструкције. Ови захтеви се даље преводе у налоге за избор материјала и особине процеса обраде.

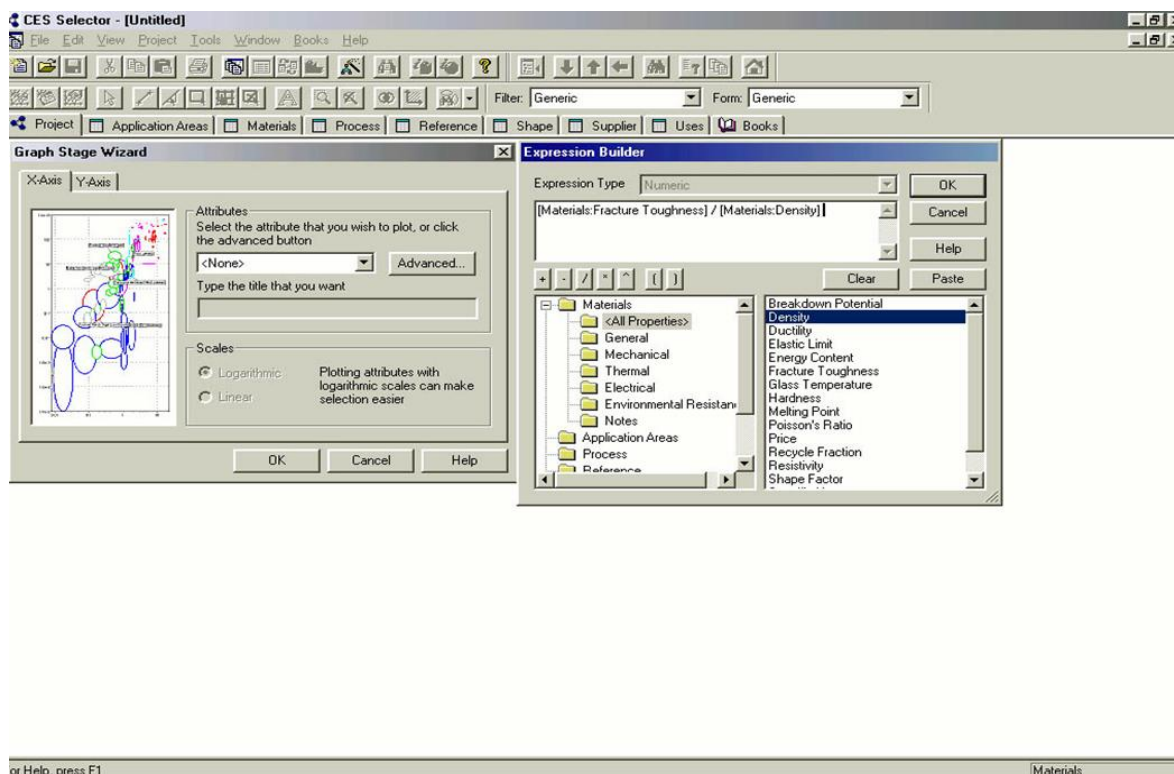
Ces Selector је централни модул CES система и он омогућава инжењерима да изаберу, из постојећих база података материјала, мање ентитете (групе) материјала који оптимално задовољавају захтеве конструкције.



Слика 6.2 Шема рада CES система-Модул CES система

Програм даље нуди креирање секвенци изборних карата које дају визуелни приказ важних атрибута (особина или комбинације особина) материјала или процеса. што можемо видети на слици 6.3.

CES SELECTOR омогућује бројне друге алате са софистицираном стратегијом и аутоматски задржава правац резултата избора. Могуће је приказати изборну карту као комбинацију две особине, до комбинације четири особине где би однос (коэффициент) две особине био придружен једној од оса изборне карте



Слика 6.3 Прозор за креирање секвенци изборних карата путем комбинације захтеваних карактеристика

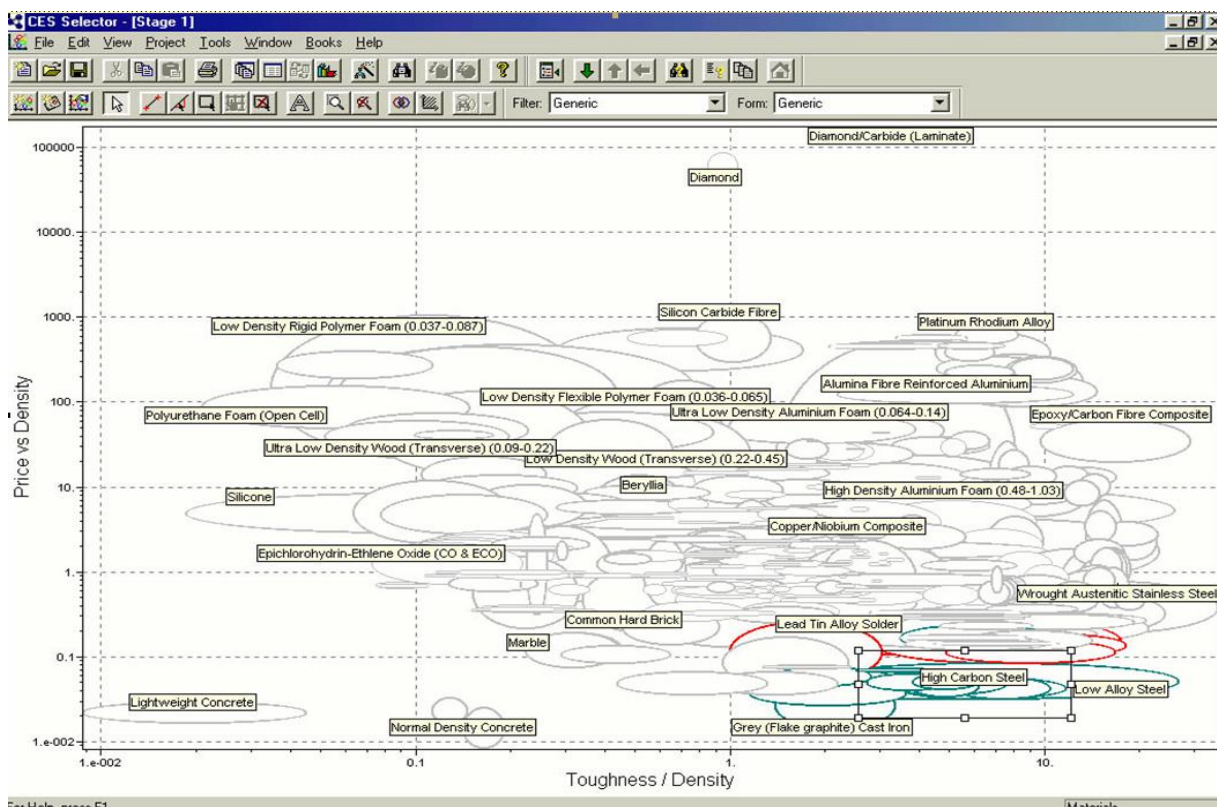
Када је реч о изборној карти за тражену комбинацију особина, приказ ранжираних особина представља први корак у избору материјала. Ове карте (Слика 6.4) дају ранг листе потенцијалних кандидата (материјала), али оне могу бити дуге и са доста неразјашњених ствари. Наравно, комбинацијом више карти (критеријума) може се знатно сузити опсег могућих кандидата. У једном тренутку, када је пронађен ентитет (група) задовољавајућих материјала, програм CES SELECTOR омогућује директан приступ великом извору додатних информација:

- додатни фајлови за претраживање, база података омогућени од стране Granta Design-a, или других произвођача на инсталацијским CD-Rom-овима,
- текстови, слике и табеларни подаци пронађени (сортирани) у приручницима,
- путем интернета (Granta's unique Weblinks system).

Ови извори информација нам дају додатне референце и карактеристике материјала из већ изабраног уског ентитета (групе) кандидата (материјала):

- репутација материјала,
- случајеви употребе материјала,
- упозорења везана за слабости материјала,
- последице на околину услед употребе материјала.

Овај иако сложен систем за избор материјала не може дати одговор на тражену апликацију у конкретном материјалу (један конкретан материјал) већ нуди као решење мањи скуп различитих материјала, па се коначни избор једног материјала оставља поново кориснику (инжењеру, дизајнеру-кориснику) уз помоћ додатних информација.



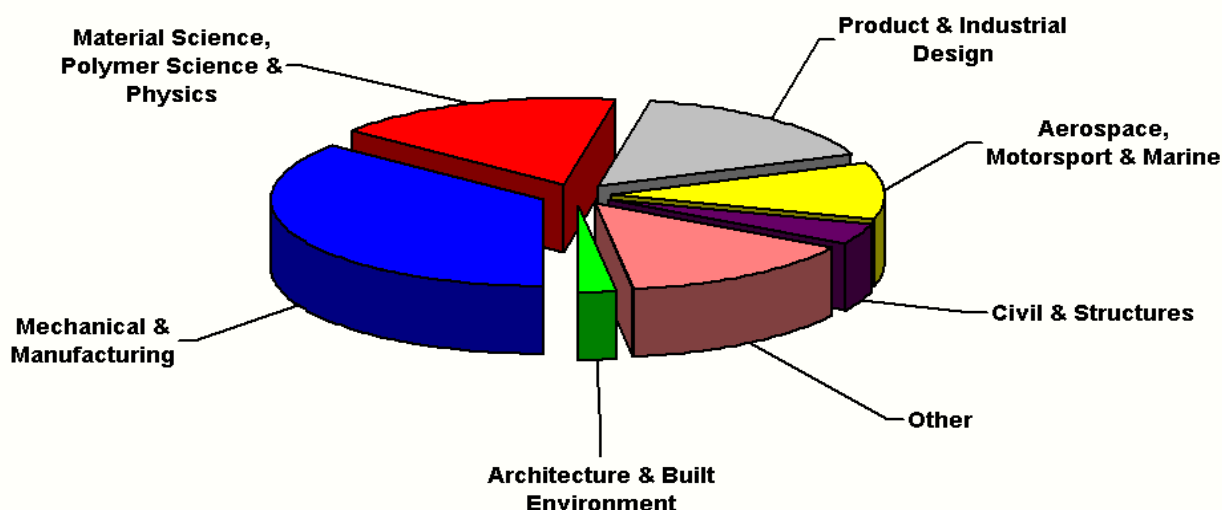
Слика 6.4 Изборна карта за тражену комбинацију особина. Свака елипса представља границе једног материјала (назив материјала је приказан селекцијом елипсе, црним текстом на жутој позадини). Правоугаона селекција у доњем десном углу карте, представља подручје прихватљиве комбинације особина-ентитет (група) прихватљивих материјала.

7. Избор материјала помоћу експертног система CES Selector (EduPack)

Како је број информација о материјалима из дана у дан све већи истраживачи, инжењери, конструктори, технолози се све теже сналазе у шуми тих података и информација уз помоћ класичних помагала (приручника, каталога, часописа, књига).

Пораст броја информација је условио потребу за формирањем савремених информацијских и комуникацијских система помоћу којих се резултати истраживања и испитивања материјала брзо преносе до корисника.

CES EduPack је водећи светски ресурс за учење о материјалима у инжењерству, науци, обради и дизајну (Слика 7.1). Овај експертни систем обједињује информације о материјалима и специјализоване софтверске алатке, које пружају моћан, једноставан за коришћење и врло сликовит начин за истраживање и избор материјала и процеса. Све информације о материјалима су допуњене разним радовима, уџбеницима, предавањима, пројектима и вежбама.

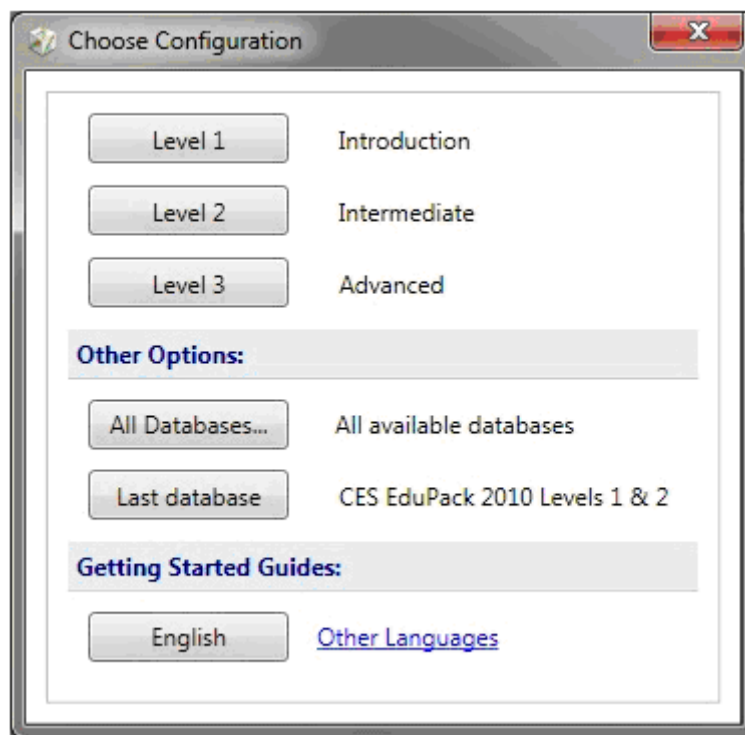


Слика 7.1 Где се све користи CES EduPack

CES EduPack софтвер садржи три нивоа база података и база знања:

- Ниво 1 (Level 1) обухвата око 70 најраспрострањенијих материјала из класе метала, полимера, композита, керамике, пене и природних материјала. Садржи опис и слике материјала у већ познатом производу, типичне апликације као и ограничења података за механичка, термичка и електрична својства уз могућност рангирања истих тамо где је то потребно,
- Ниво 2 (Level 2) обухвата око 100 најраспрострањенијих материјала и око 110 највише коришћених процеса. Садржи читав садржај Нивоа 1 који је још допуњен опширнијим нумеричким подацима, дизајнерским смерницама, еколошким својствима материјала и техничким белешкама,
- Ниво 3 (Level 3) поседује основну базу података која поседује више од 3000 материјала укључујући и оне у нивоима 1 и 2. Садржи још и специјална издања из области ваздухопловства, архитектуре, полимера, био-материјала. Обухвата бројчане податке за све материјале омогућавајући на тај начин максимално искоришћење софтвера при избору неке врсте материјала.

Приликом покретања софтвера CES EduPack појављује нам се прозор помоћу којег бирамо један од претходно наведених нивоа, што видимо на слици 7.2.



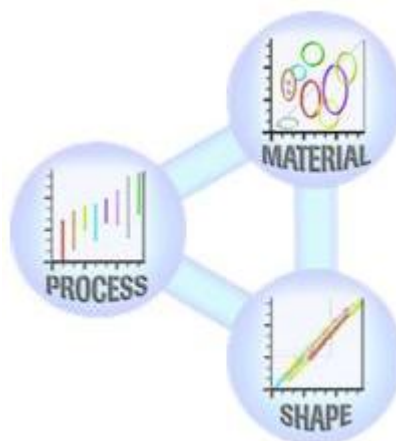
Слика 7.2 Први корак при покретању софтвера CES EduPack

Сваки од ових нивоа поседује низ табела са подацима о материјалима, од којих су најзначајније **materials, shaping processes, joining processes, surface treatment**.

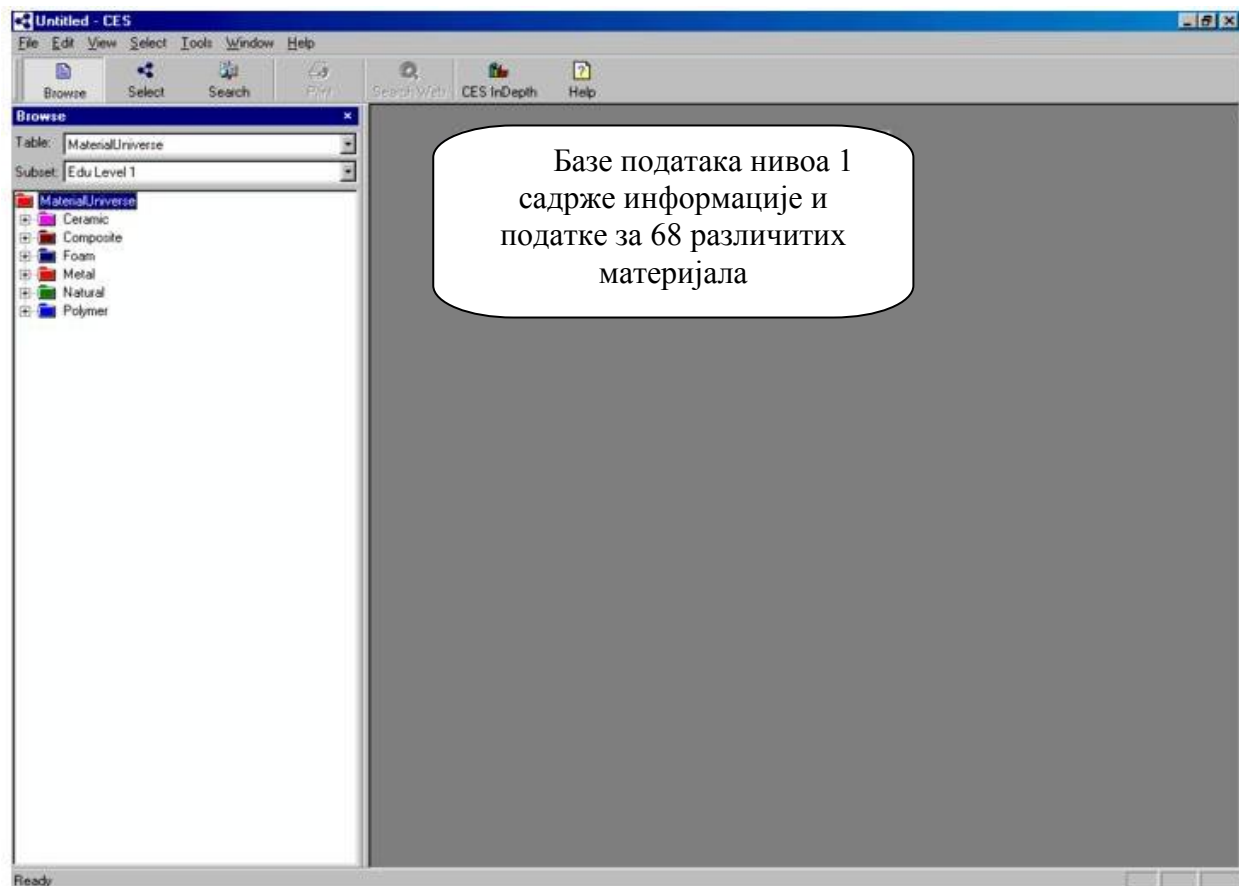
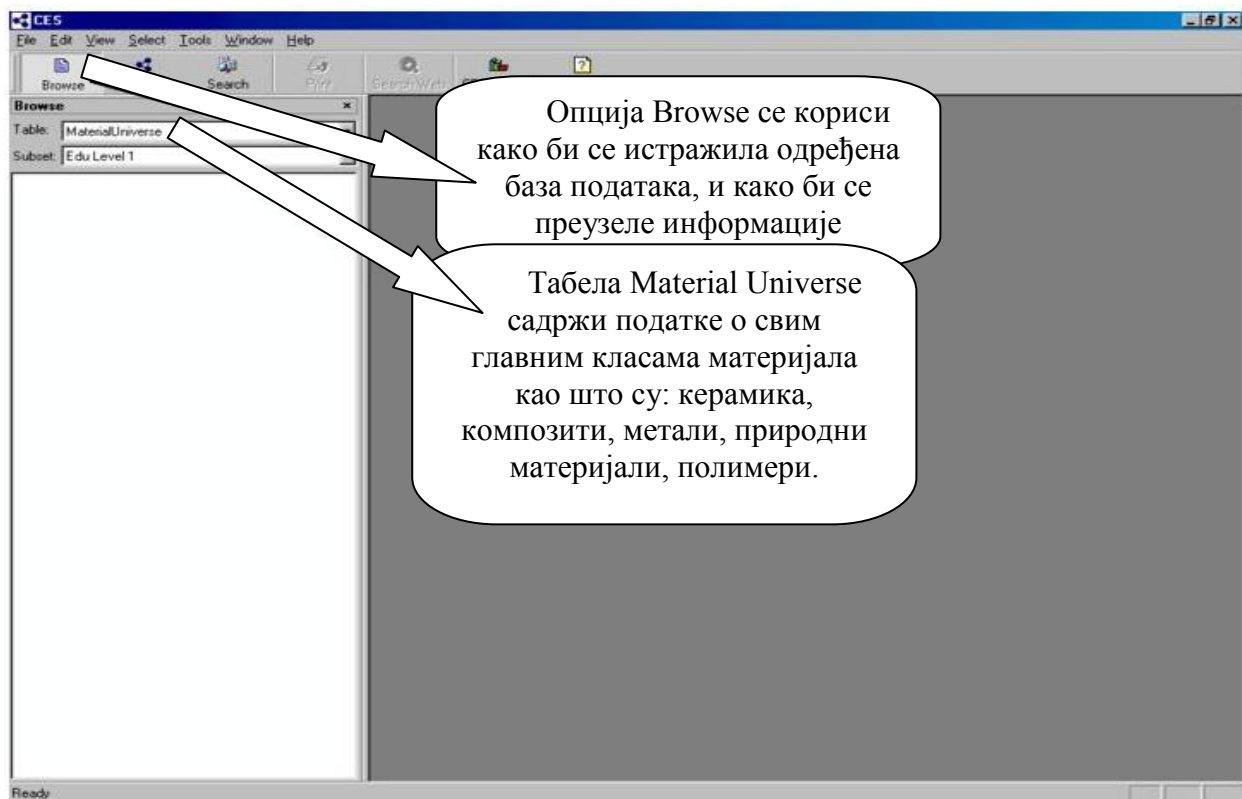
Сваки од ова три нивоа, можемо истражити помоћу следећих алатки:

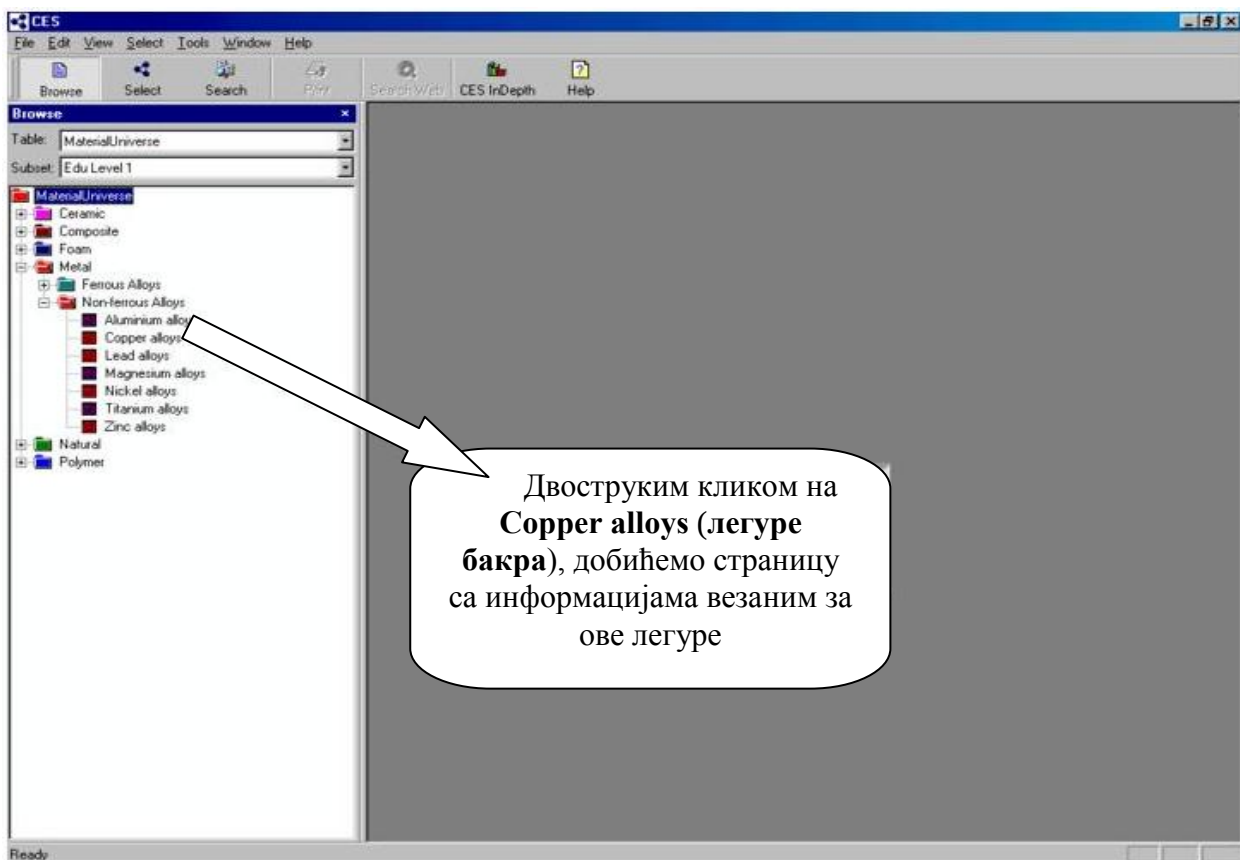
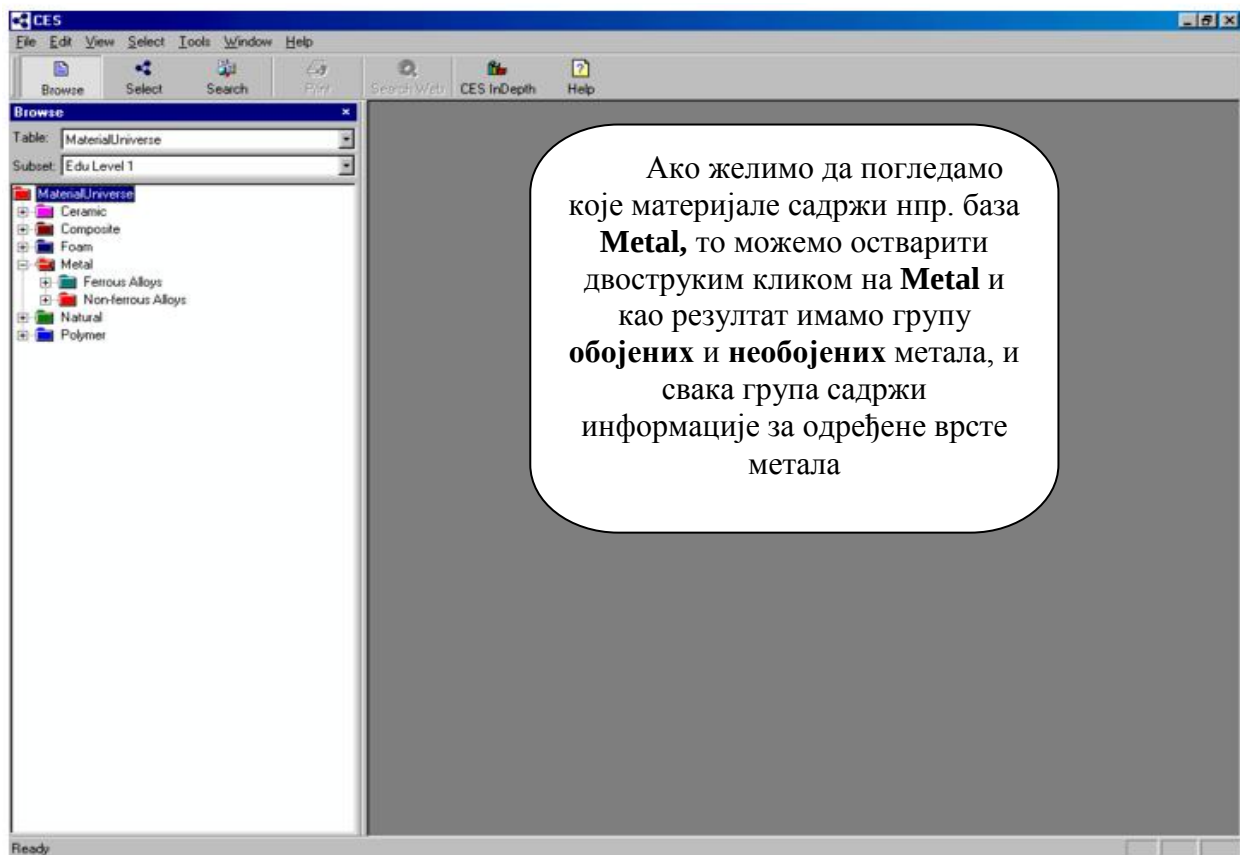
- **BROWSING** алатка, помоћу које можемо истражити базу података и преузети записе,
- **SEARCHING** алатка, помоћу које проналазимо потребну информацију потпуном претрагом свих текстуалних записа,
- **SELECTION** алатка, представља методу селекције записа који одговарају траженим критеријумима.

7.1. Ниво 1 – The Level 1 Database



Као што је већ раније речено, ниво 1 садржи око 70 најраспрострањенијих материјала из класе метала, полимера, композита, керамике, стакла, пене и природних материјала.





CES - [MaterialUniverse: \Metal\Non-ferrous Alloys]

File Edit View Select Tools Window Help

Browse Select Search Print Search Web CES InDepth Help

Table: MaterialUniverse
Subset: Edu Level 1

MaterialUniverse

- Ceramic
- Composite
- Foam
- Metal
 - Ferrous Alloys
 - Non-ferrous Alloys
 - Aluminum alloys
 - Copper alloys**
 - Lead alloys
 - Magnesium alloys
 - Nickel alloys
 - Titanium alloys
 - Zinc alloys
- Natural
- Polymer

Copper alloys

Description

The Material

Victorian times you washed your clothes in a 'copper' - a vat or tank of beaten copper sheet, heated over a fire; device exploited both the high ductility and the thermal conductivity of the material. Copper has a distinguished place in the history of civilization: it enabled the technology of the Bronze age (3000 BC - 1000 BC). It is used in many forms: as pure copper, as copper-zinc alloys (brasses), as copper-tin alloys (bronzes), and as copper-nickel and copper-beryllium. The designation of 'copper' is used when the percentage of copper is more than 99.3%.

Composition

Cu with up to 40% Zn or 30% Sn, Al or Ni

The material in a product



Figure caption

Copper and brass are exceptionally ductile and able to be worked to complex shapes.

General properties

Density	8.93	- 8.94	Mg/m ³
Price	1.897	- 4.377	USD/kg

Figure caption

Copper and brass are exceptionally ductile and able to be worked to complex shapes.

General properties

Density	8.93	- 8.94	Mg/m ³
Price	1.897	- 4.377	USD/kg

Mechanical properties

Young's Modulus	112	- 148	GPa
Elastic Limit	30	- 500	MPa
Tensile Strength	100	- 550	MPa
Elongation	3	- 50	%
Hardness - Vickers	44	- 180	HV
Endurance Limit	60	- 200	MPa
Fracture Toughness	30	- 90	MPa.m ^{1/2}

Thermal properties

Maximum Service Temperature	350	- 620	K
Thermal Expansion	16.9	- 18	μstrain/K
Thermal Conductivity	160	- 390	W/m.K
Specific Heat	372	- 388	J/kg.K

Electrical properties

Conductor or insulator?	Good conductor	
-------------------------	----------------	--

Optical properties

Transparent or opaque?	Opaque	
------------------------	--------	--

Supporting information

Typical uses

Electrical wiring, cables, busbars, high strength, high conductivity wires and sections, overheads lines, contact wires, resistance-welding electrodes, terminals, high conductivity items for use at raised temperatures, heat exchangers, coinage, pans, kettles and boilers, plates for etching and engraving, roofing and architecture, cast sculptures.

Свака страница садржи податке као што су: опис материјала

Слику неког свакодневног производа, који је израђен од посматраног материјала

Опште карактеристике

Механичке карактеристике

Термичке, електричне и оптичке карактеристике

Где се најчепће користи

Везе између посматраног материјала и предмета у другим табелама

Кликом на линк **ProcessUniverse**, видимо начине за обраду легура бакра

Property	Value	Unit
Elastic Limit	30	MPa
Tensile Strength	100	MPa
Elongation	3	%
Hardness - Vickers	44	HV
Endurance Limit	60	MPa
Fracture Toughness	30	MPa.m ^{1/2}

Property	Value	Unit
Maximum Service Temperature	350	K
Thermal Expansion	16.3	μstrain/K
Thermal Conductivity	180	W/m.K
Specific Heat	372	J/kg.K

Electrical properties

Property	Value	Unit
Good conductor		

Optical properties

Property	Value	Unit
Opaque		

Starting information

Uses

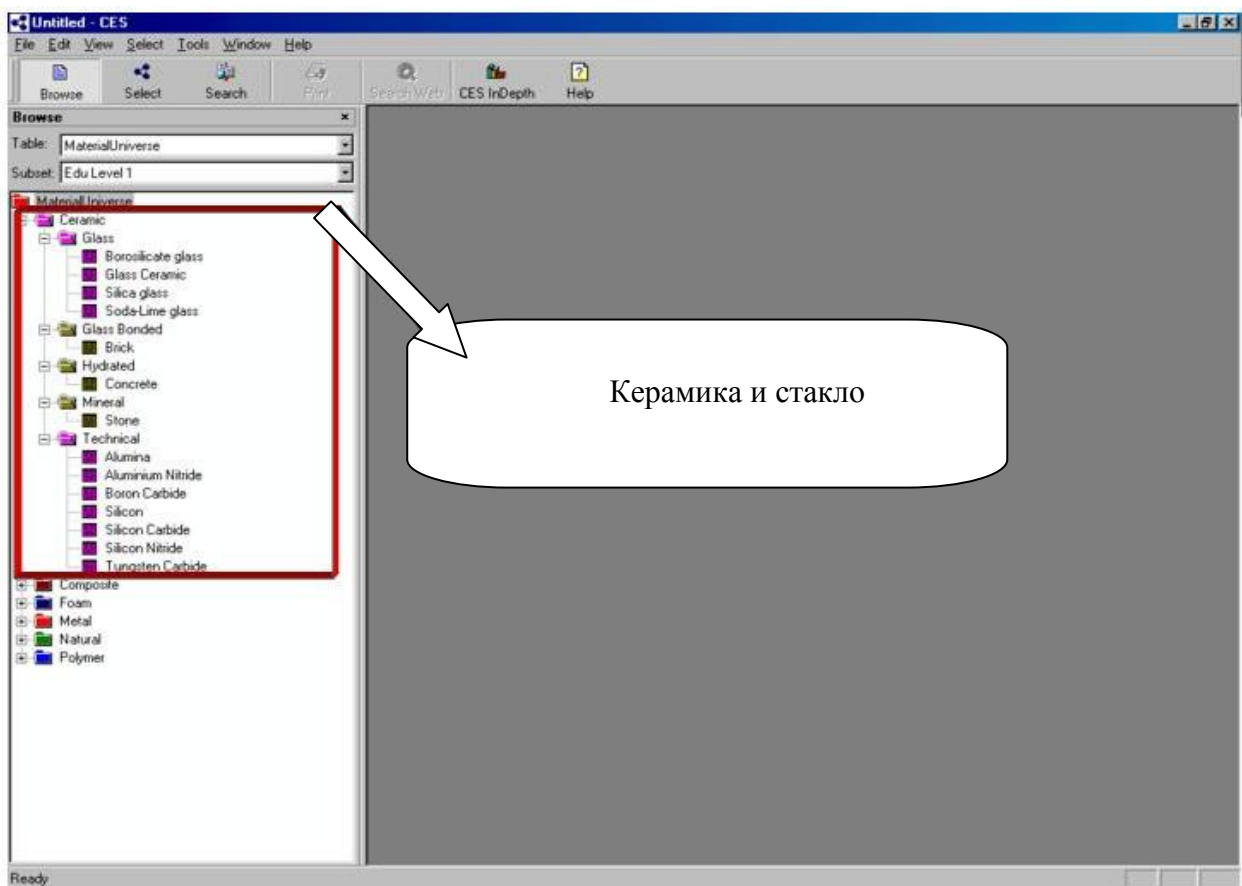
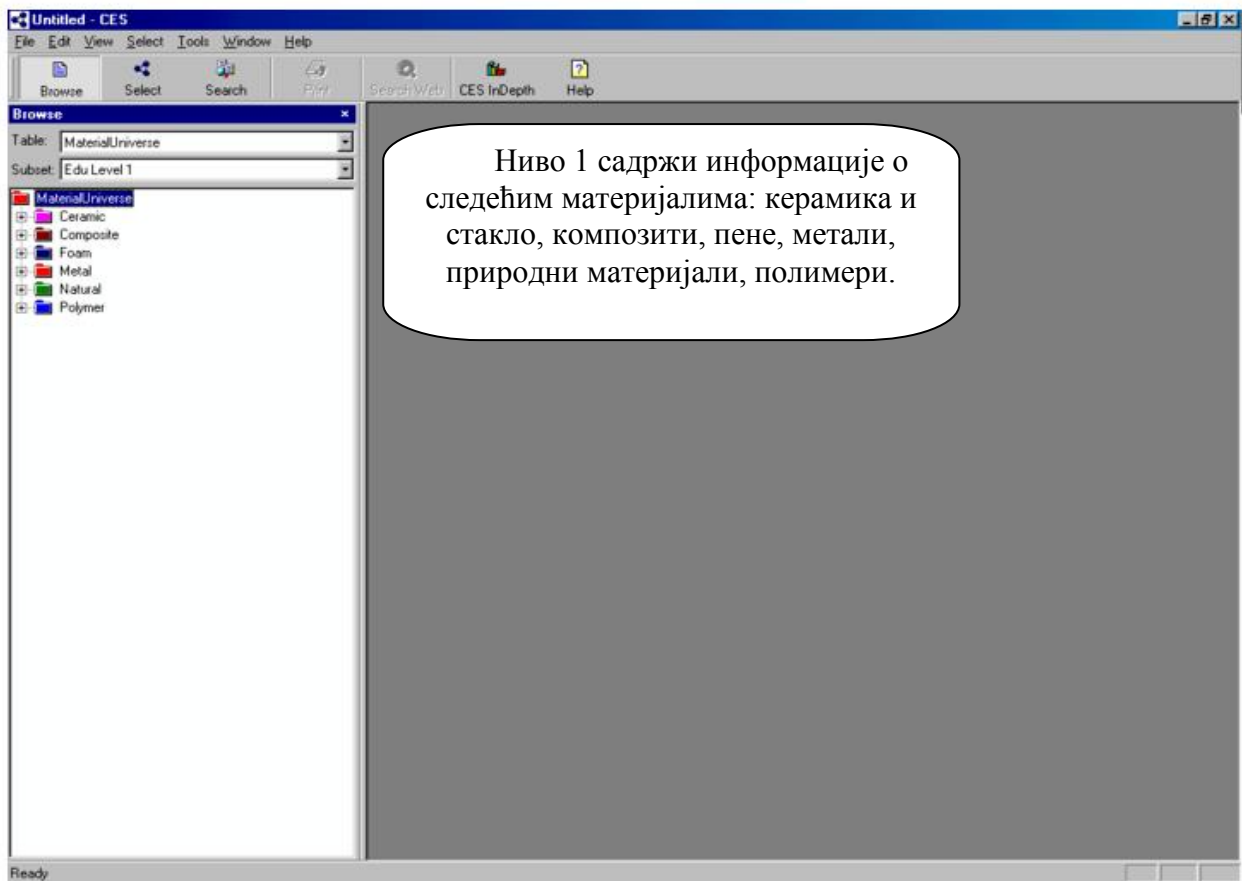
Wiring, cables, busbars, high strength, high conductivity wires and sections, overheads lines, contact resistance-welding electrodes, terminals, high conductivity items for use at raised temperatures, heat exchangers, pans, kettles and boilers, plates for etching and engraving, roofing and architecture, cast

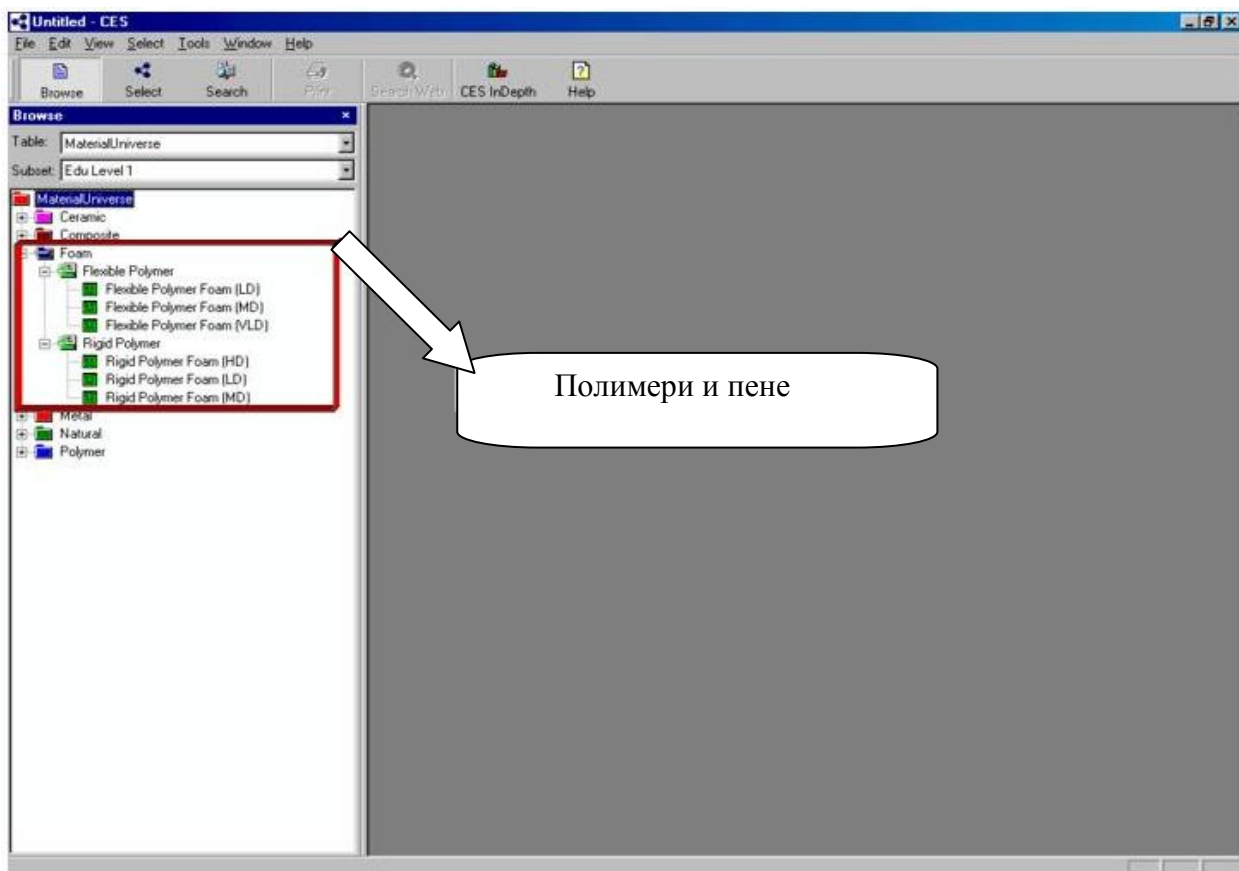
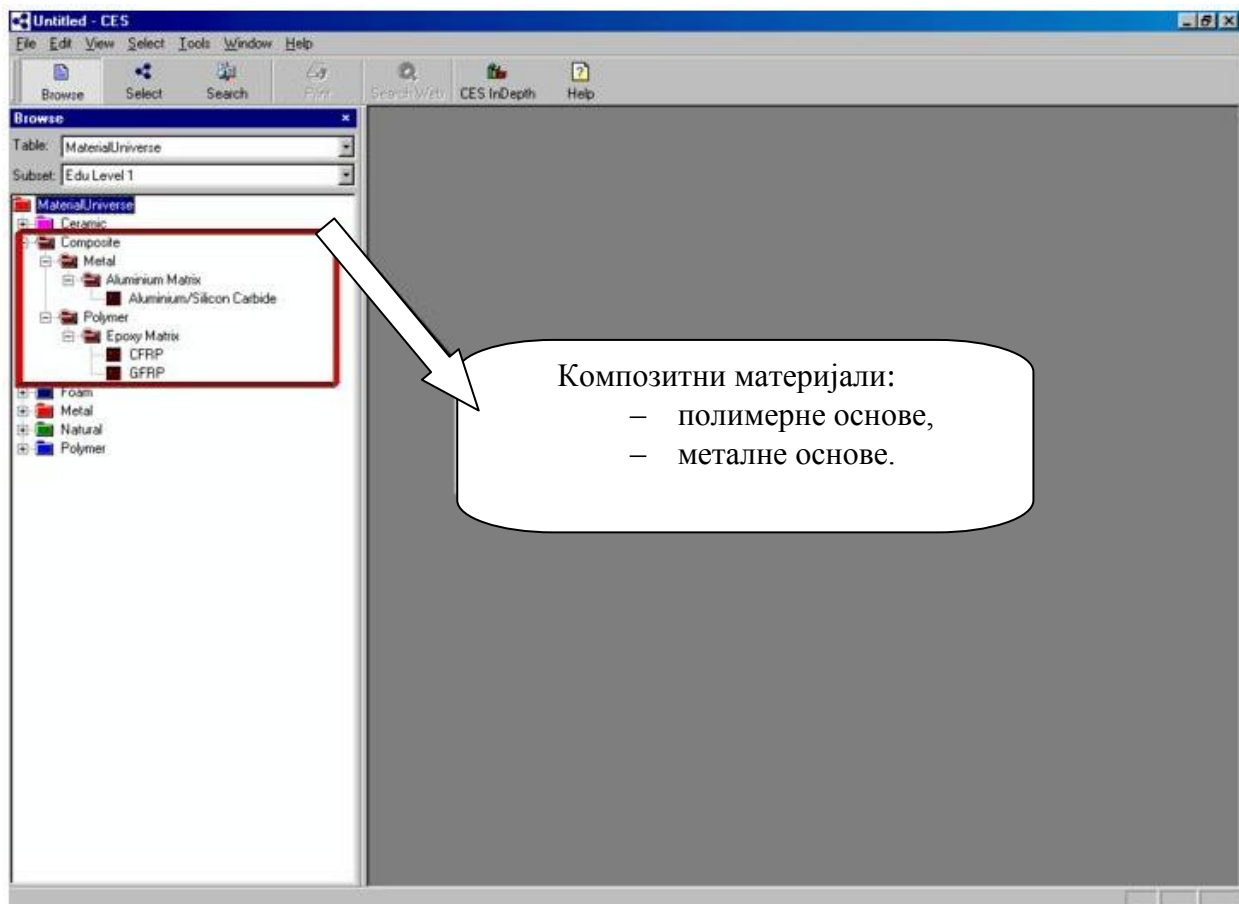
ProcessUniverse

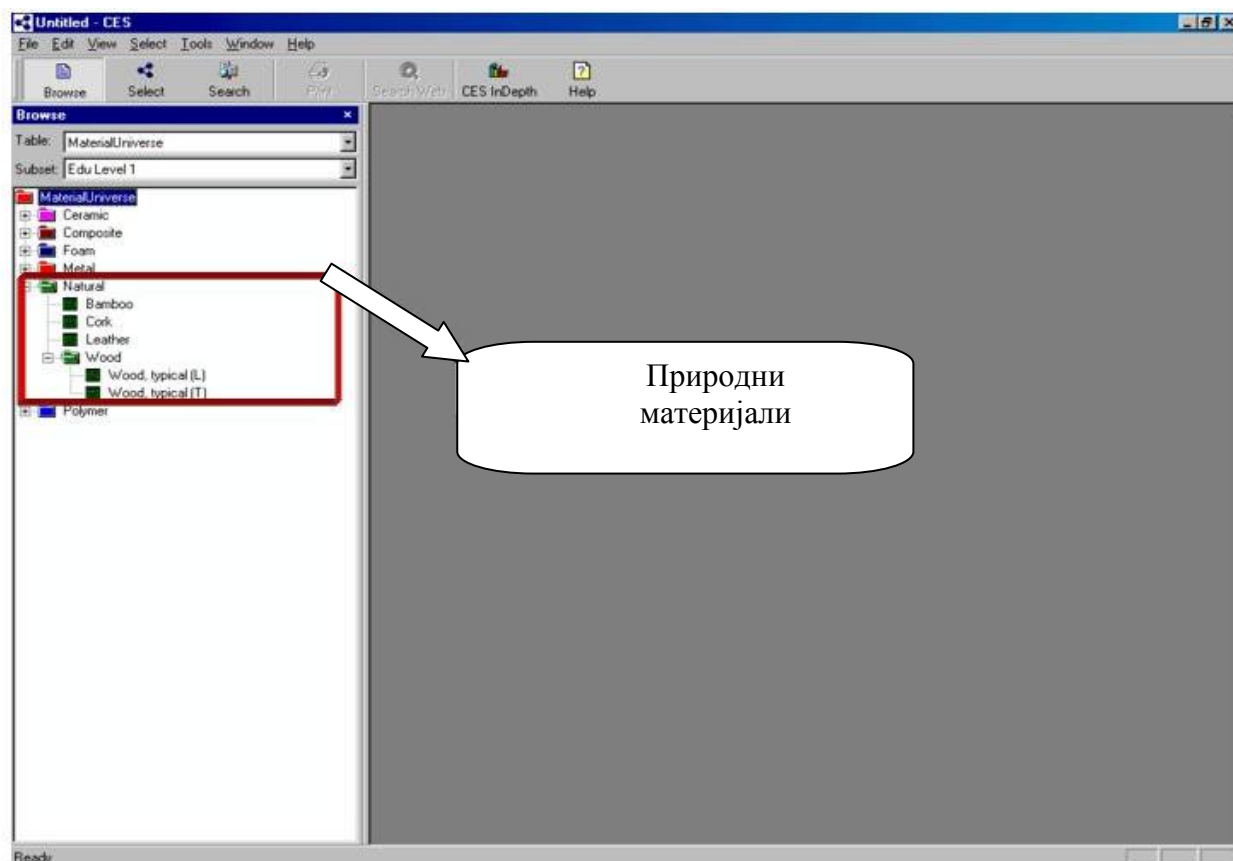
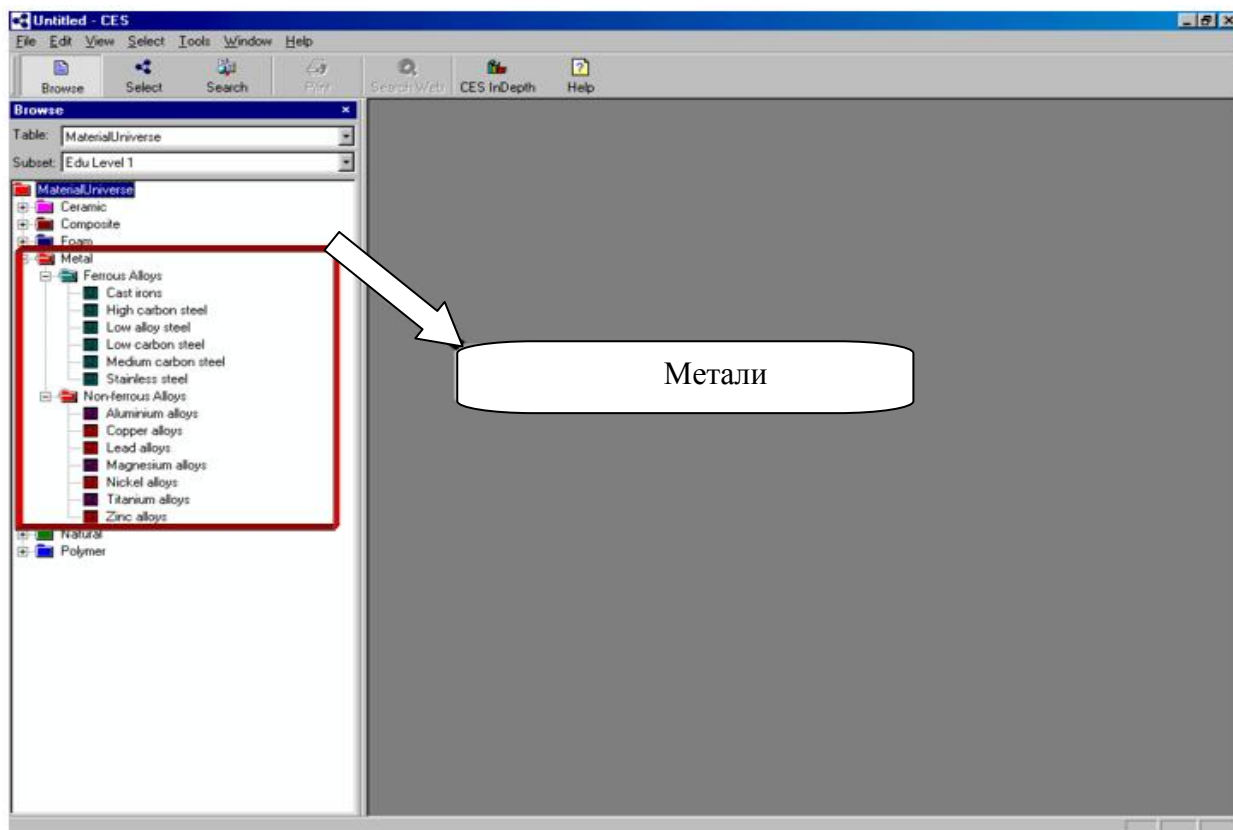
- JOINING
 - Adhesives
 - Fasteners
 - Mechanical Welding
 - Thermal Welding
- SHAPING
 - Casting
 - Die Casting
 - Investment Casting
 - Sand casting
 - Deformation
 - Extrusion
 - Rolling and forging
 - Sheet forming
 - Machining
 - Manual machining
 - Powder methods
- SURFACE TREATMENT
 - Painting and Printing
 - Polishing / Etching / Working / Texturing
 - Surface coatings

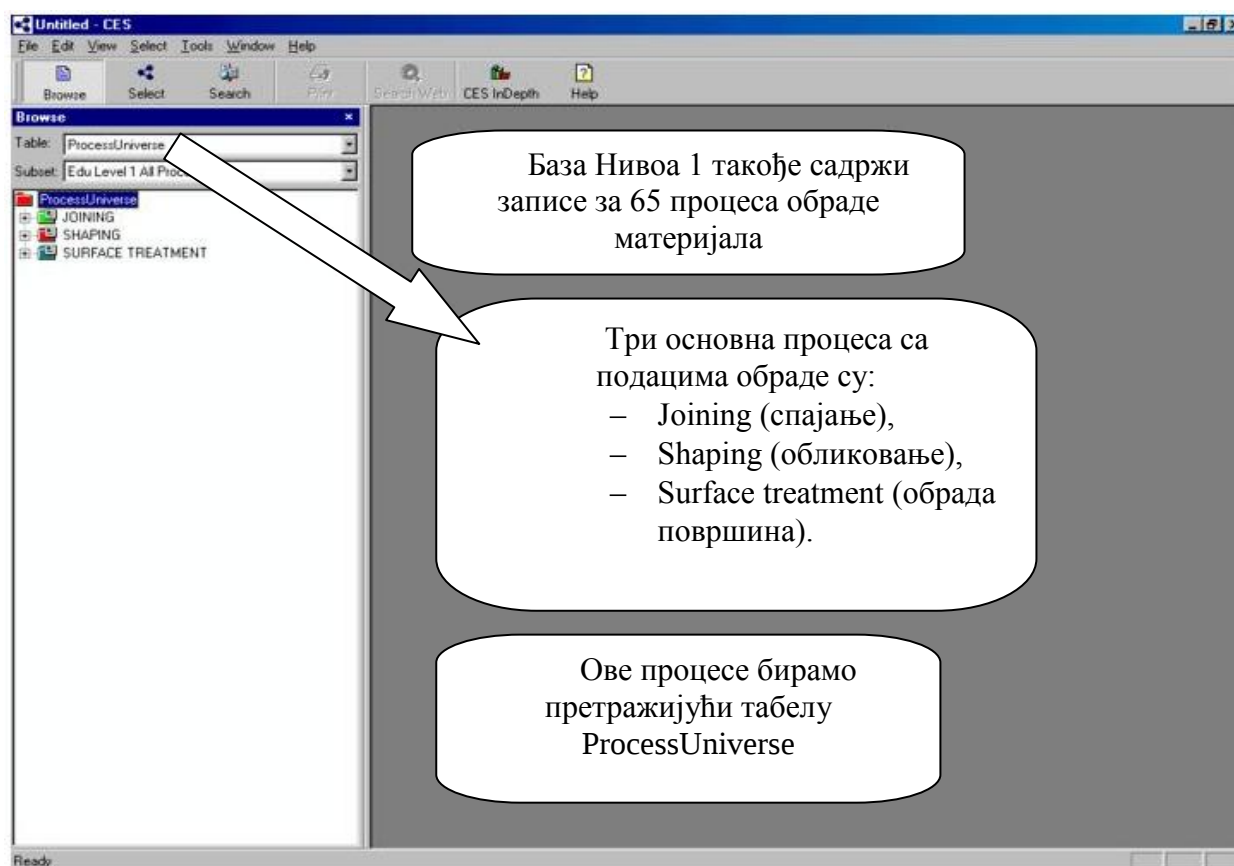
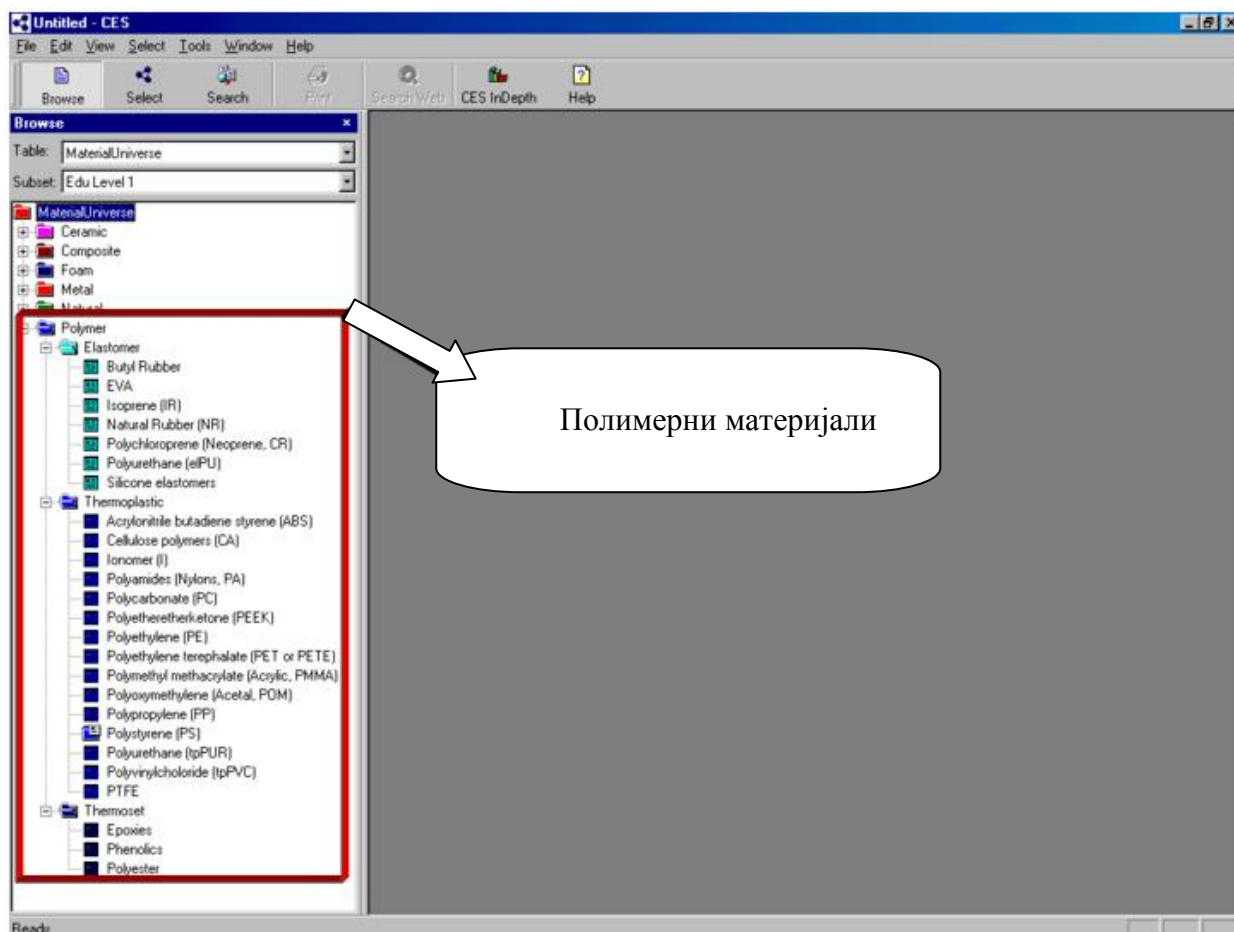
Постоје следећи процеси:

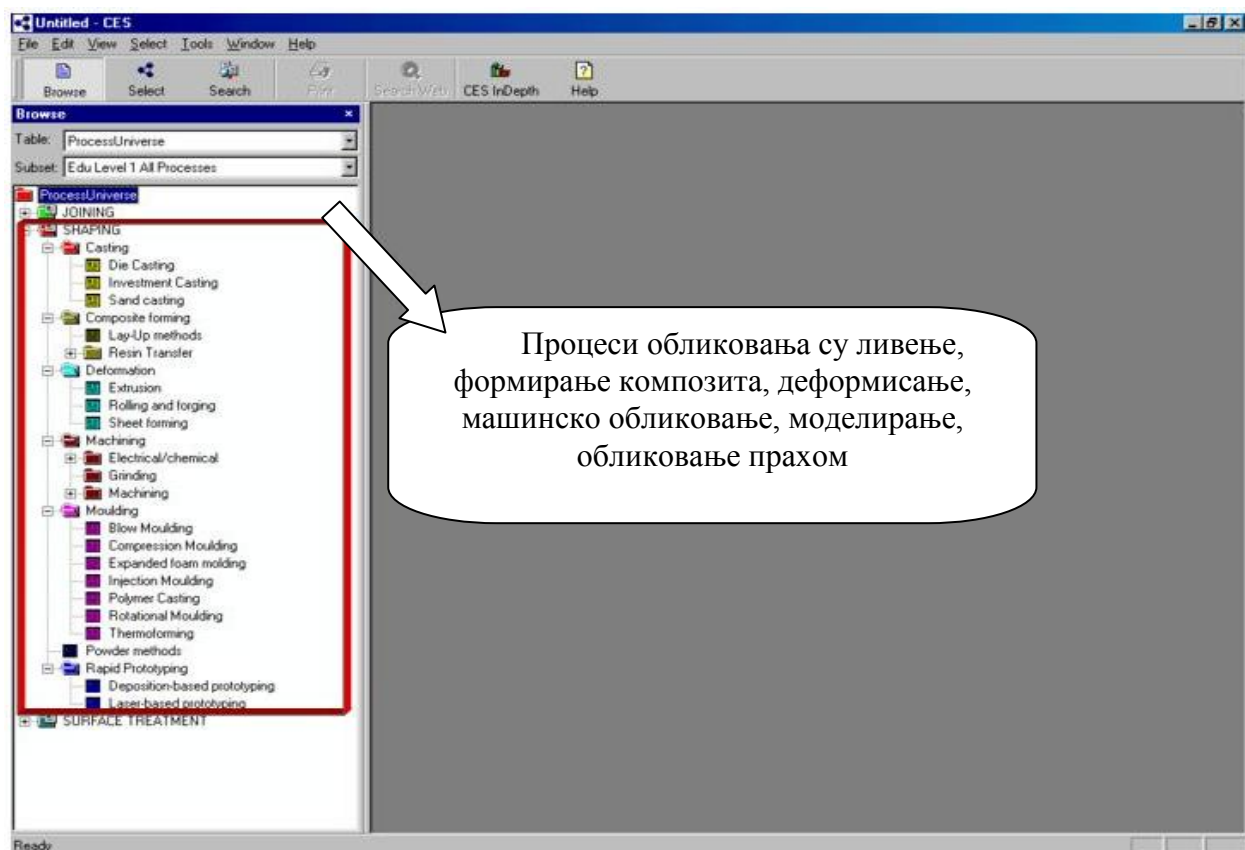
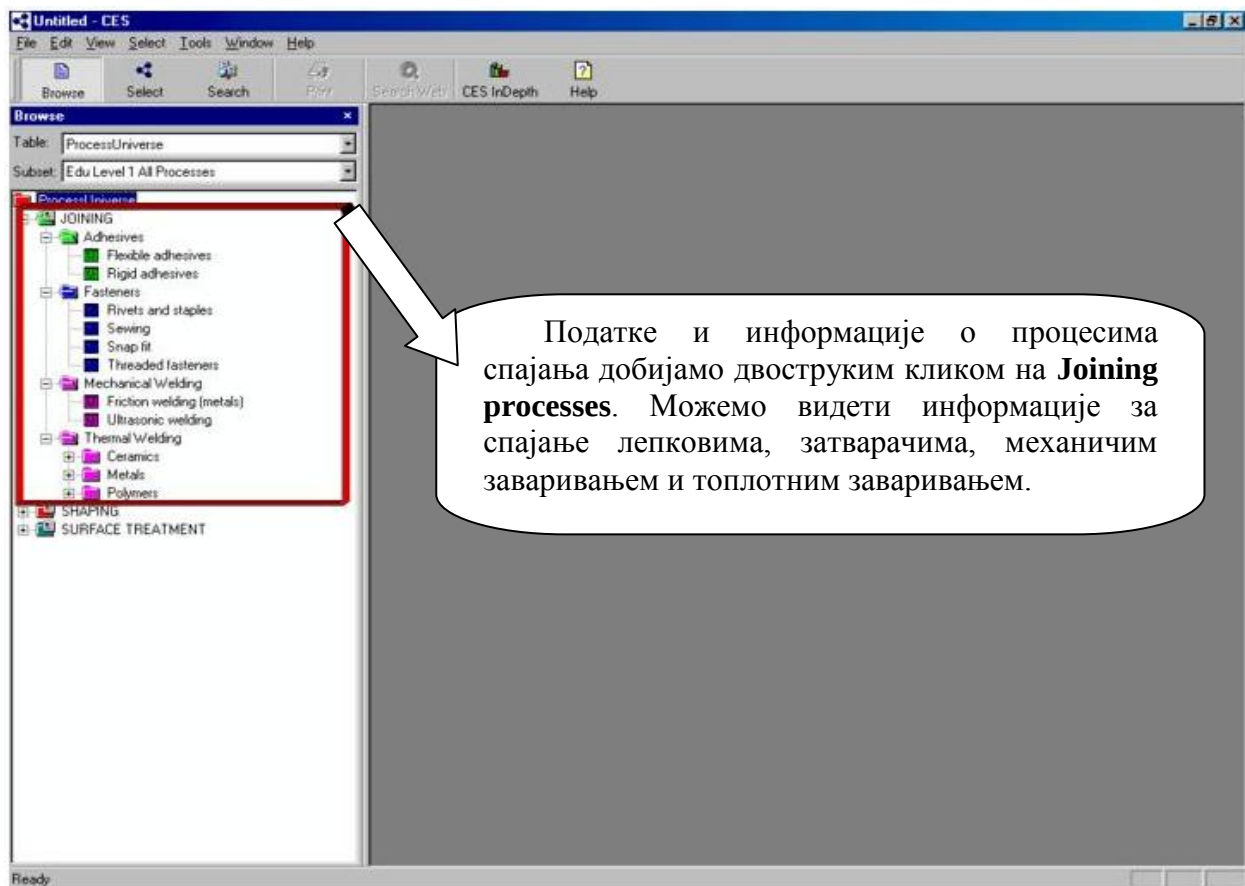
- Спајање JOINING,
- Обликовање SHAPING,
- Обрада површина SURFACE TREATMENT.

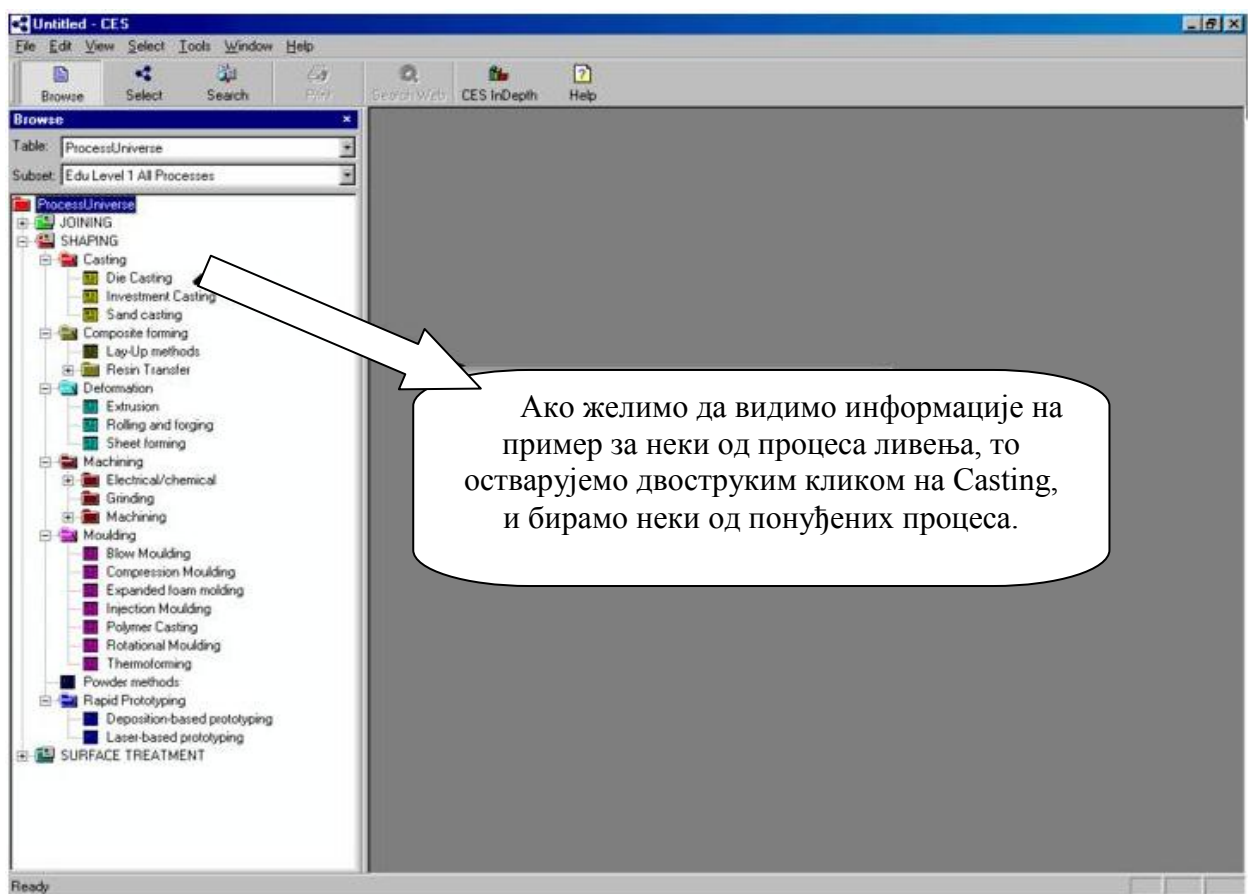
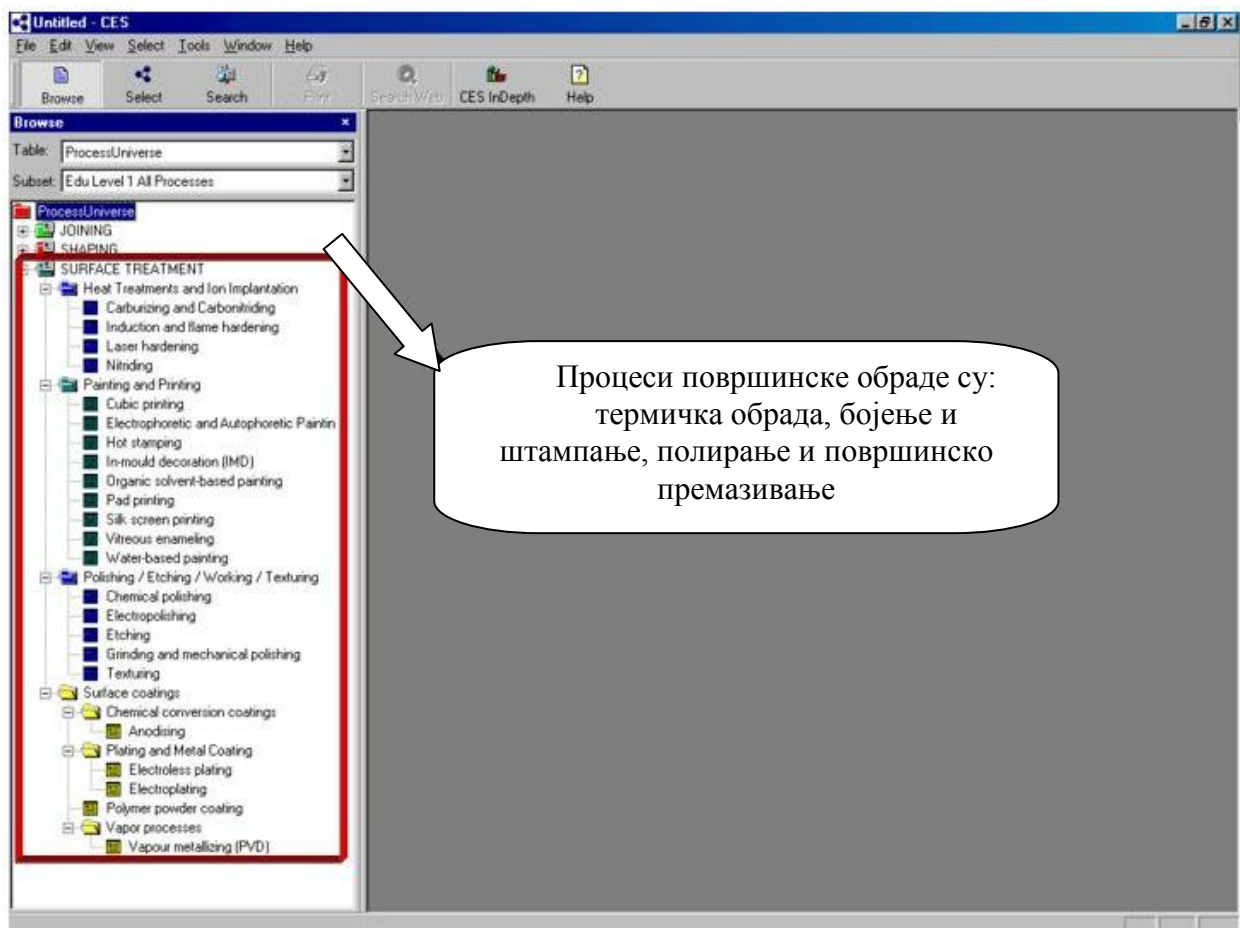












Untitled - CES - [ProcessUniverse:\SHAPING\Casting]

File Edit View Select Tools Window Help

Browse Select Search Print Search Web CES InDepth Help

Browse

Table: ProcessUniverse

Subset: Edu Level 1 All Processes

ProcessUniverse

- JOINING
- SHAPING
 - Casting
 - Die Casting
 - Investment Casting
 - Sand casting
 - Composite forming
 - Lay-Up methods
 - Resin Transfer
 - Deformation
 - Extrusion
 - Rolling and forging
 - Sheet forming
 - Machining
 - Electrical/chemical
 - Grinding
 - Machining

Die Casting

Description

The process

Most small aluminum, zinc or magnesium components with a complex shape - camera bodies, housings, the chassis of video recorders - are made by die casting. It is to metals what injection molding is to polymers, and the two compete directly. In the process, molten metal is injected under high pressure into a metal die through a system of runners and gates. The pressure is maintained until the component is solid, when the die is opened and the component ejected. The dies are precision-machined from heat-resistant steel and are water cooled to increase

Process Schematic

Crucible

Fixed Die

Moving Die

Ejector Pins

Plunger

Die Cavity

No 7-3/05

Die Casting

Ready

Сваки од процеса садржи опис процеса

Шематски приказ како процес функционише

Untitled - CES - [ProcessUniverse:\SHAPING\Casting]

File Edit View Select Tools Window Help

Browse Select Search Print Search Web CES InDepth Help

Browse

Table: ProcessUniverse

Subset: Edu Level 1 All Processes

ProcessUniverse

- JOINING
- SHAPING
 - Casting
 - Die Casting
 - Investment Casting
 - Sand casting
 - Composite forming
 - Lay-Up methods
 - Resin Transfer
 - Deformation

Die Casting

Physical Attributes

Mass range	0.05	- 15	kg
Range of section thickness	1	- 8	mm

Economic Attributes

Economic batch size (units)	5000	- 1e+006
Relative tooling cost	high	
Relative equipment cost	high	
Door intensity	low	

Process Characteristics

Discrete	✓
----------	---

Shape

Circular Prismatic	✓
Non-circular Prismatic	✓
Solid 3-D	✓
Hollow 3-D	✓

Supporting Information

Typical uses

Record player and video player chassis, pulleys and drives, motor frames and cases, switch-gear housings, housings for small appliances and power tools, carburettor and distributor housings, housings for gearboxes and clutches.

Links

Reference	
Structural Sections	
Supplier	
MaterialUniverse	

No warranty is given for the accuracy of this data. Values marked * are estimates

Die Casting

Ready

Физичке карактеристике

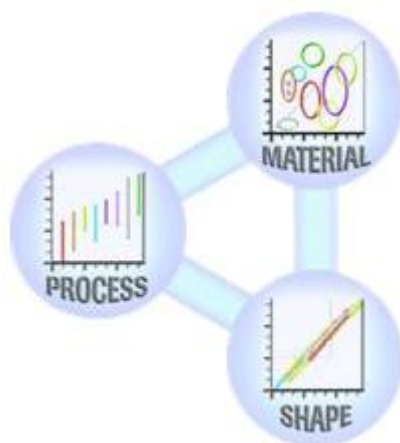
Економске карактеристике

Типови процеса и

Најчешће коришћење

Линкови за друге табеле

7.2. Ниво 2 – The Level 2 Ddatabase



Ниво 2 обухвата око 100 најраспрострањенијих материјала и око 110 највише коришћених процеса. Садржи читав садржај **Нивоа 1** који је још допуњен опширним нумеричким подацима, дизајнерским смерницама, еколошким својствима материјала и техничким белешкама.

CES - [MaterialUniverse:Polymer\Thermoplastic]

File Edit View Select Tools Window Help

Browse Select Search Print Search Web CES InDepth Help

Previous Layout: Edu Level 2

Table: MaterialUniverse
Subset: Edu Level 1

MaterialUniverse

- Ceramic
- Composite
- Foam
- Metal
- Natural
- Polymer
 - Elastomer
 - Thermoplastic
 - Acrylonitrile butadiene styrene (ABS)
 - Cellulose polymers (CA)
 - Ionomer (I)
 - Polyamides (Nylons, PA)
 - Polycarbonate (PC)
 - Polyetheretherketone (PEEK)
 - Polyethylene (PE)
 - Polyethylene terephthalate (PET or PETE)
 - Polymethyl methacrylate (Acrylic, PMMA)
 - Polyoxymethylene (Acetal, POM)
 - Polypropylene (PP)
 - Polystyrene (PS)
 - Polyurethane (tpPUR)
 - Polyvinylchloride (tpPVC)
 - PTFE
 - Thermoset

Polycarbonate (PC)

Description

The Material

PC is one of the 'engineering' thermoplastics, meaning they have better mechanical properties than the cheaper 'commodity' polymers. The family includes the polyamide (PA), polyoxymethylene (POM) and polytetrafluorethylene (PTFE). The benzene ring and the carbonate group combine in pure PC to give it its unique characteristics of optical transparency and good mechanical properties and rigidity, even at relatively high temperatures. These properties make PC a good choice for applications such as compact disks, safety hard hats and housings for power tools. To enhance the properties of PC even further, it is possible to co-polymerize the molecule with other monomers (improves the flame retardant properties and resistance to softening), or to reinforce the PC with glass fibers (giving better mechanical properties at high temperatures).

Composition

$(O-(C_6H_4)-C(CH_3)_2-(C_6H_4)-CO)_n$

The material in a product

General properties

Density	1.14	- 1.21	Mg/m ³
Price	3.918	- 4.377	USD/kg
Energy Content	* 107	- 119	MJ/kg

Mechanical properties

Polycarbonate (PC)

База података нивоа 2 садрже више информација о материјалу од база података нивоа 1

CES - [MaterialUniverse:PolymerThermoplastic]

File Edit View Select Tools Window Help

Browse Select Search Print Search Web CES InDepth Help

Table: MaterialUniverse
Subset: Edu Level 1

MaterialUniverse

- Ceramic
- Composite
- Foam
- Metal
- Natural
- Polymer
 - Elastomer
 - Thermoplastic
 - Acrylonitrile butadiene styrene (ABS)
 - Cellulose polymers (CA)
 - Ionomer (I)

Polycarbonate (PC)



General properties

Density	1.14	- 1.21	Mg/m ³
Price	3.918	- 4.377	USD/kg
Energy Content	107	- 119	MJ/kg

Mechanical properties

Young's Modulus	2	- 2.44	GPa
Shear Modulus	0.7891	- 0.872	GPa
Poisson's Ratio	0.3912	- 0.4082	
Hardness - Vickers	17.7	- 21.7	HV
Elastic Limit	59	- 70	MPa
Tensile Strength	60	- 72.4	MPa
Compressive Strength	69	- 86.88	MPa
Elongation	70	- 150	%
Endurance Limit	22.14	- 30.81	MPa
Fracture Toughness	2.1	- 4.602	MPa·m ^{1/2}
Loss Coefficient	0.01639	- 0.0181	

Thermal properties

Glass Temperature	415	- 478	K
Maximum Service Temperature	374	- 417	K
Minimum Service Temperature	150	- 200	K
Thermal Expansion	120.1	- 136.8	µstrain/K
Thermal Conductivity	0.189	- 0.218	W/m.K
Specific Heat	1535	- 1634	J/kg.K

Polycarbonate (PC)

Енергетски
садржај (мере
утицаја на животну
средину)

4 додатне
механичке
карактеристике
2 додатне
топлотне
карактеристике

CES - [MaterialUniverse:PolymerThermoplastic]

File Edit View Select Tools Window Help

Browse Select Search Print Search Web CES InDepth Help

Table: MaterialUniverse
Subset: Edu Level 1

MaterialUniverse

- Ceramic
- Composite
- Foam
- Metal
- Natural
- Polymer
 - Elastomer
 - Thermoplastic
 - Acrylonitrile butadiene styrene (ABS)
 - Cellulose polymers (CA)
 - Ionomer (I)
 - Polyamides (Nylons, PA)
 - Polycarbonate (PC)
 - Polyetheretherketone (PEEK)
 - Polyethylene (PE)
 - Polyethylene terephthalate (PET or PETE)
 - Polymethyl methacrylate (Acrylic, PMMA)
 - Polyoxymethylene (Acetal, POM)
 - Polypropylene (PP)
 - Polystyrene (PS)
 - Polyurethane (tpPUR)
 - Polyvinylchloride (tpPVC)
 - PTFE

Polycarbonate (PC)

Electrical properties

Conductor or insulator?	Good insulator		
Resistivity	1e+020	- 1e+021	µhm.cm
Dielectric Constant	3.1	- 3.3	
Power Factor	8.6e-004	- 9.4e-004	
Breakdown Potential	15.7	- 19.17	1000000V/m

Optical properties

Transparent or opaque?	Optical Quality
------------------------	-----------------

Environmental resistance

Flammability	Good
Fresh Water	Very Good
Salt Water	Very Good
Weak Acid	Good
Strong Acid	Average
Weak Alkalis	Average
Strong Alkalis	Average
Organic Solvents	Poor
Sunlight (UV radiation)	Good
Oxidation at 500C	Very Poor
Wear resistance	Average

Supporting information

Design guidelines

The optical transparency and high impact resistance of PC make it suitable for bullet-resistant or shatter-resistant glass applications. It is readily colored. PC is usually processed by extrusion or thermoforming (techniques that impose constraints on design), although injection molding is possible. When designing for extrusion with thermoplastics, the wall thickness should be as uniform as possible to prevent warping, and projections and sharp corners avoided; features like hollows and lone unsupported die sections greatly increase the mould cost. The stiffness of the final part can be improved by the incorporation of corrugations or embossed ribs. PC can be reinforced using glass fibers to reduce shrinkage problems on cooling and to improve the mechanical performance at high temperatures.

Technical notes

The combination of the benzene ring and carbonate structures in the PC molecular structure give the polymer its unique characteristics of high strength and outstanding toughness. It can be easily blended with ABS or polyurethane. ABS/PC gets its flame retardance and UV resistance from polycarbonate at a lower cost than that of BS. PU/PC gets its rigidity from polycarbonate and flexibility and ease of coating from polyurethane.

Polycarbonate (PC)

4 додатне
електро
карактеристике

Отпорност на 11
природних утицаја као
што су запањевост,
вода, слана вода, слабе
и јаке киселине и др.

Base Level 2 contains useful additional information

Level 2 process, the data base contains more information about the processes than in the Level 1 case

Supporting information

Design guidelines
The optical transparency and high impact resistance of PC make it suitable for bullet-resistant or shatter-resistant glass applications. It is readily colored. PC is usually processed by extrusion or thermofforming (techniques that impose constraints on design), although injection molding is possible. When designing for extrusion with thermoplastics, the wall thickness should be as uniform as possible to prevent warping, and projections and sharp corners avoided. Features like hollows and lone unsupported die sections greatly increase the mould cost. The stiffness of the final part can be improved by the incorporation of corrugations or embossed ribs. PC can be reinforced using glass fibers to reduce shrinkage problems on cooling and to improve the mechanical performance at high temperatures.

Technical notes
The combination of the benzene ring and carbonate structures in the PC molecular structure give the polymer its unique characteristics of high strength and outstanding toughness. It can be easily blended with ABS or polyurethane. ABS/PC gets its flame retardance and UV resistance from polycarbonate at a lower cost than that of ABS. PU/PC gets its rigidity from polycarbonate and flexibility and ease of coating from polyurethane.

Typical uses
Safety shields and goggles; lenses; glazing panels; business machine housing; instrument casings; lighting fittings; safety helmets; electrical switchgear; laminated sheet for bullet-proof glazing; twin-walled sheets for glazing; kitchenware and tableware; microwave cookware; medical (sterilisable) components.

The environment
The processing of engineering thermoplastics requires a higher energy input than that of commodity plastics, but otherwise there are no particular environmental penalties.

Recycle mark

Other less common polymers

Tradenames
Calibre, FR-PC, Latlon, Lexan, Lupilon, Makrolon, Naxell, Nylol, Parlite, Sarvet, Star-C, Starglas, Triex, Xantar

Links
Polycarbonate (PC)

7.3. Претраживање база података опцијом SEARCH

Алатком Search можемо извршити претрагу свих записа у базама података, и на тај начин можемо доћи до потребне информације.

Search

Find what:

Look in table: Material Universe

Found: 0

Find Now

Table

Name

Table

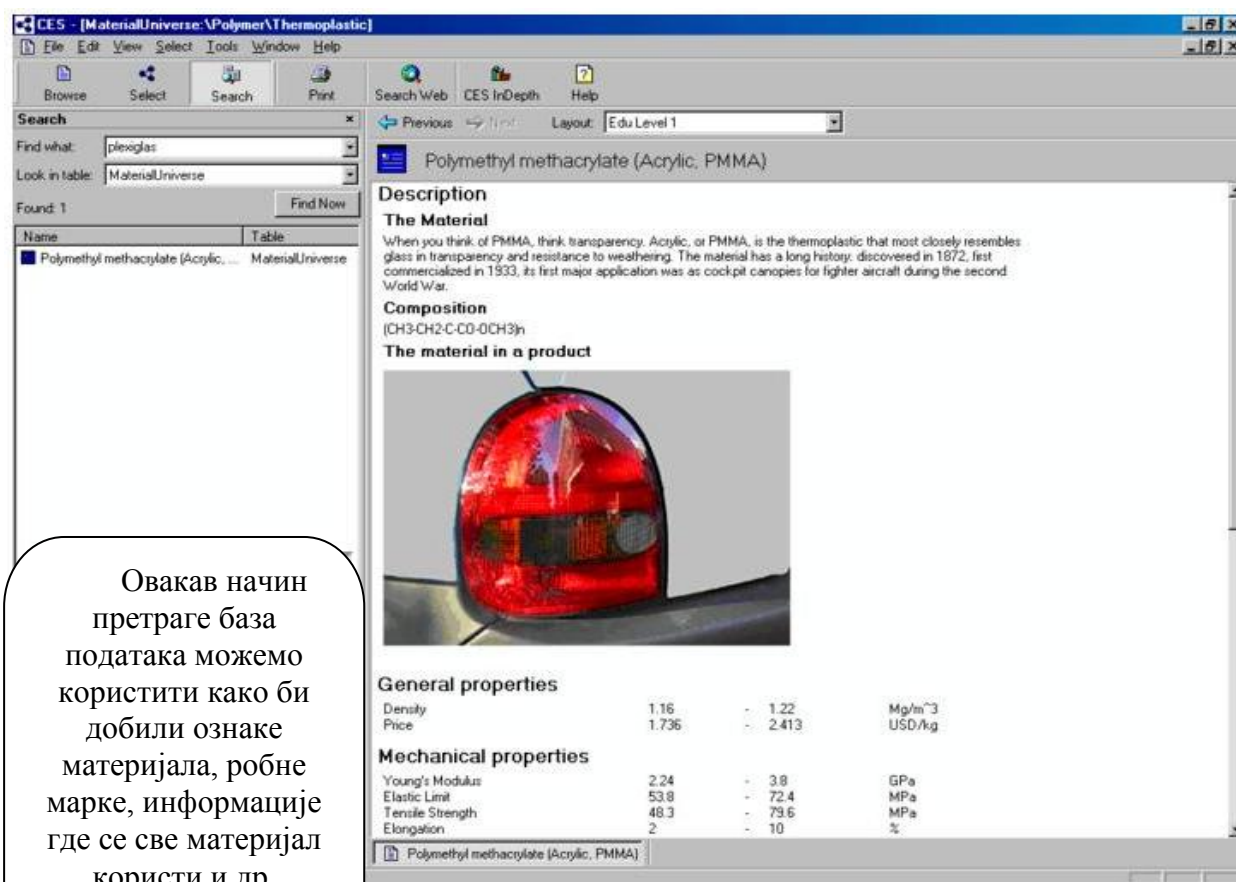
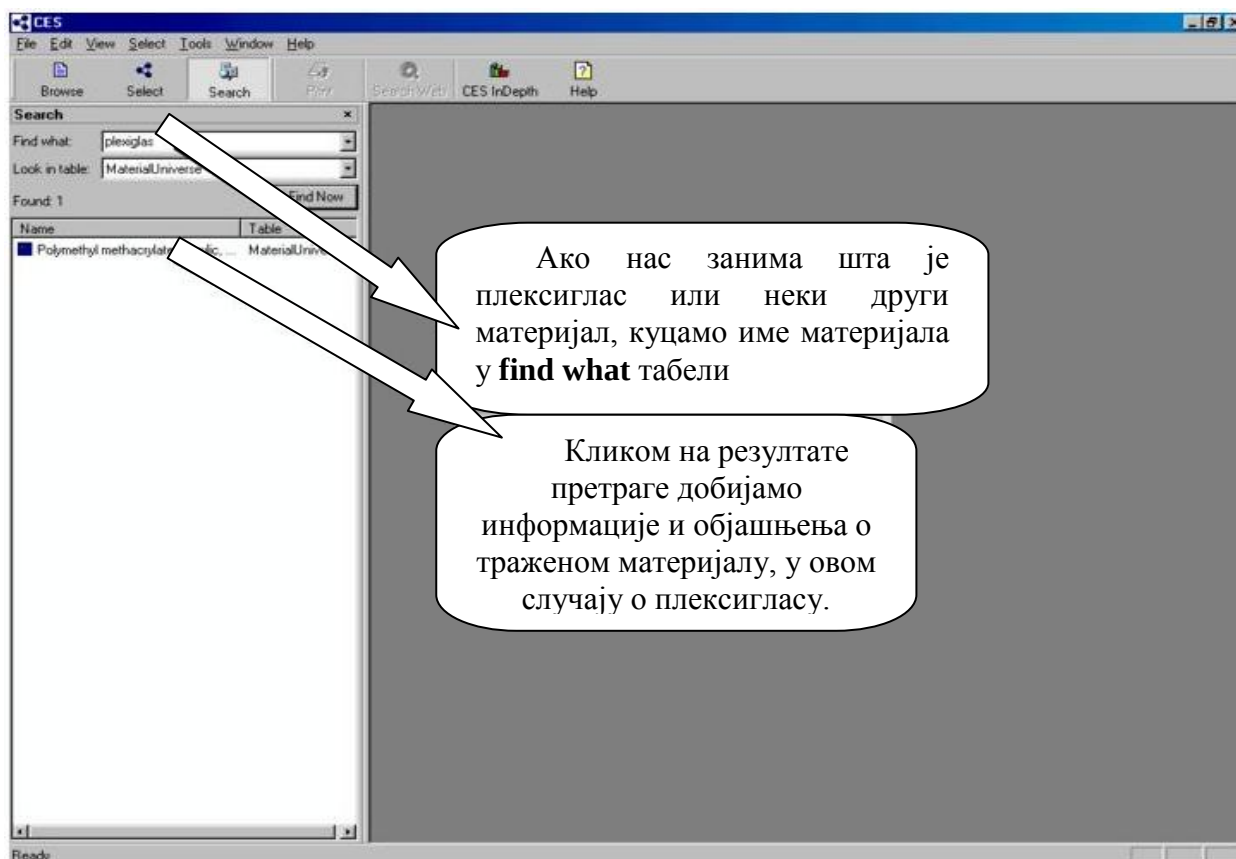
Search

Search Web

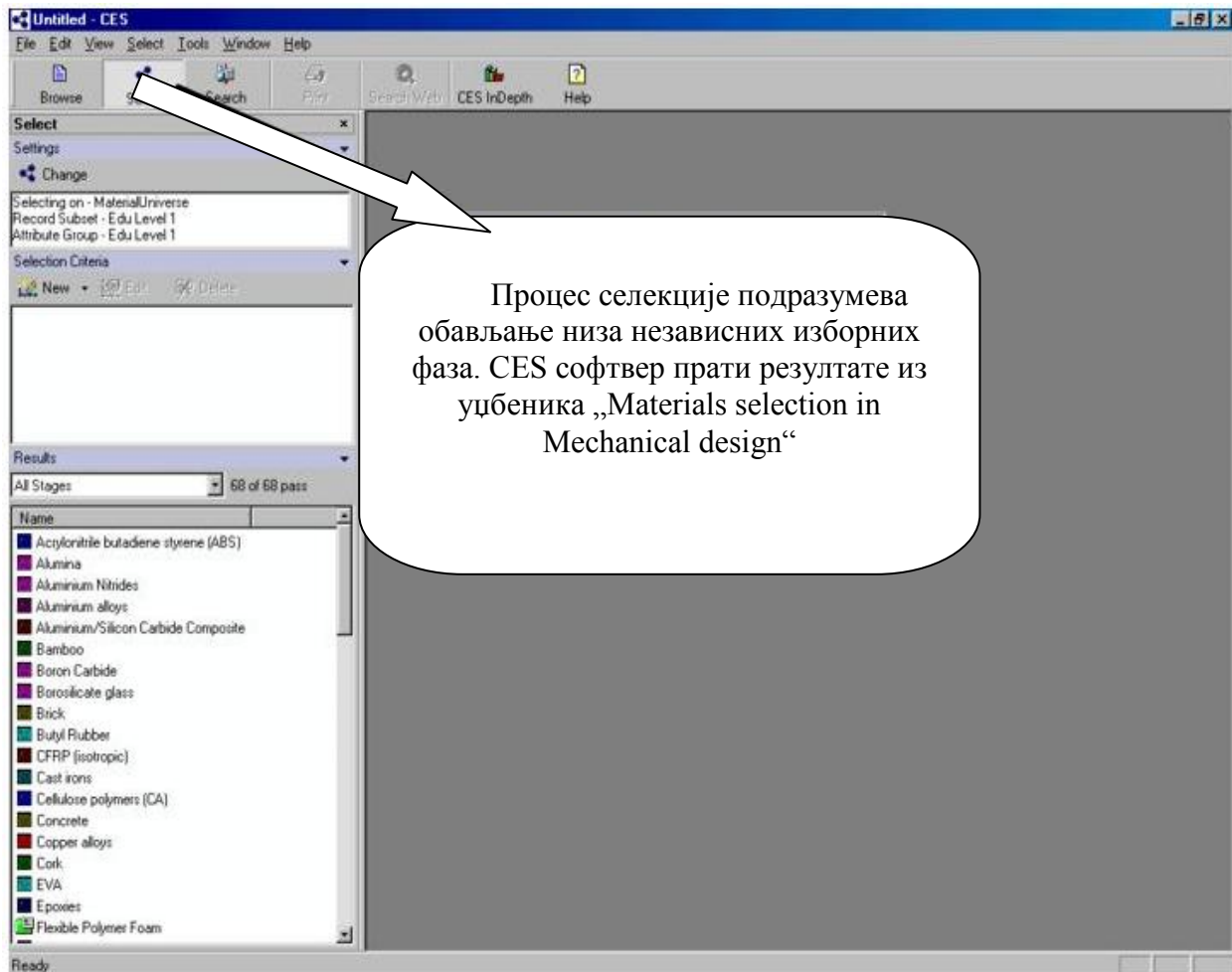
CES InDepth

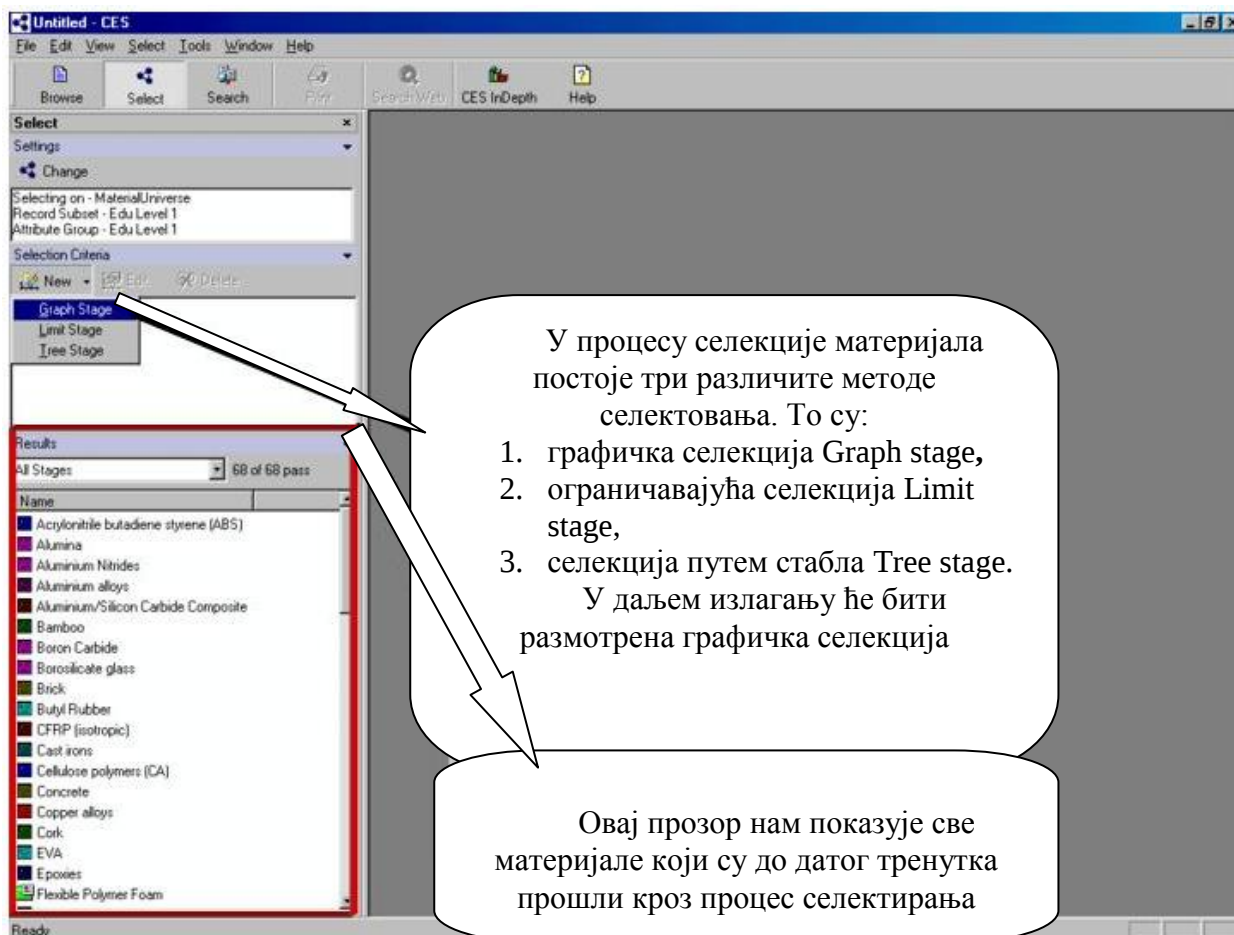
Help

Алатка Search се користи за претраживање неке од база података



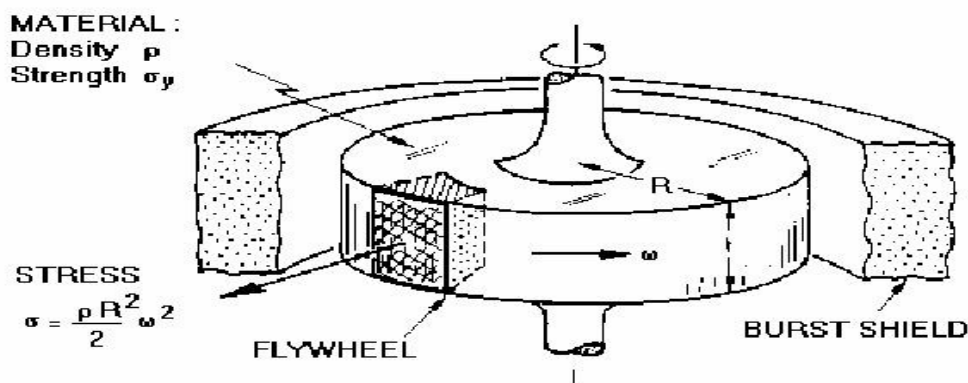
7.4. Оптимални избор материјала коришћењем алатке **SELECT**



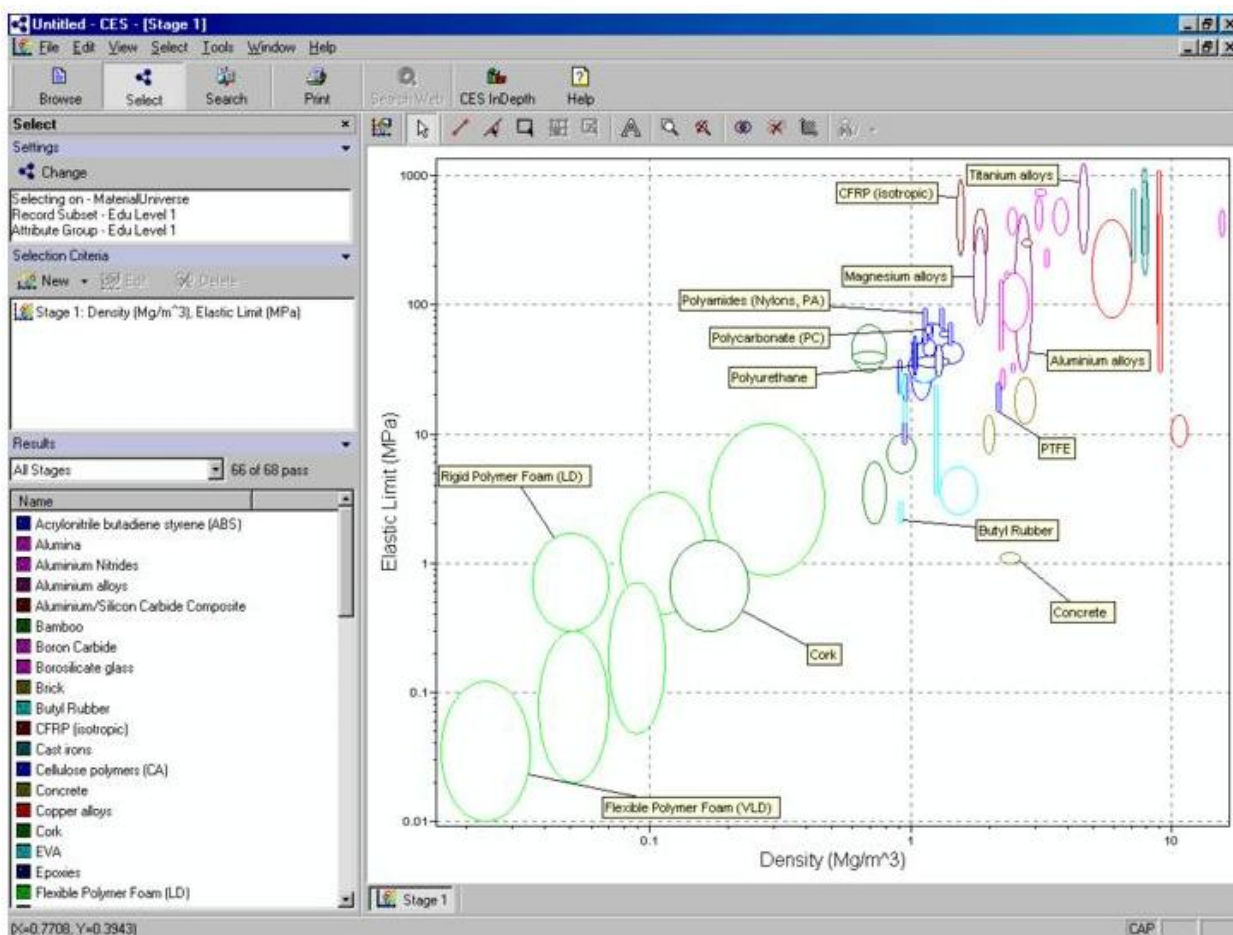
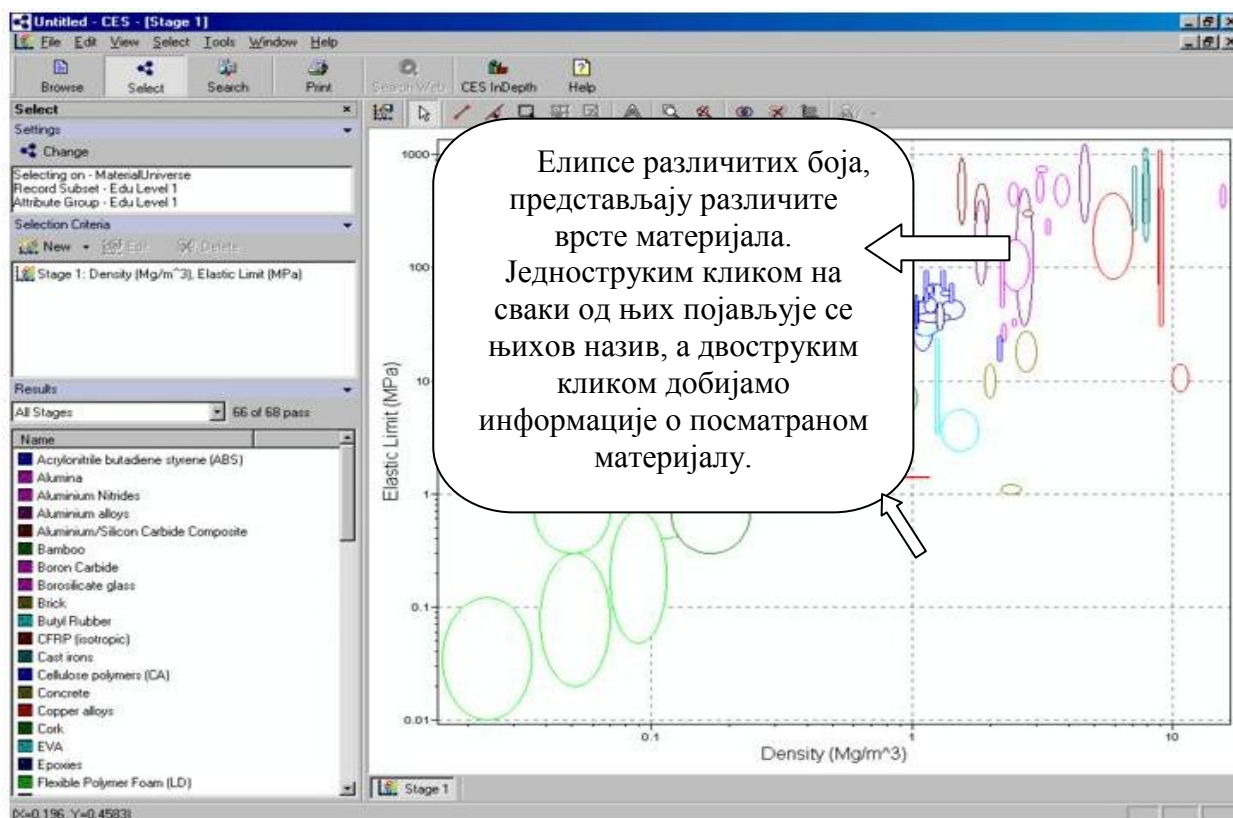


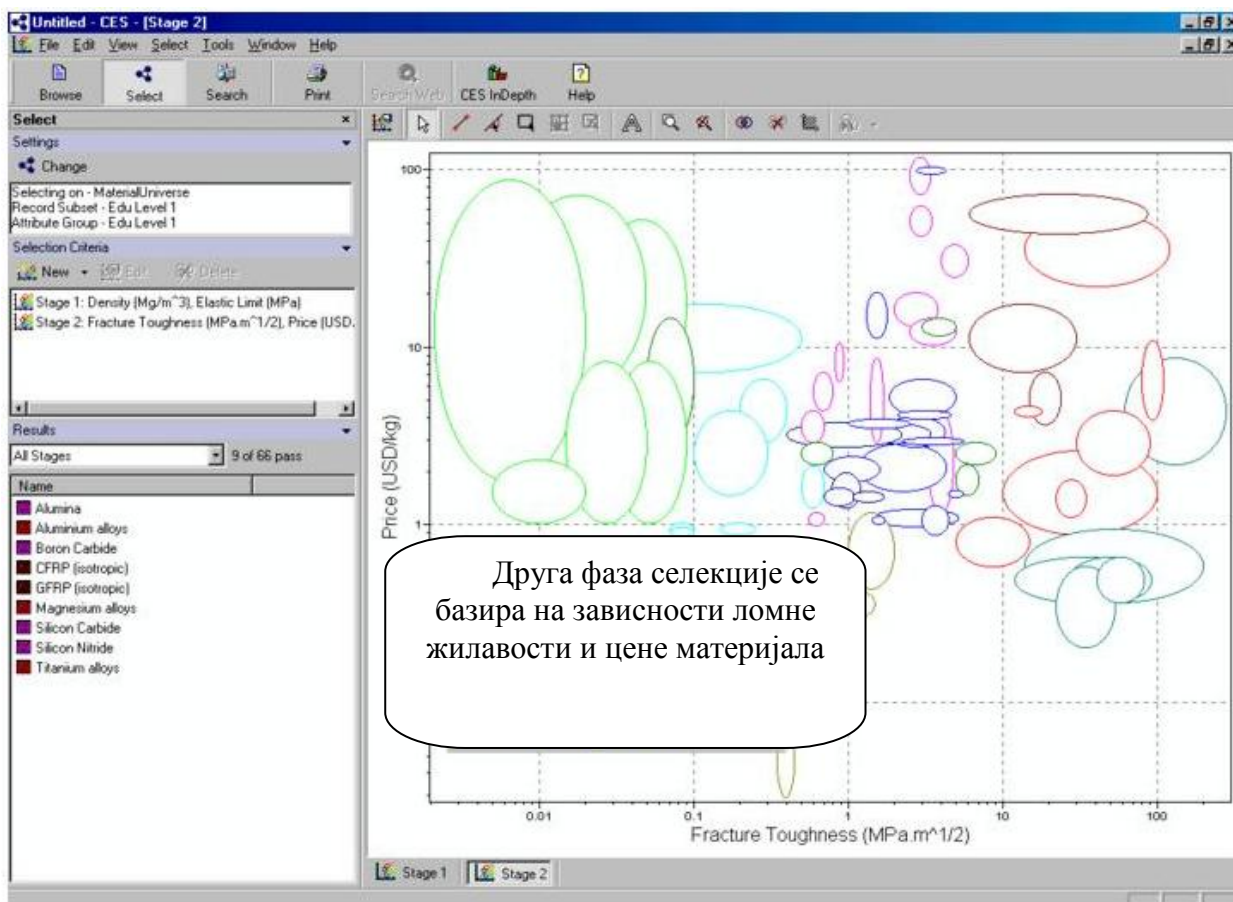
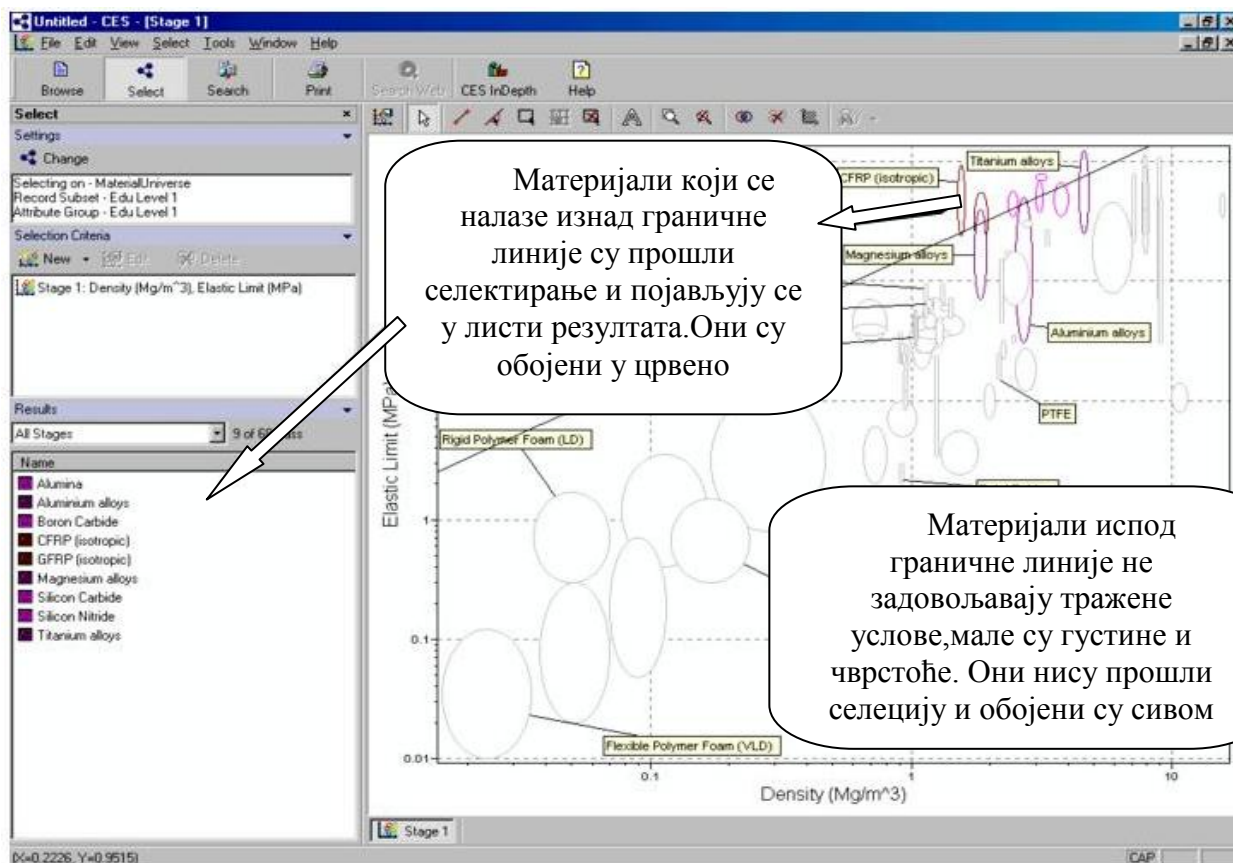
7.4.1. Пример избора материјала за ротирајући брзи замајац графичком методом (Graph Stage)

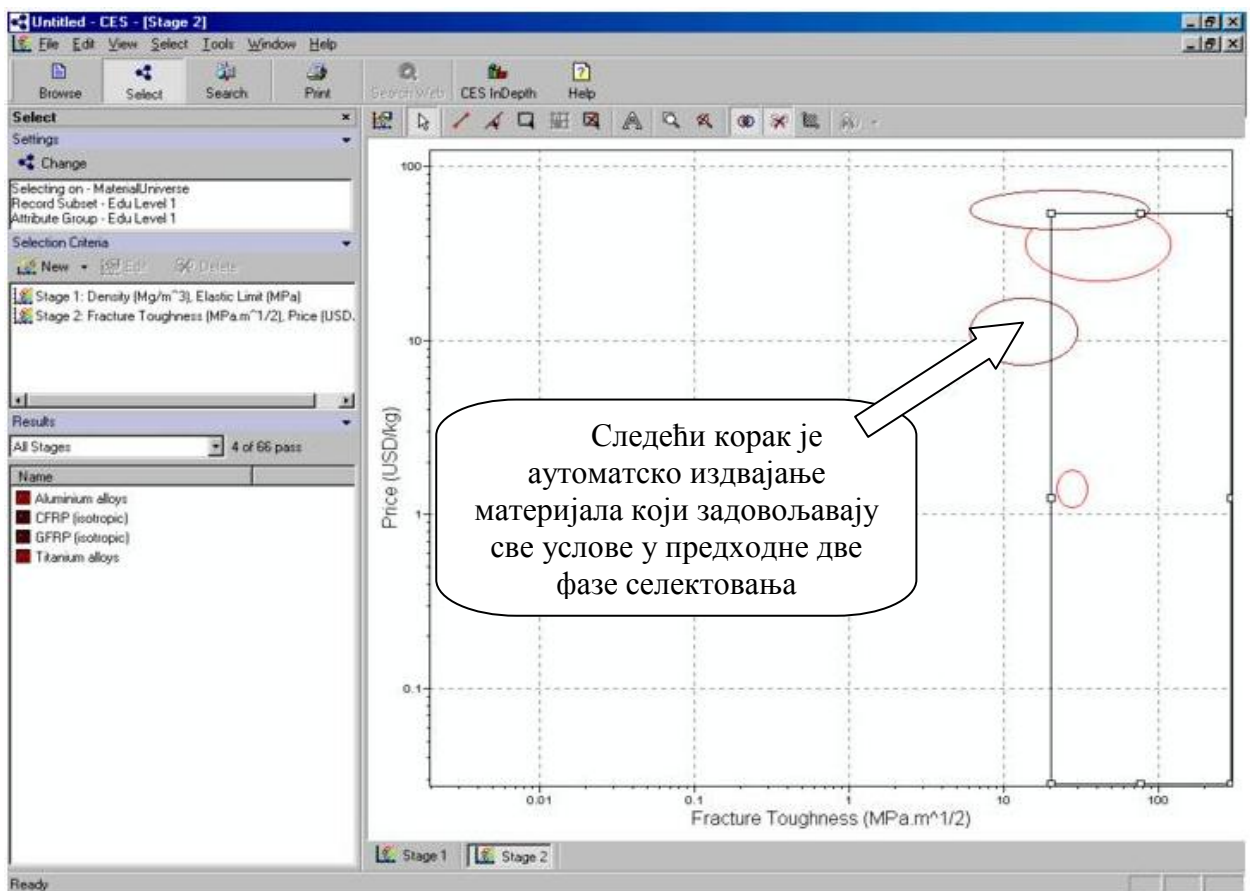
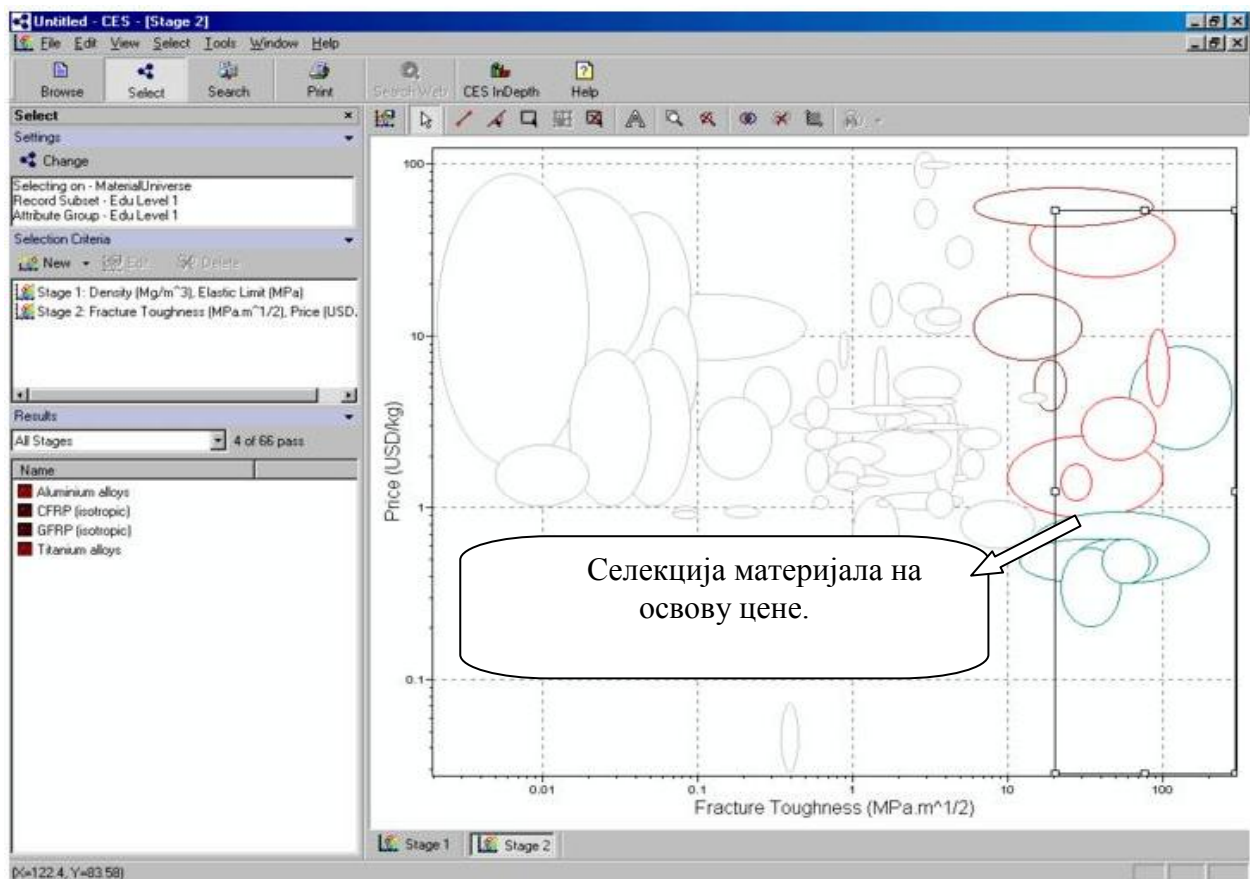
Из теорије знамо да при максималним вредностима кинетичке енергије, материјал трпи велика оптерећења, што нам говори да је при избору материјала неопходно тражити материјал велике густине и чврстоће. Морамо водити рачуна и о жилавости, а такође и цена материјала мора да буде задовољавајућа.

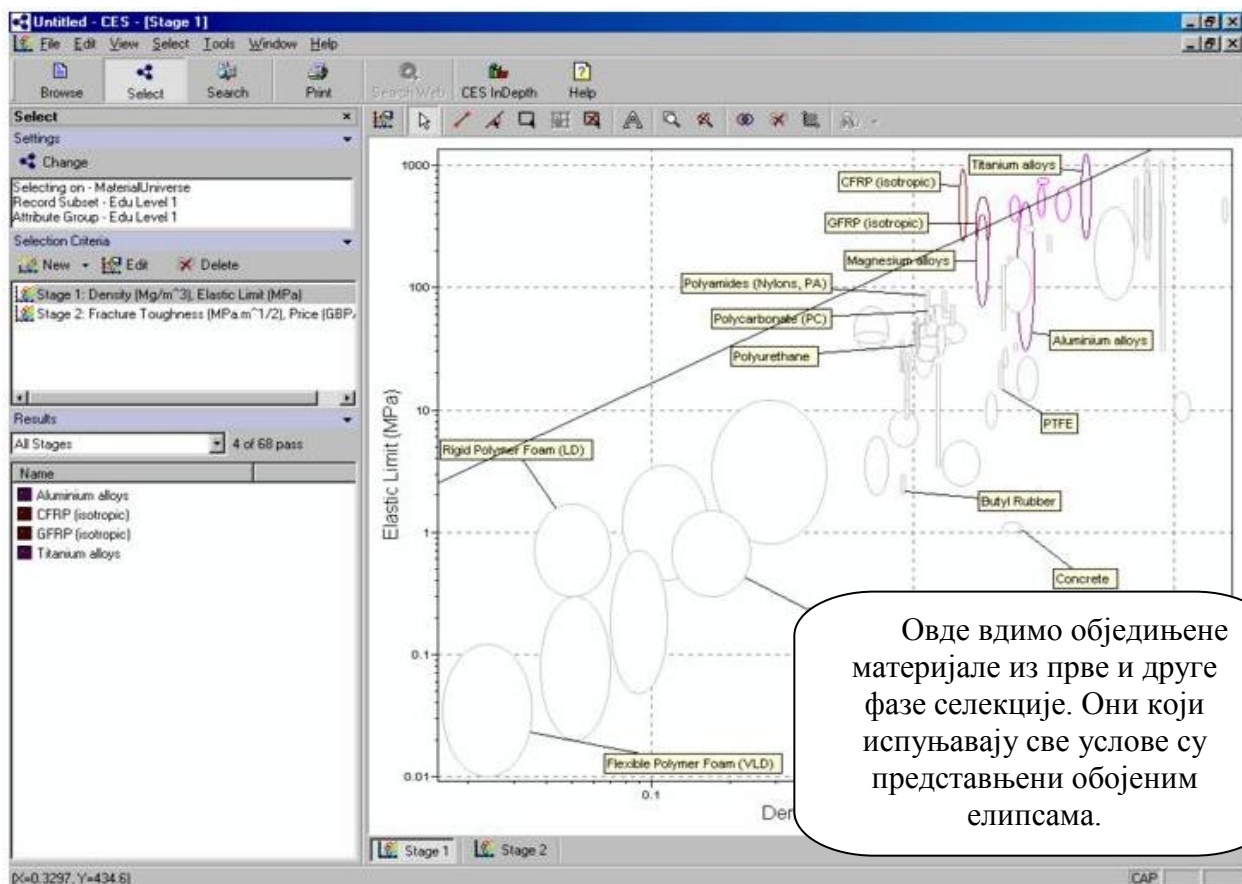
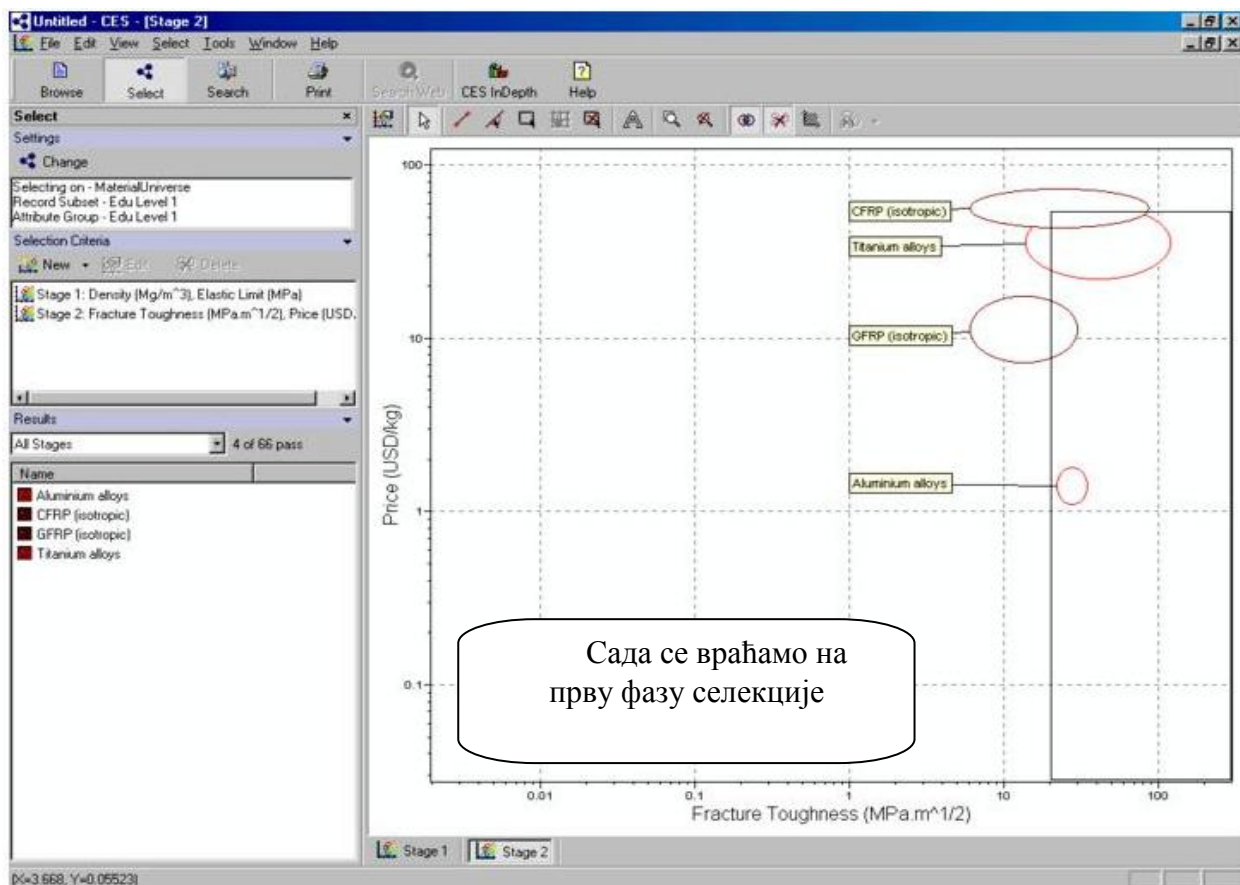


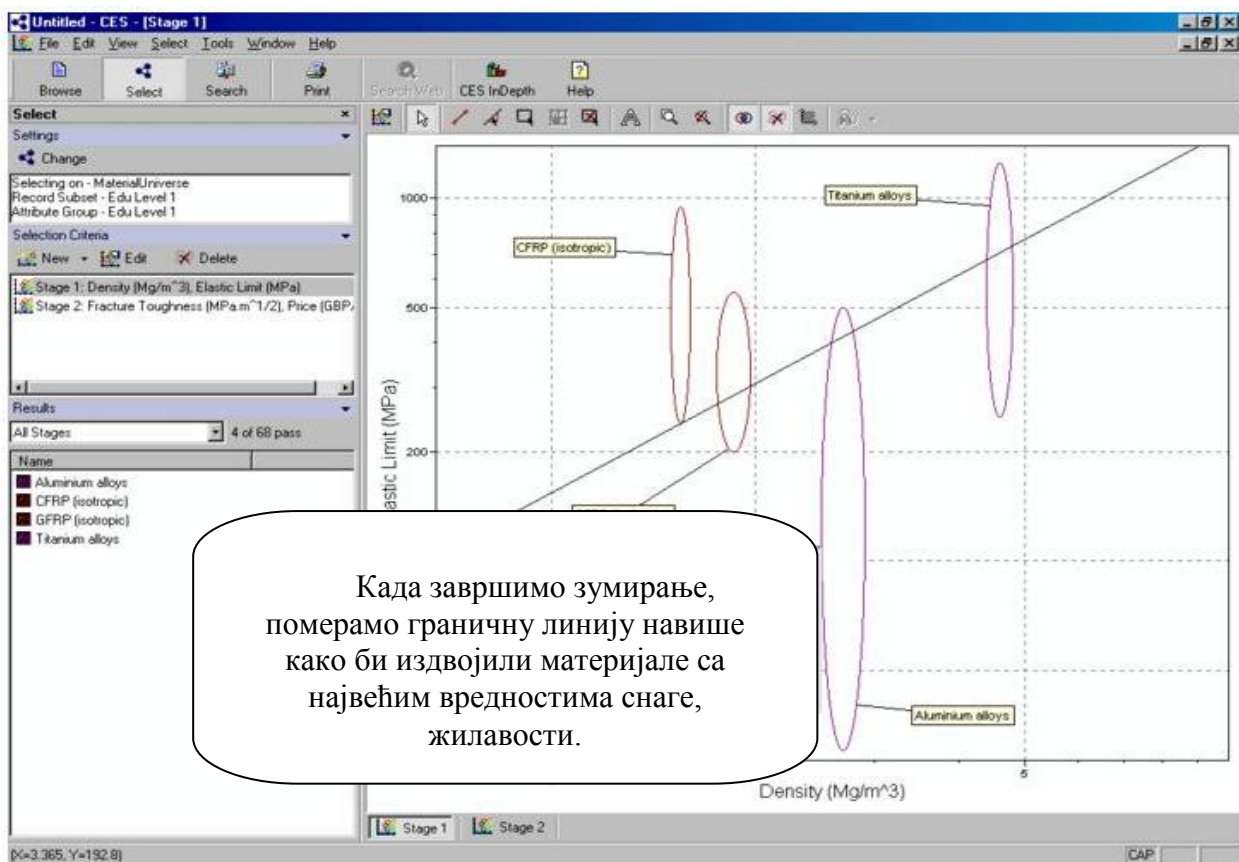
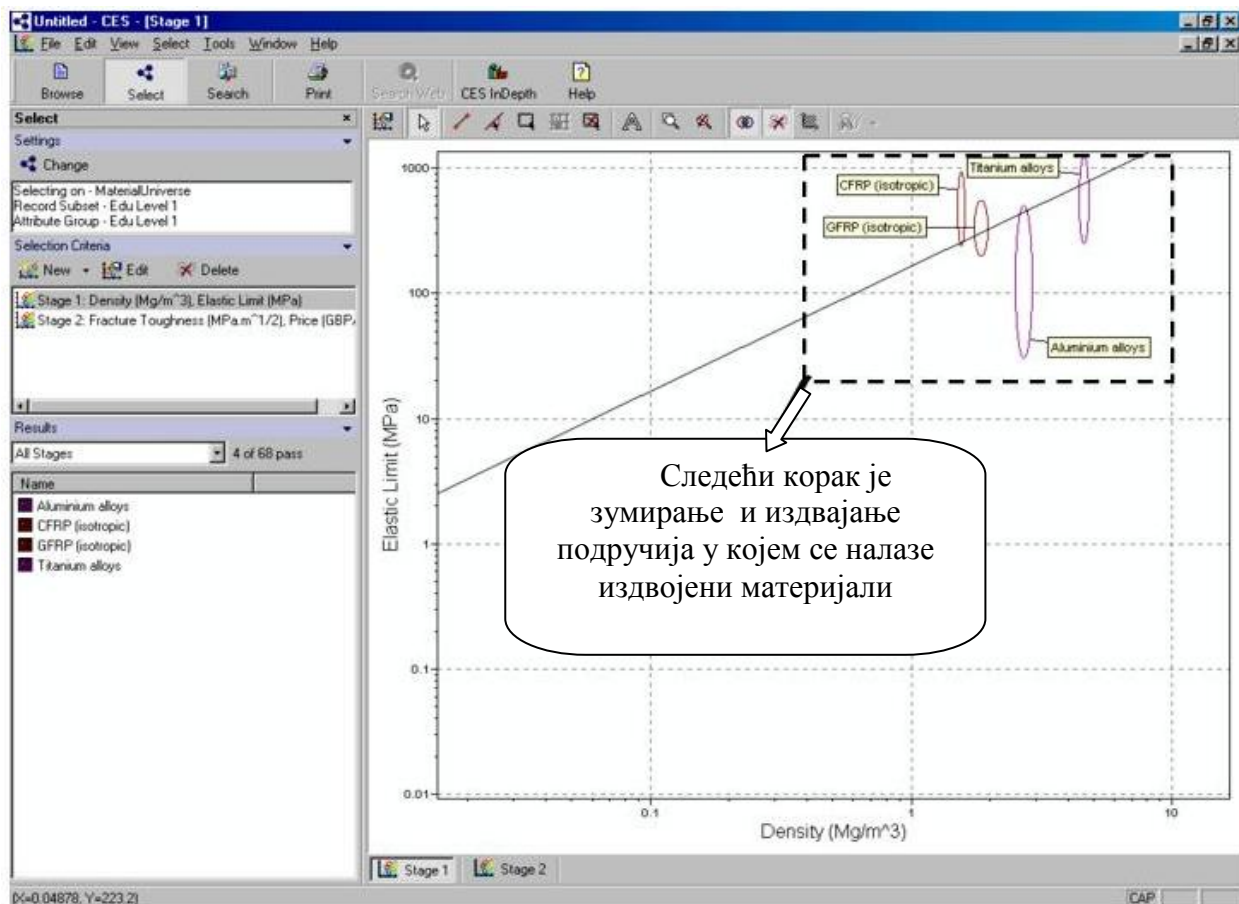
Слика 7.3 Замајац

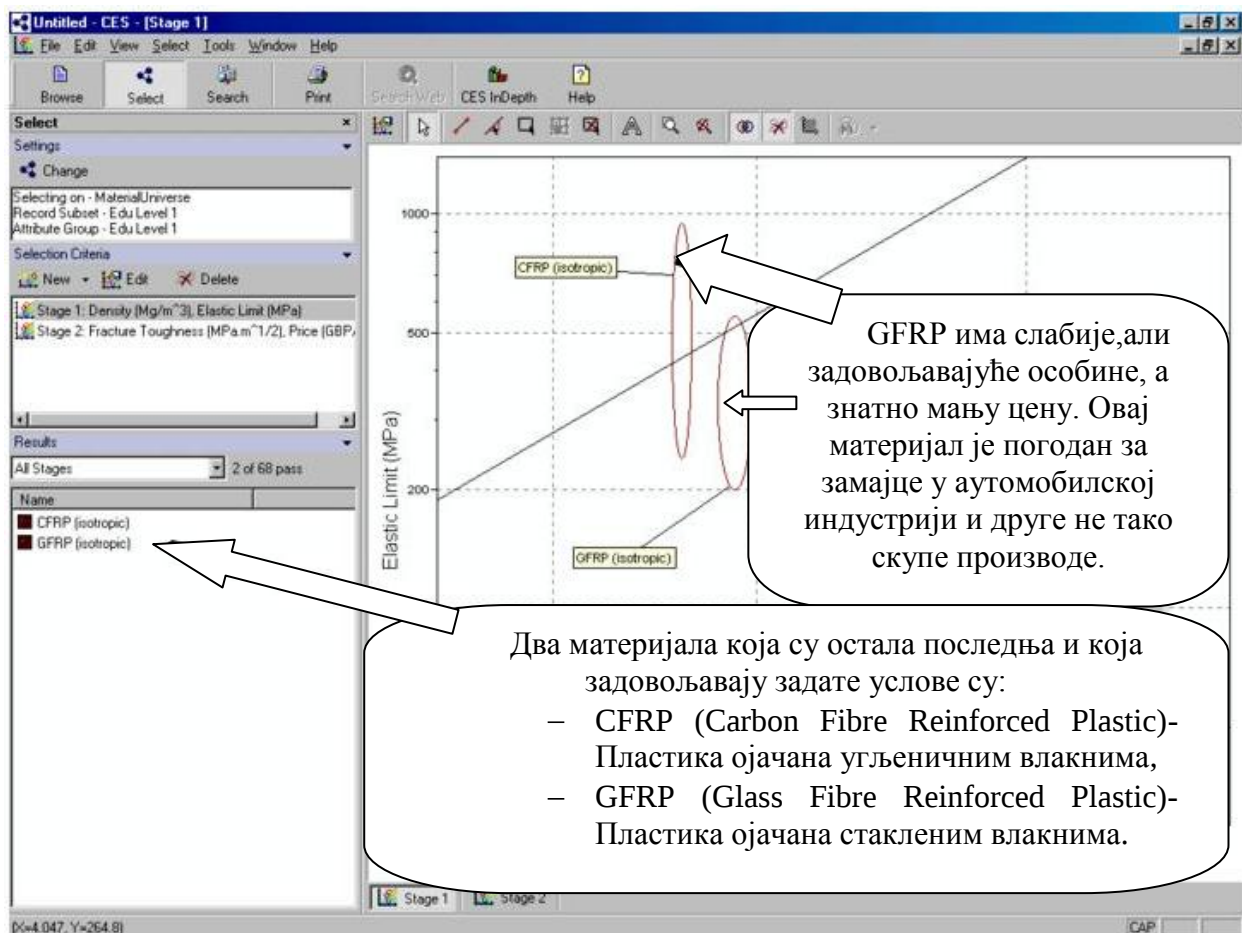




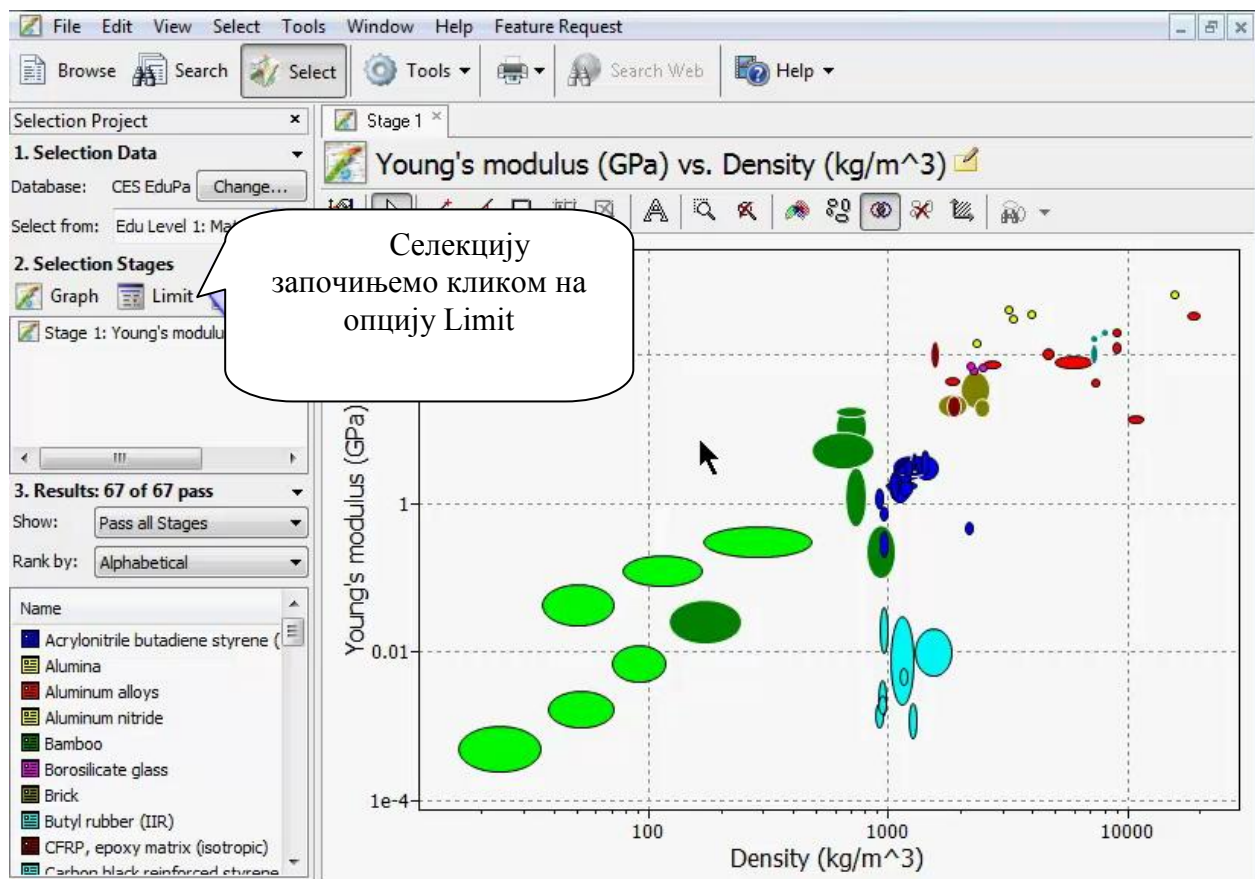


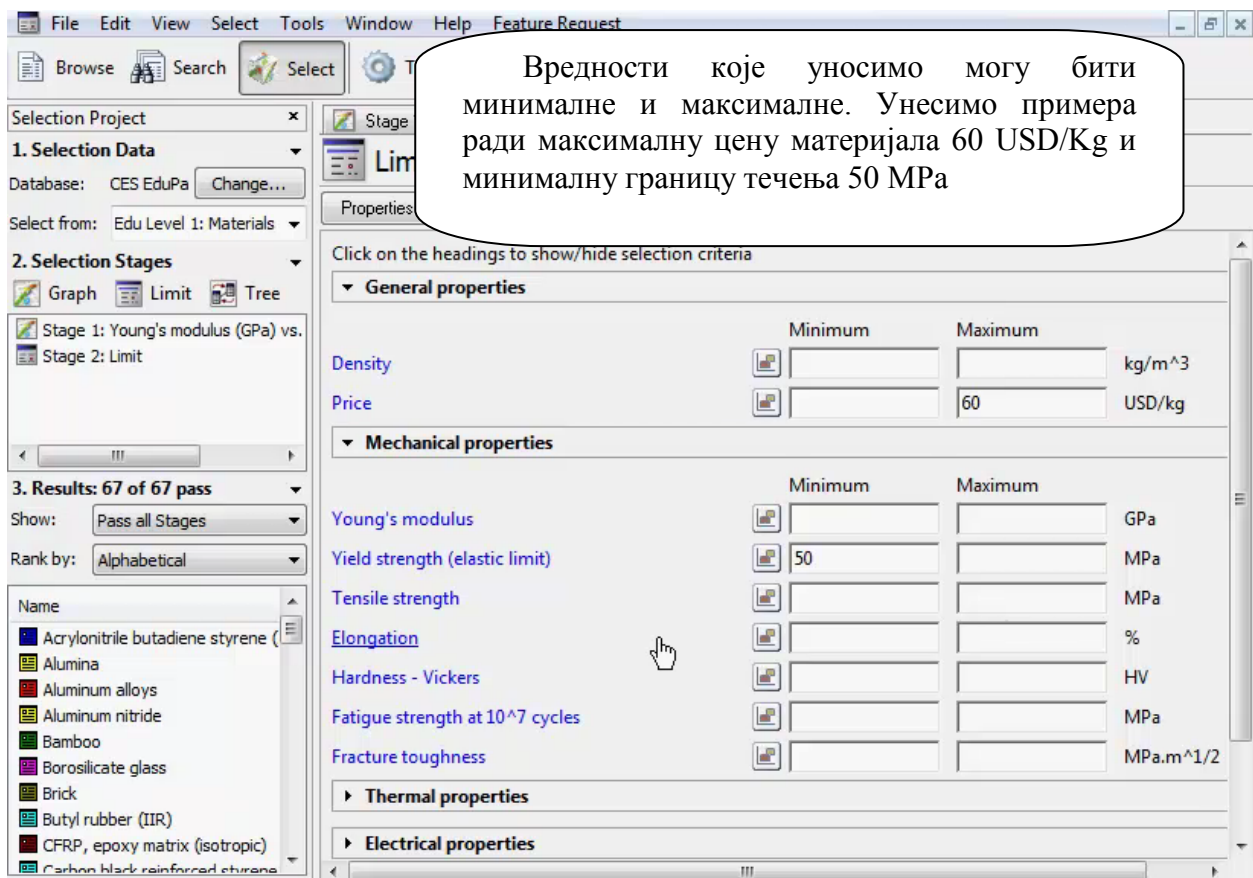
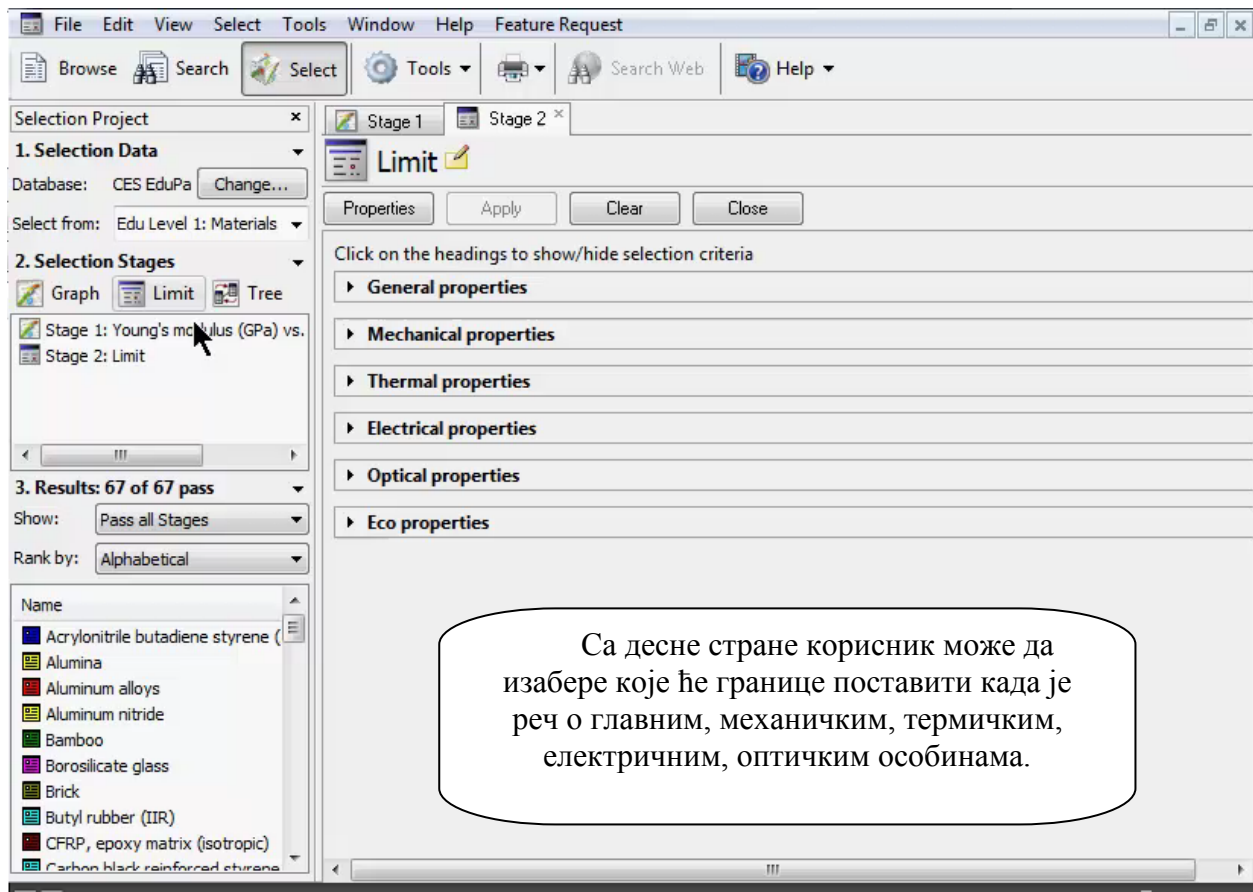


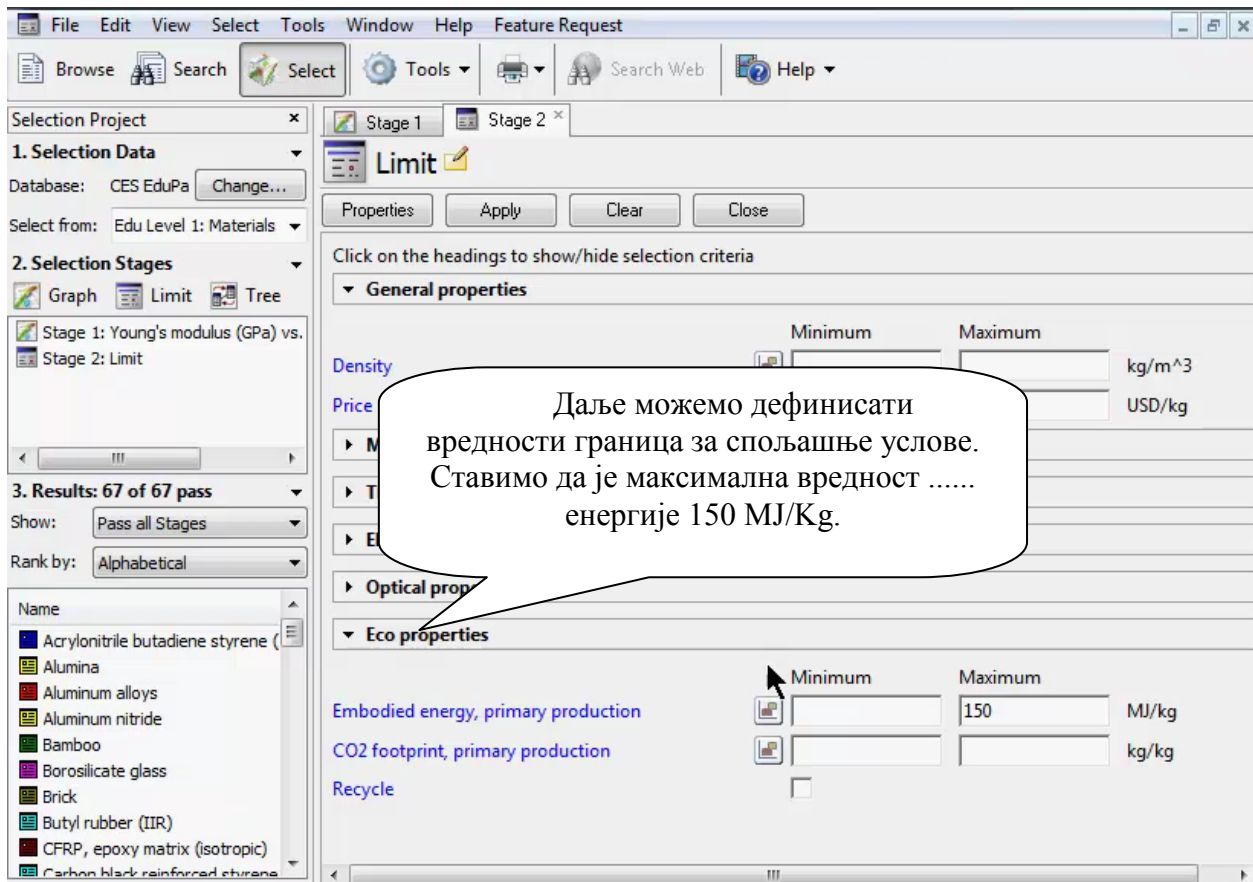
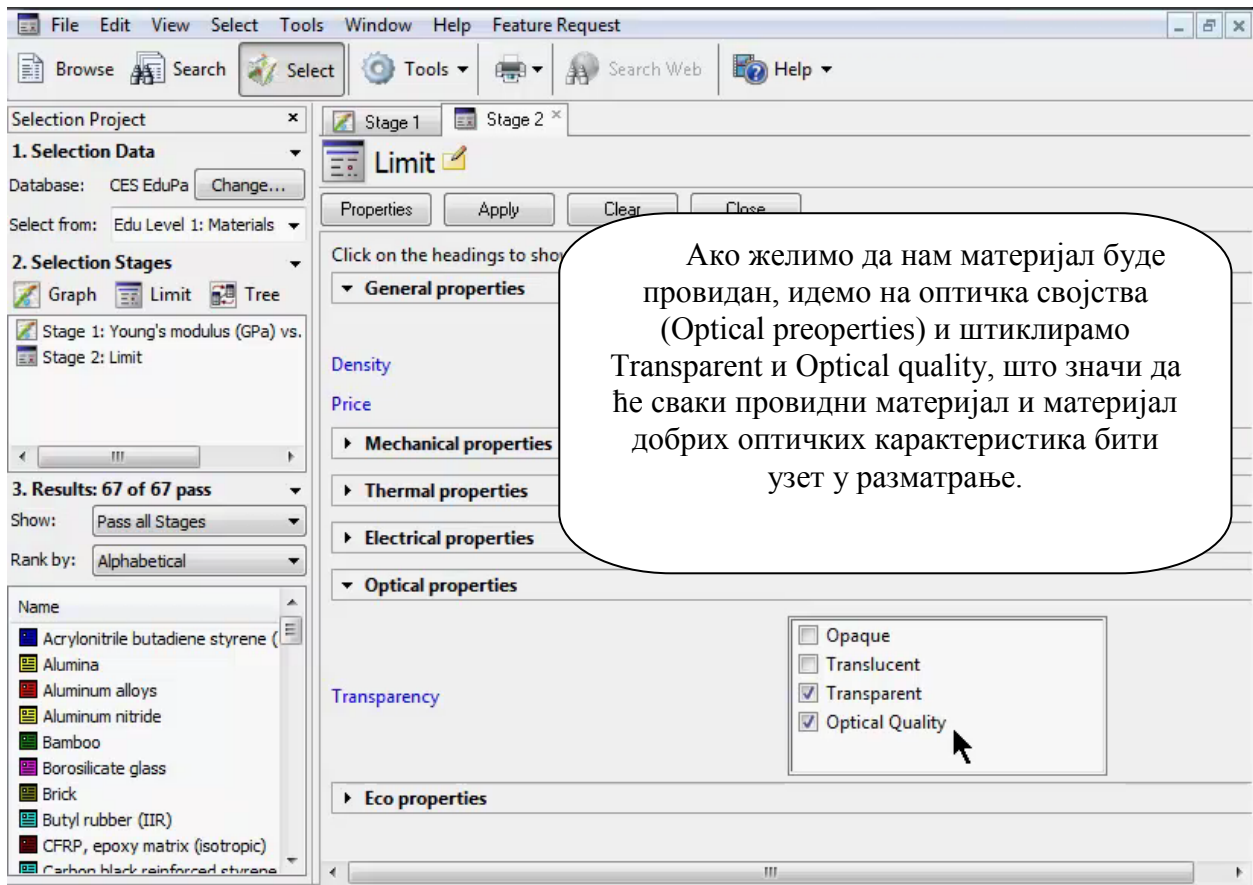




7.4.2. Селекција материјала методом Limit Stage







File Edit View Select Tools Window Help Feature Request

Browse Search Select Tools Search Web Help

Selection Project

1. Selection Data

Database: CES EduPa Change...

Select from: Edu Level 1: Materials

2. Selection Stages

Graph Limit Tree

Stage 1: Young's modulus (GPa) vs.

Stage 2: Limit

3. Results: 7 of 67 pass

Show: Pass all Stages

Rank by: Alphabetical

Name

- Epoxies
- Polycarbonate (PC)
- Polyethylene terephthalate (PET)
- Polymethyl methacrylate (Acrylic, ...)
- Polystyrene (PS)
- Polyurethane (tpPUR)
- Silica glass

Properties Apply Clear Close

Click on the headings to show/hide series

General properties

Density

Price

Mechanical properties

Thermal properties

Electrical properties

Optical properties

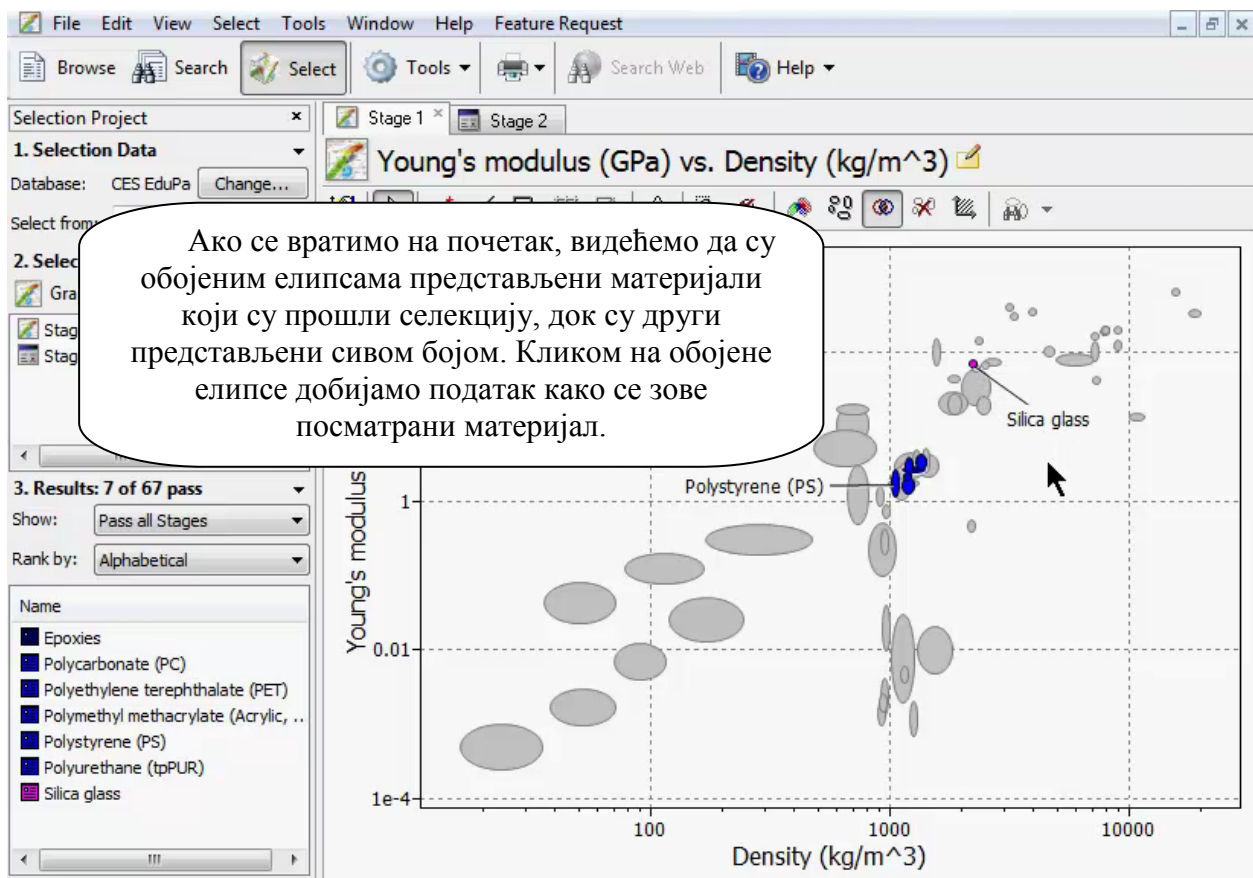
Eco properties

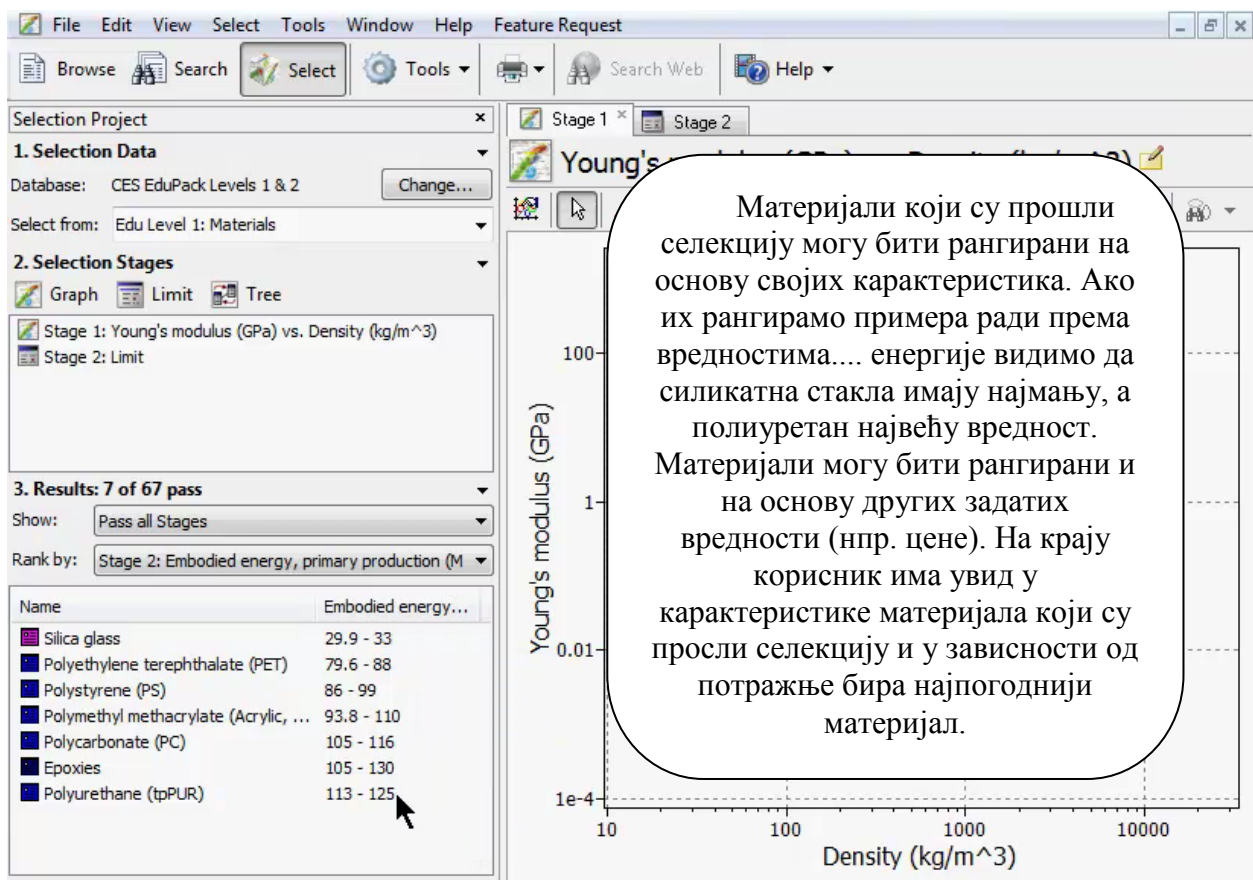
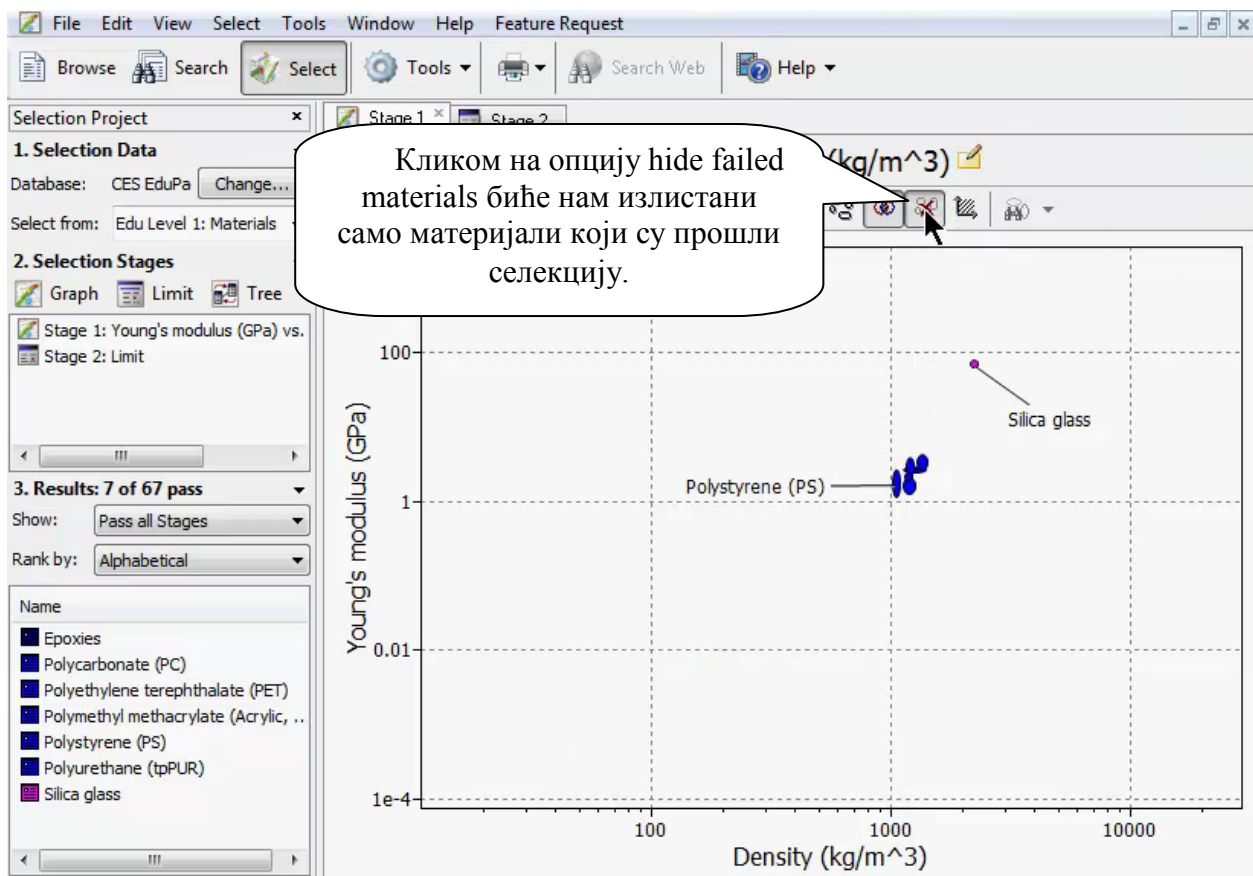
CO2 footprint, primary production

Recycle

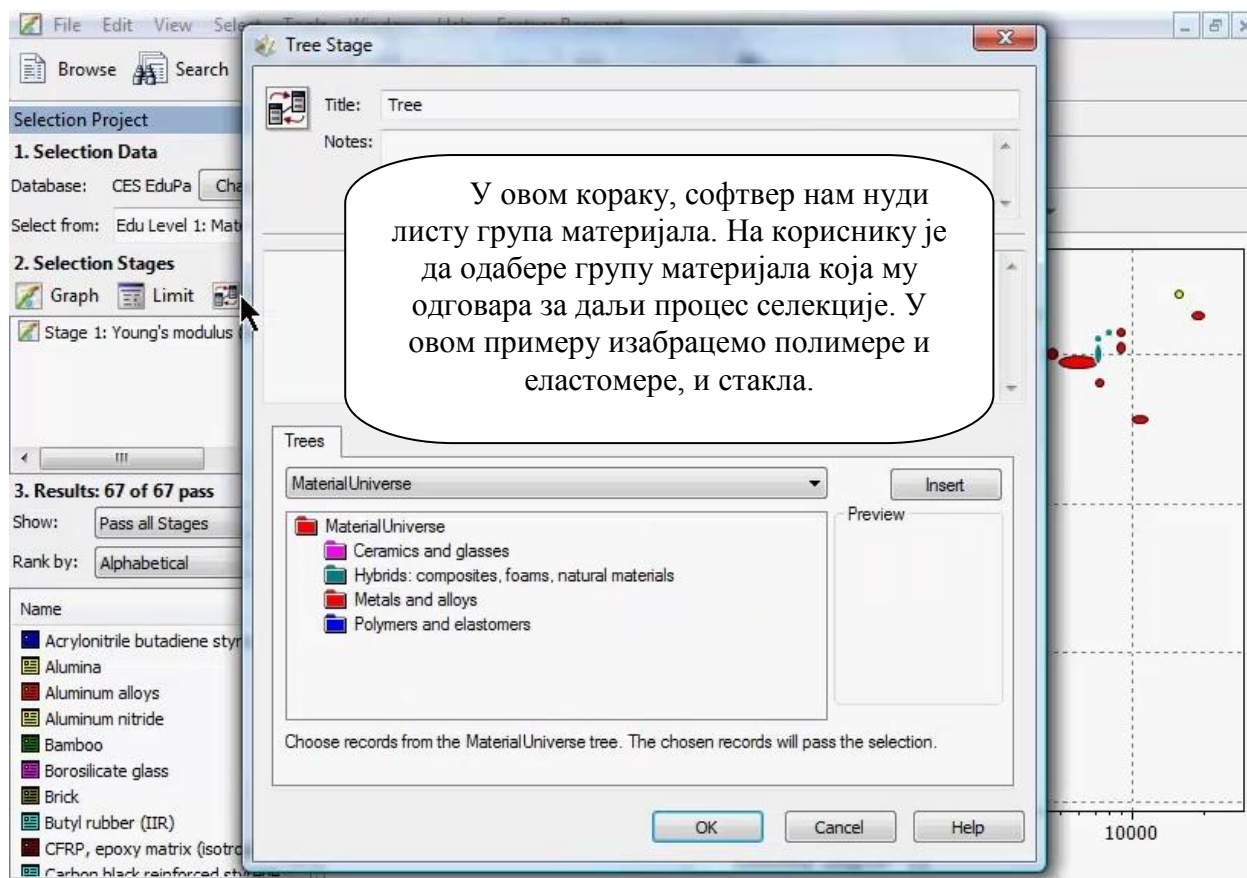
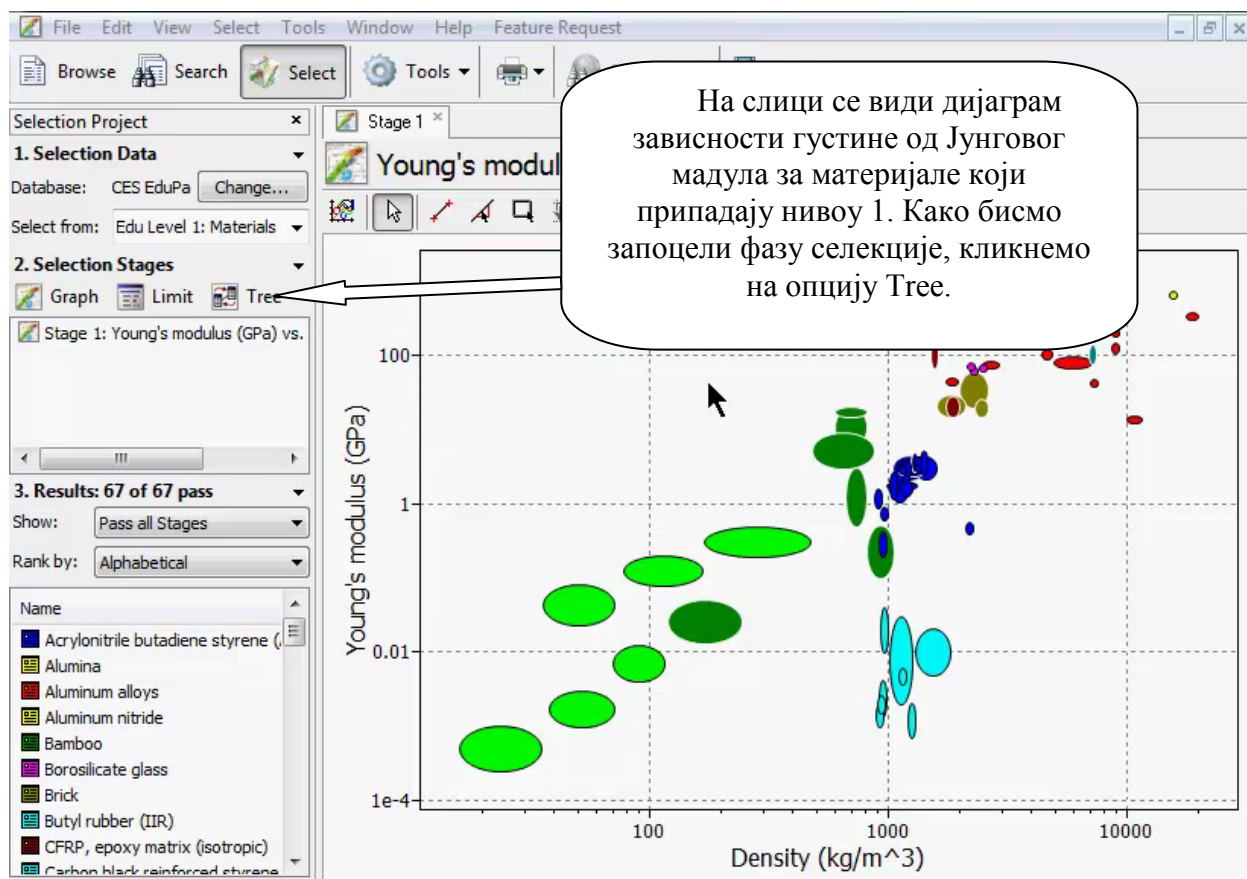
Када дефинишемо вредности, кликнемо apply, и са десне стране софтвер нам излиста групу материјала која је прошла селекцију.

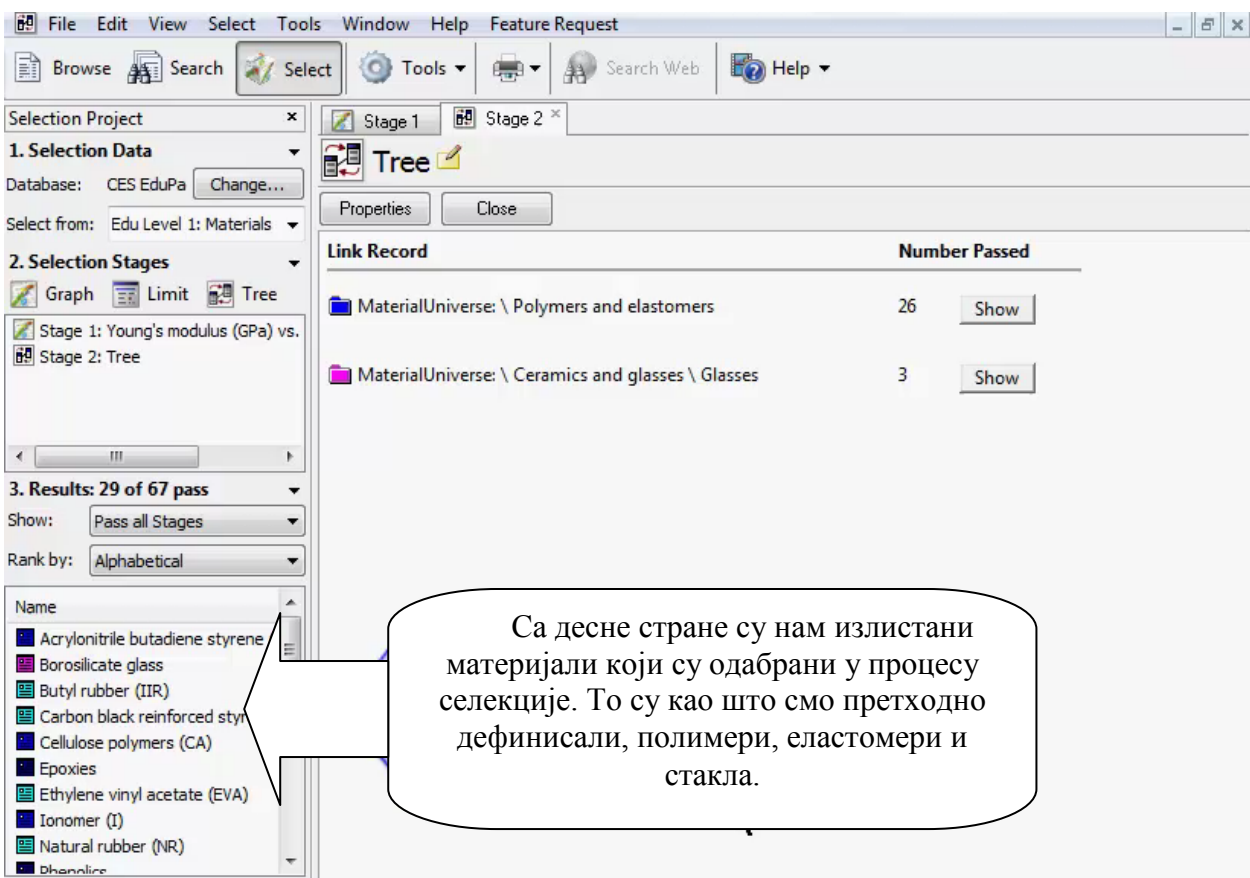
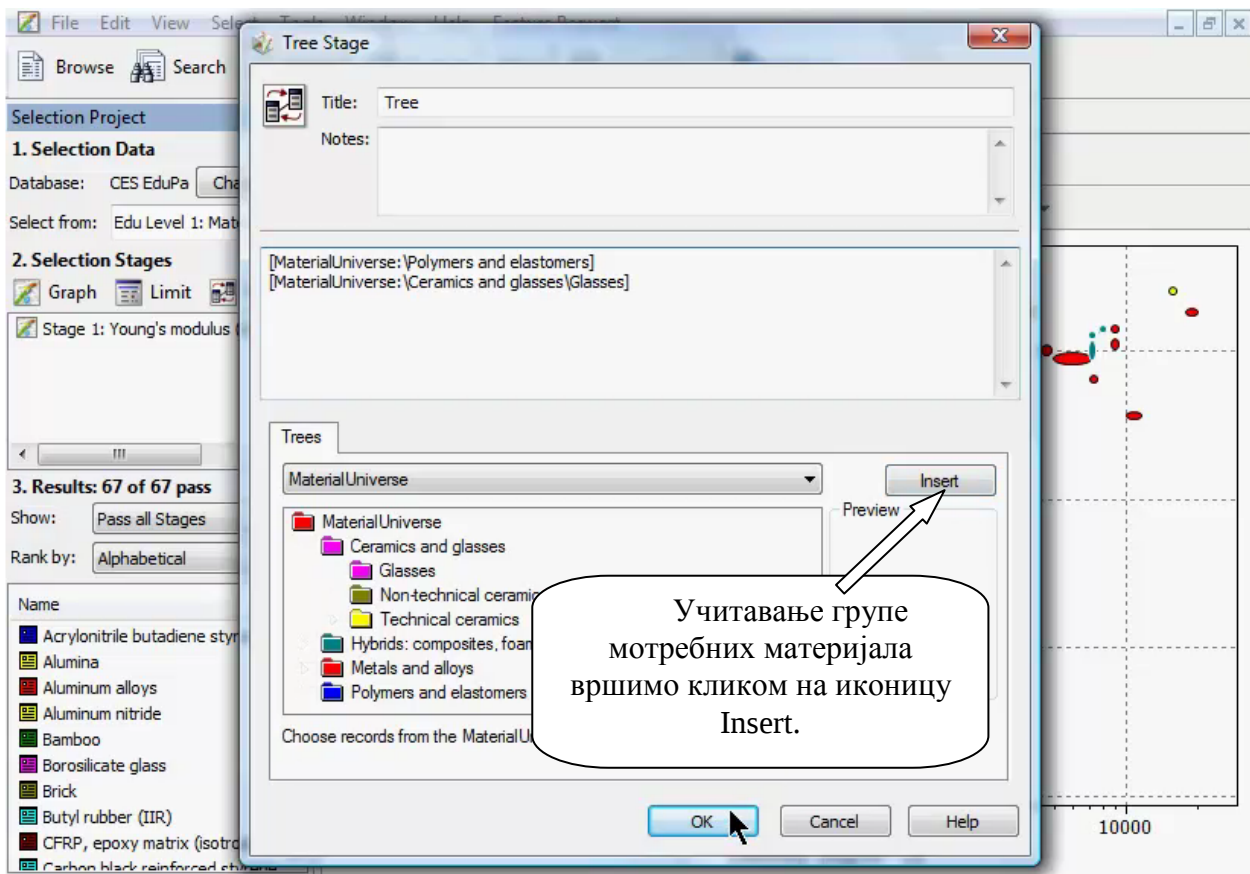
Група од 7 материјала који су прошли селекцију и задовоњавају задате услове.

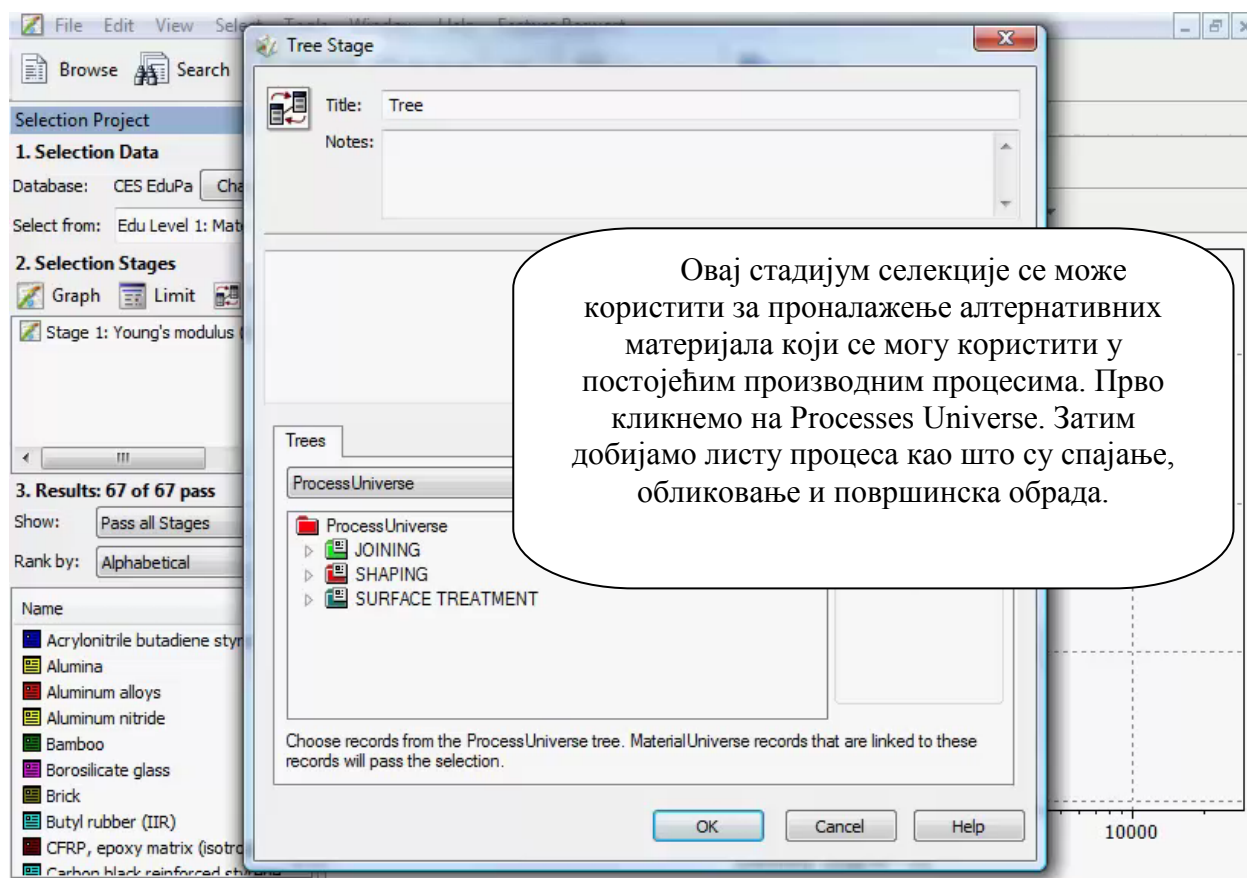
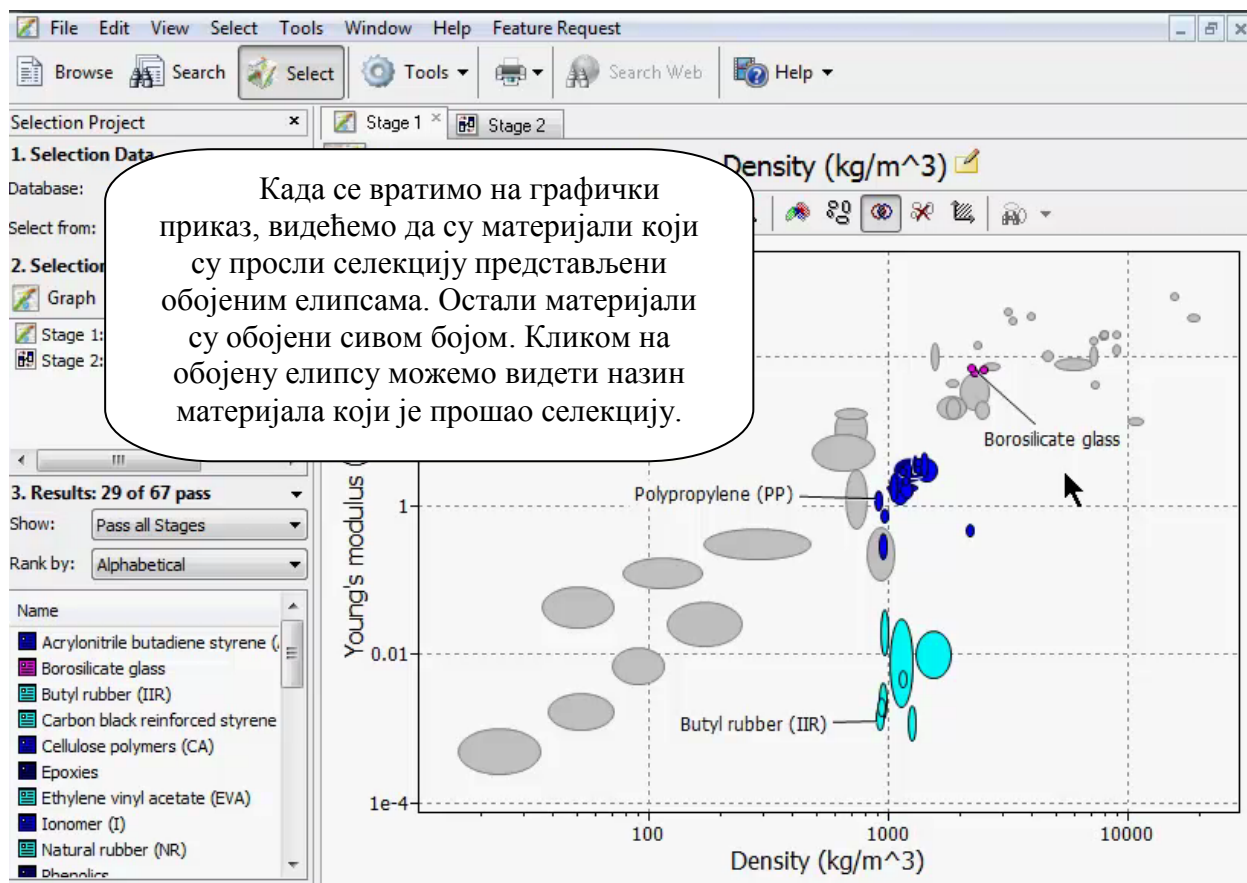


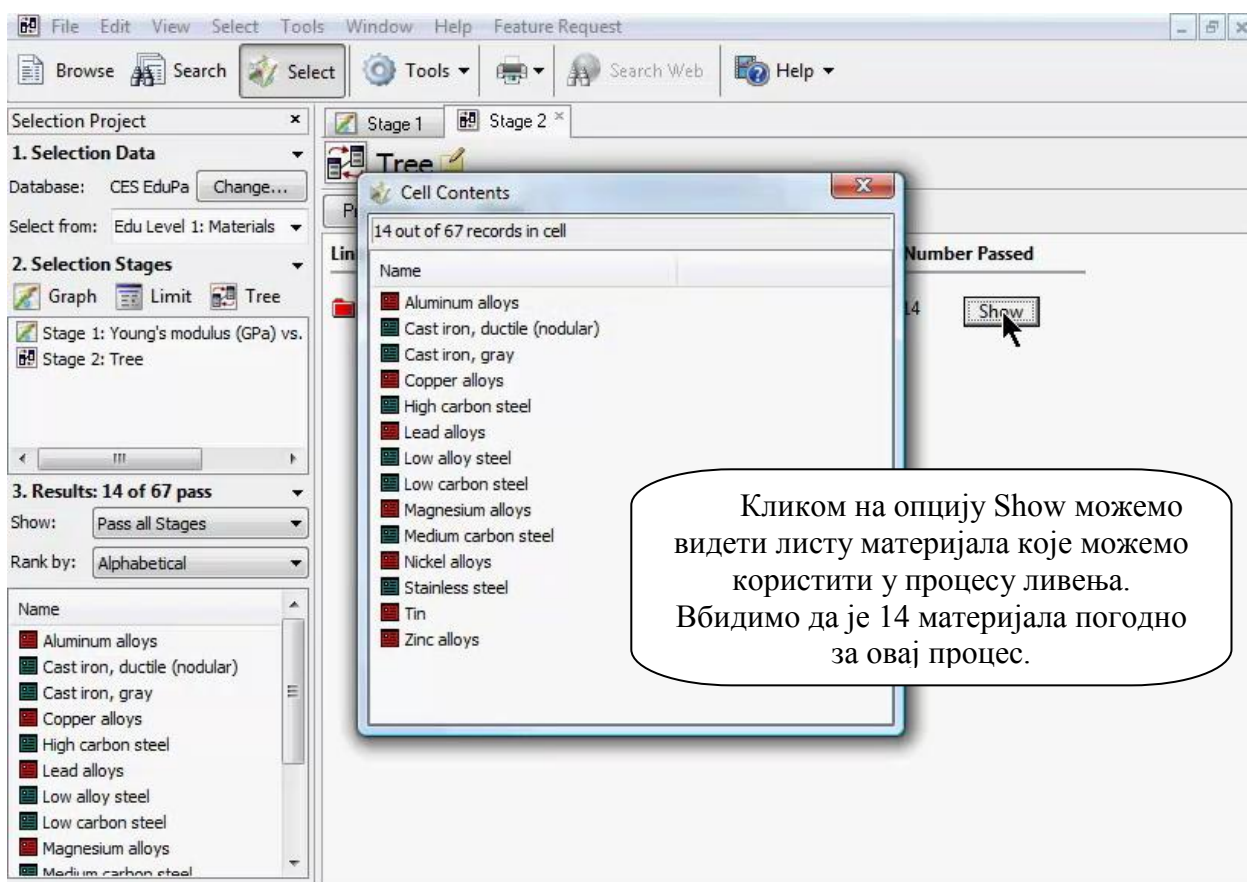
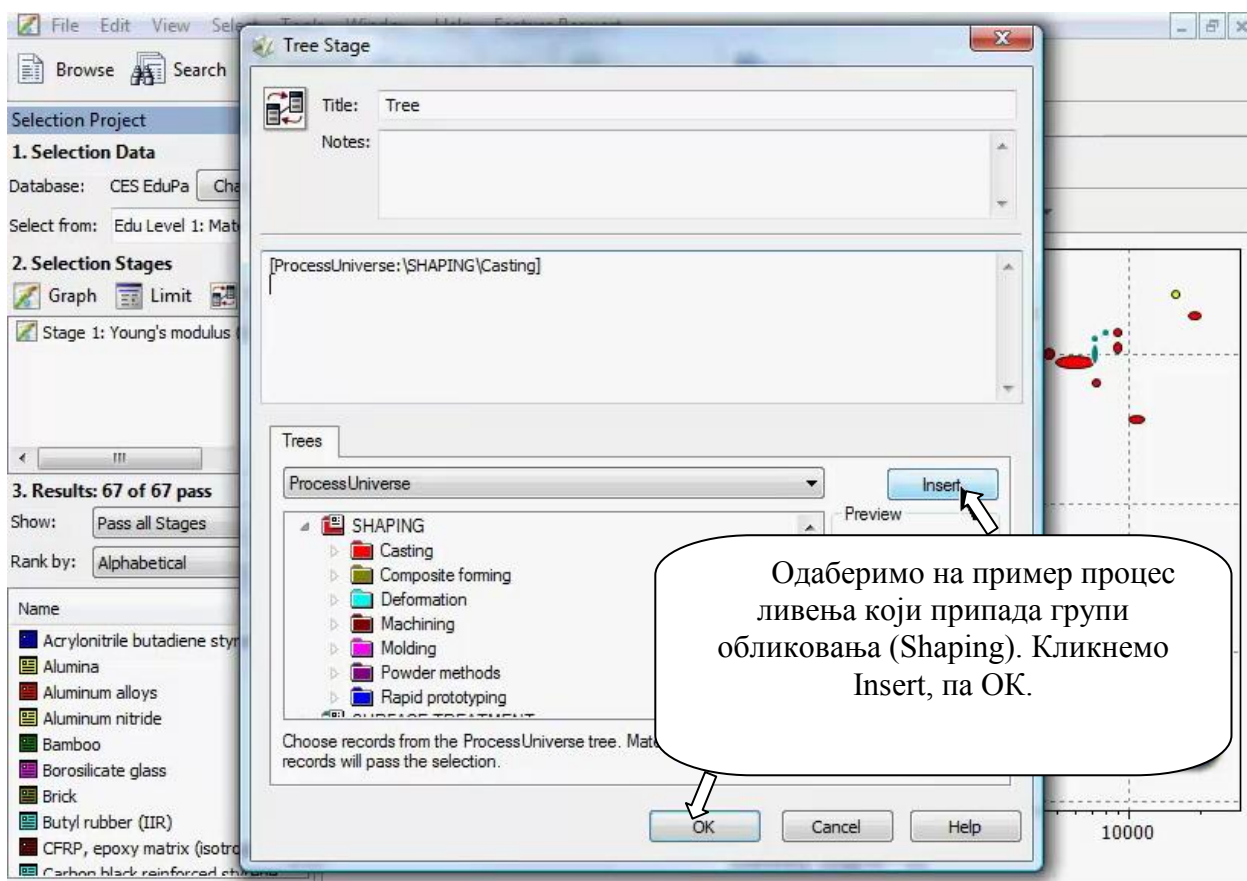


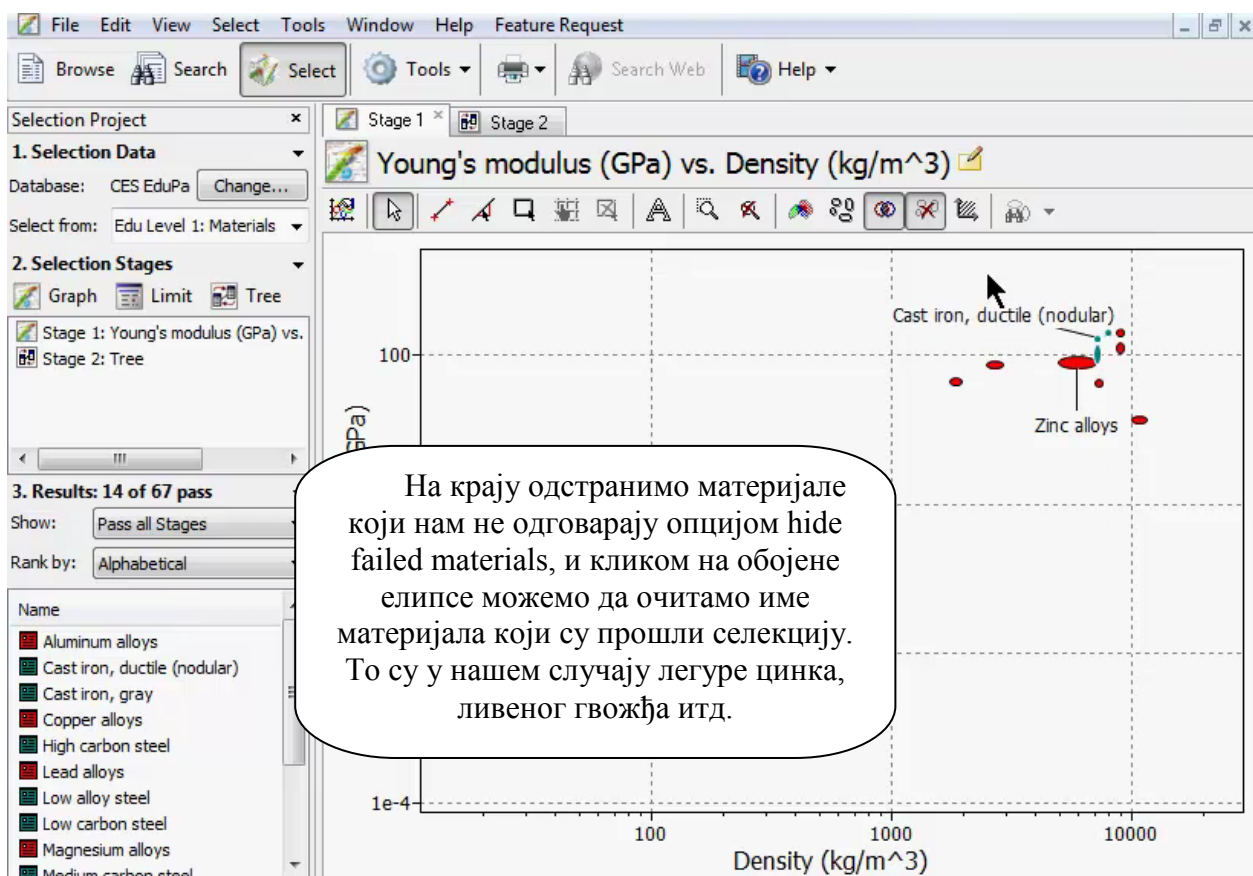
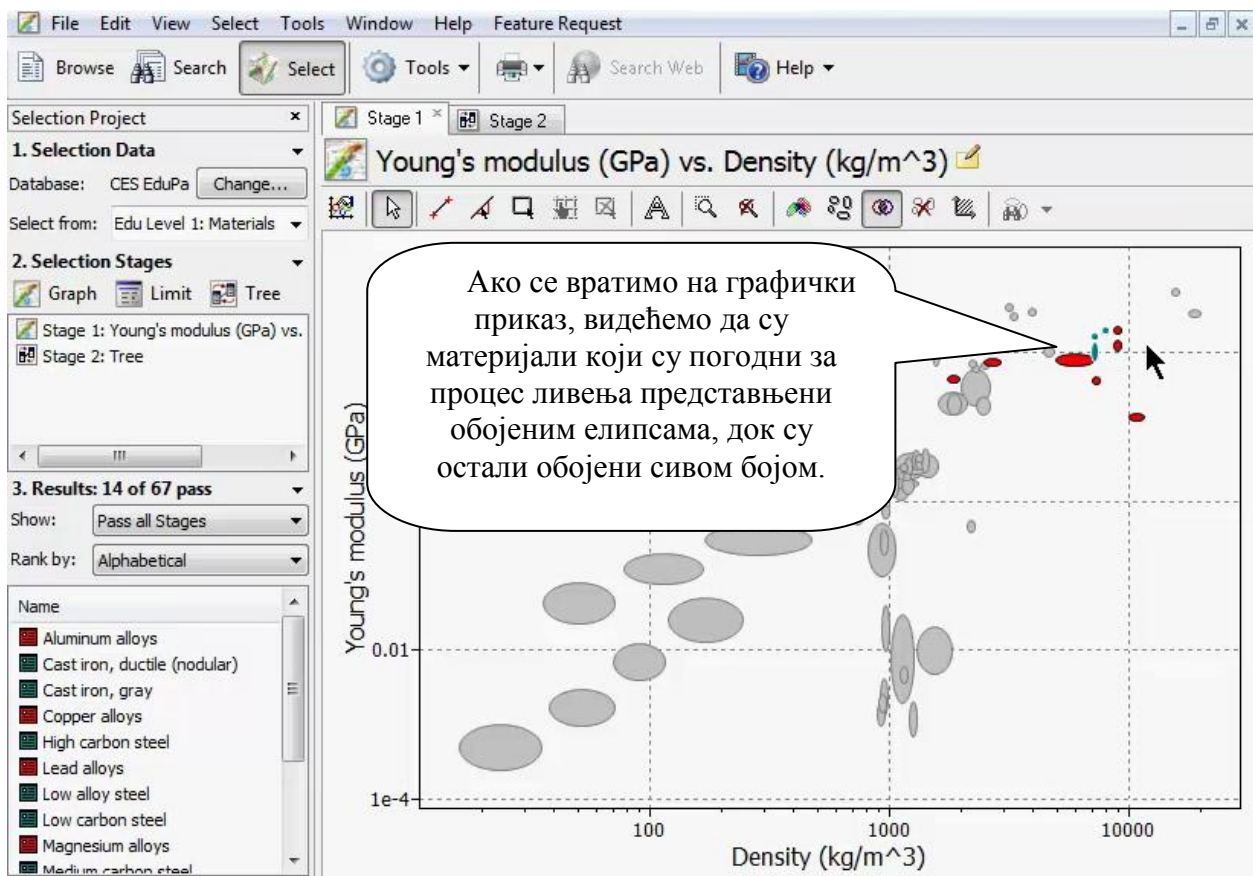
7.4.3. Селекција материјала методом Tree Stage



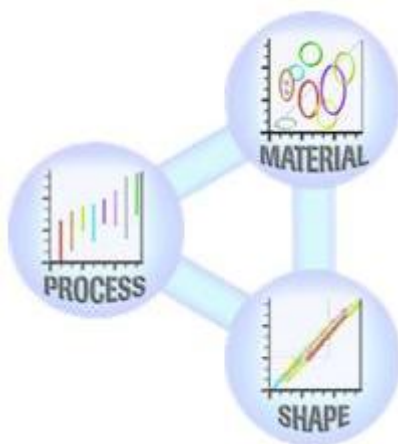




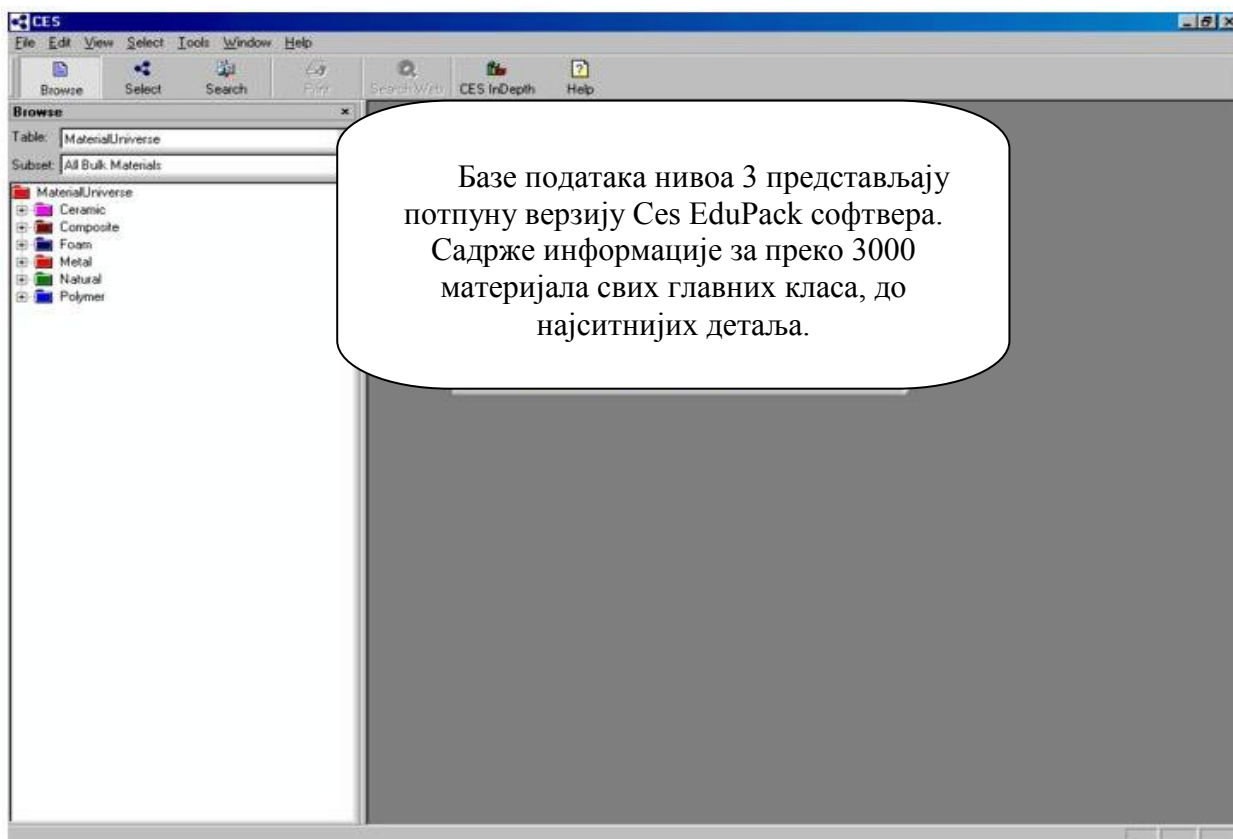


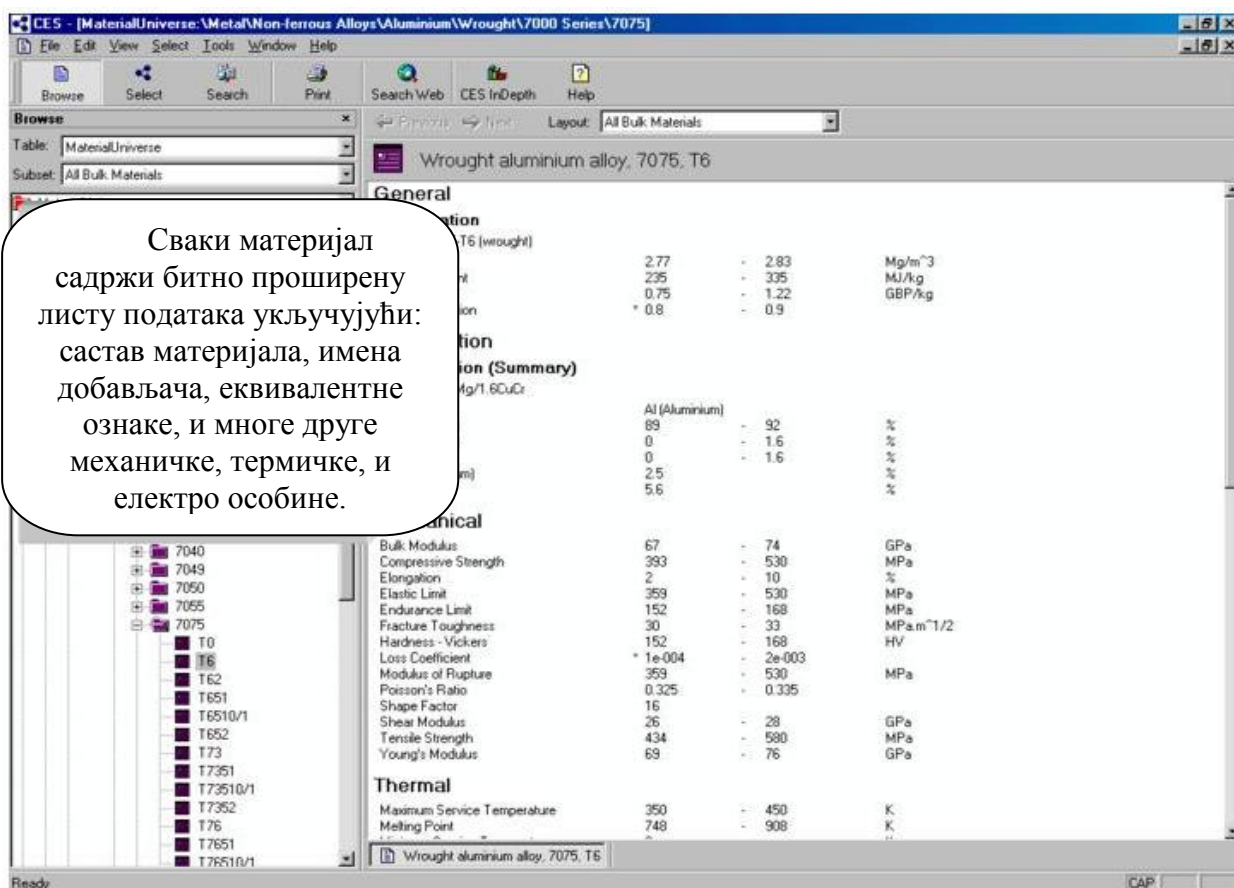
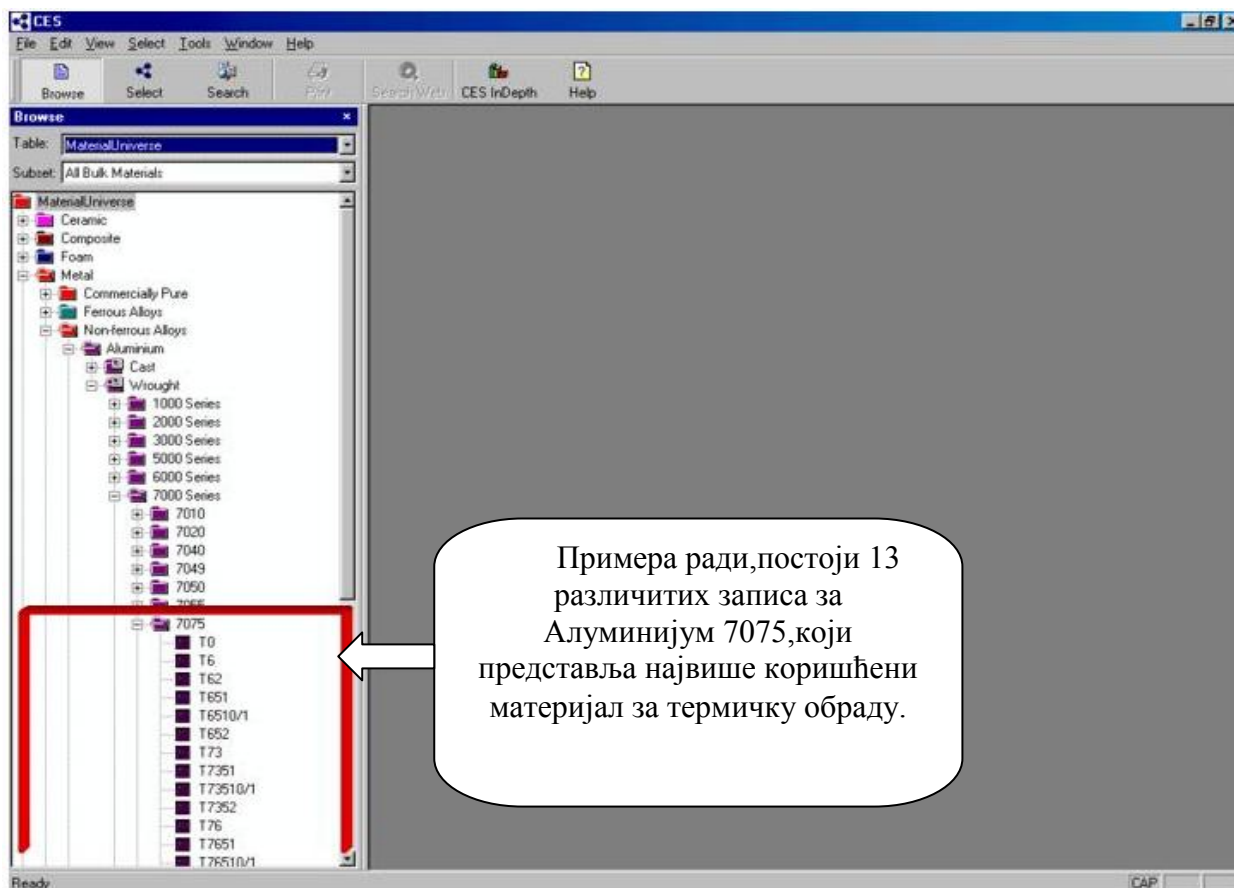


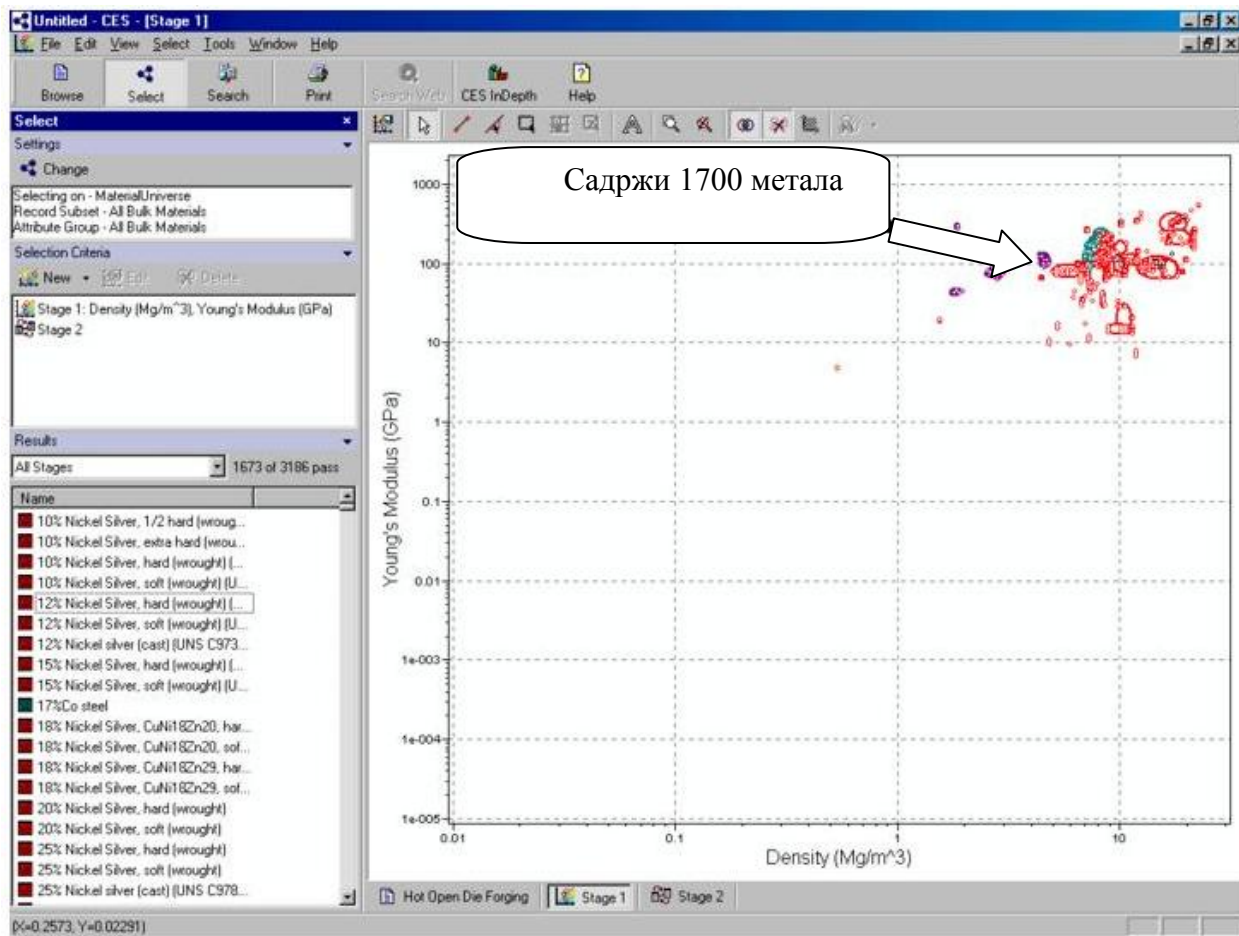
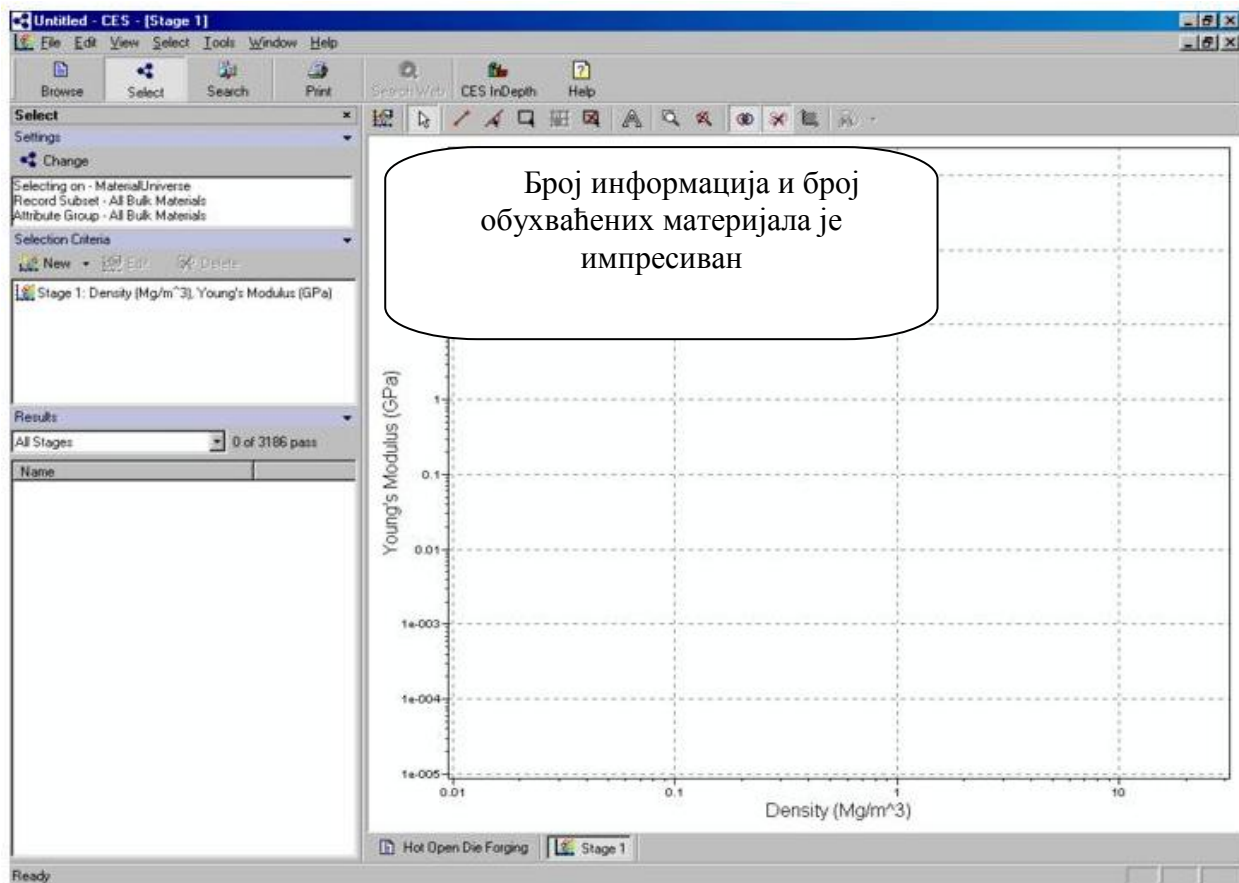
7.5. Ниво 3 – The Llevel 3 Ddatabase

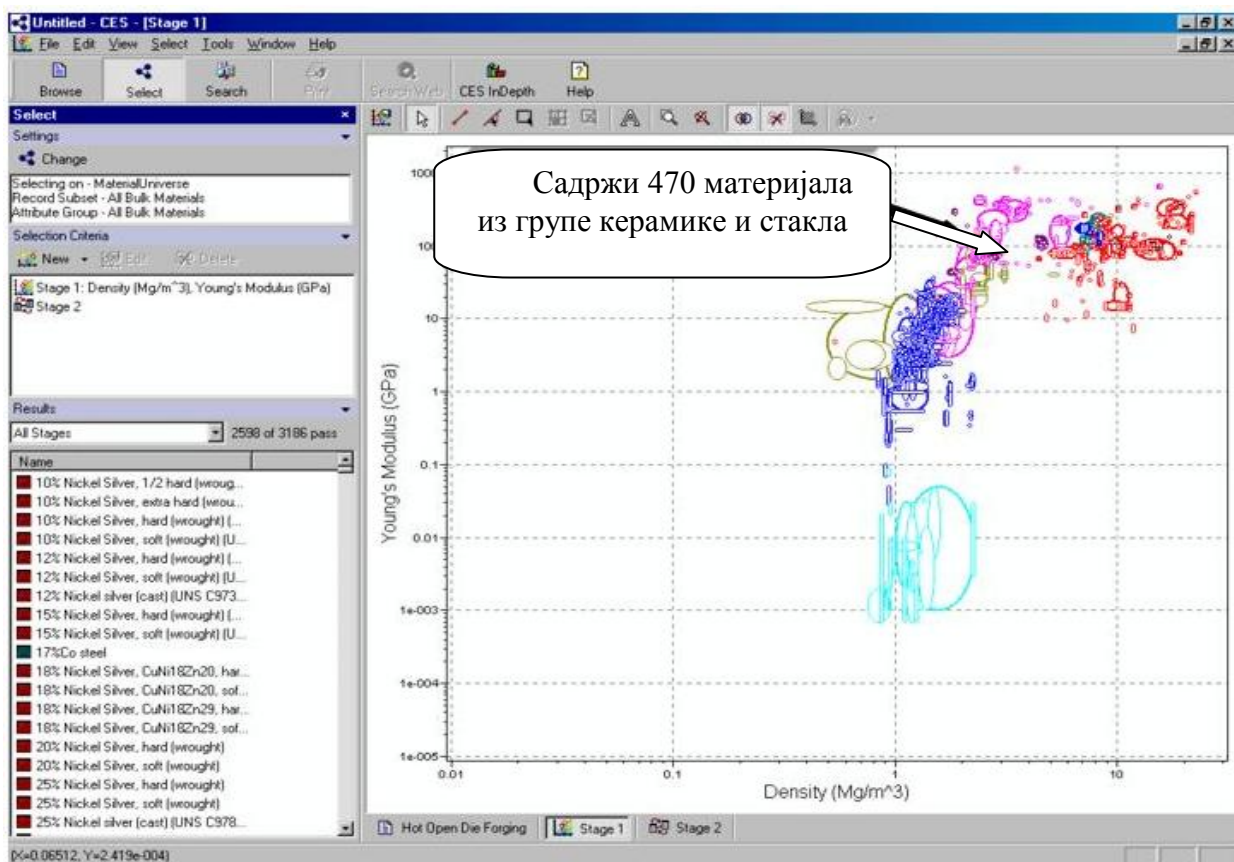
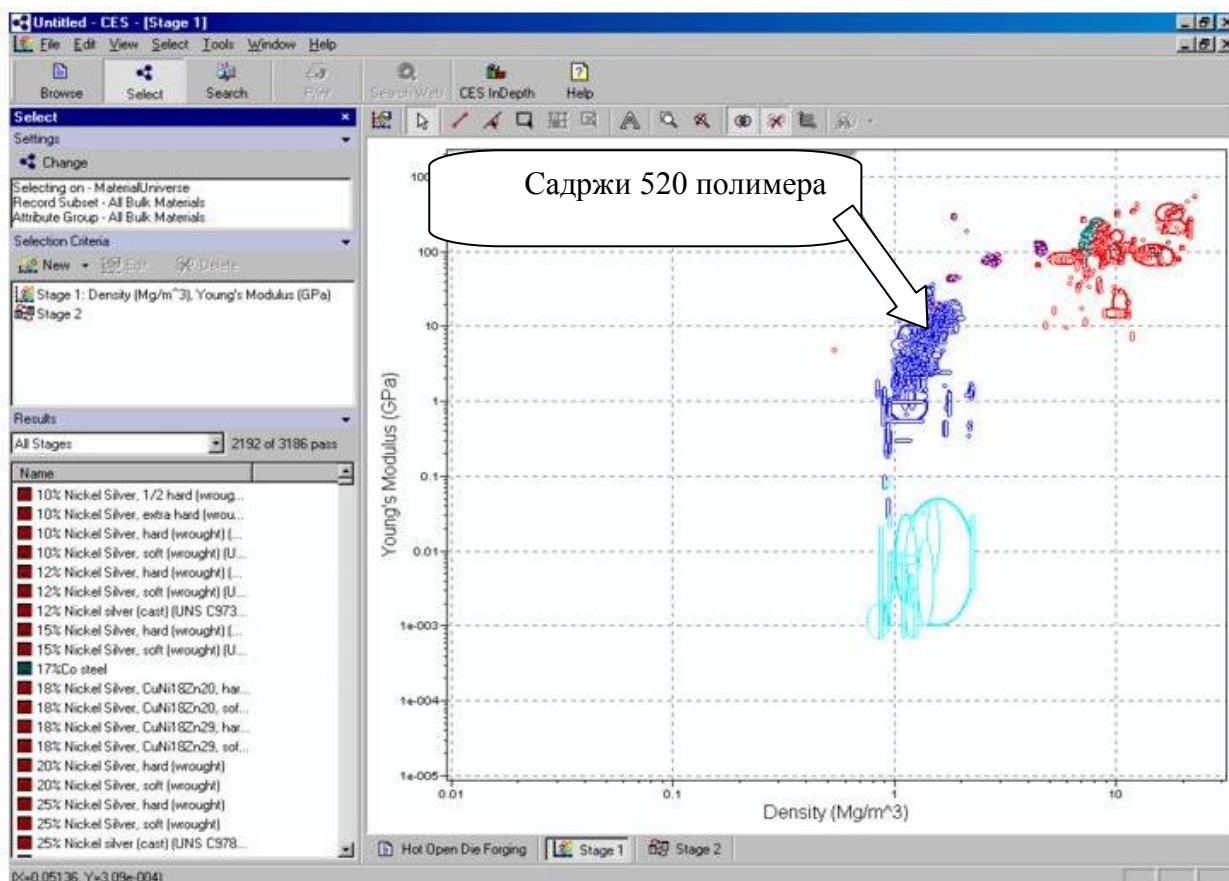


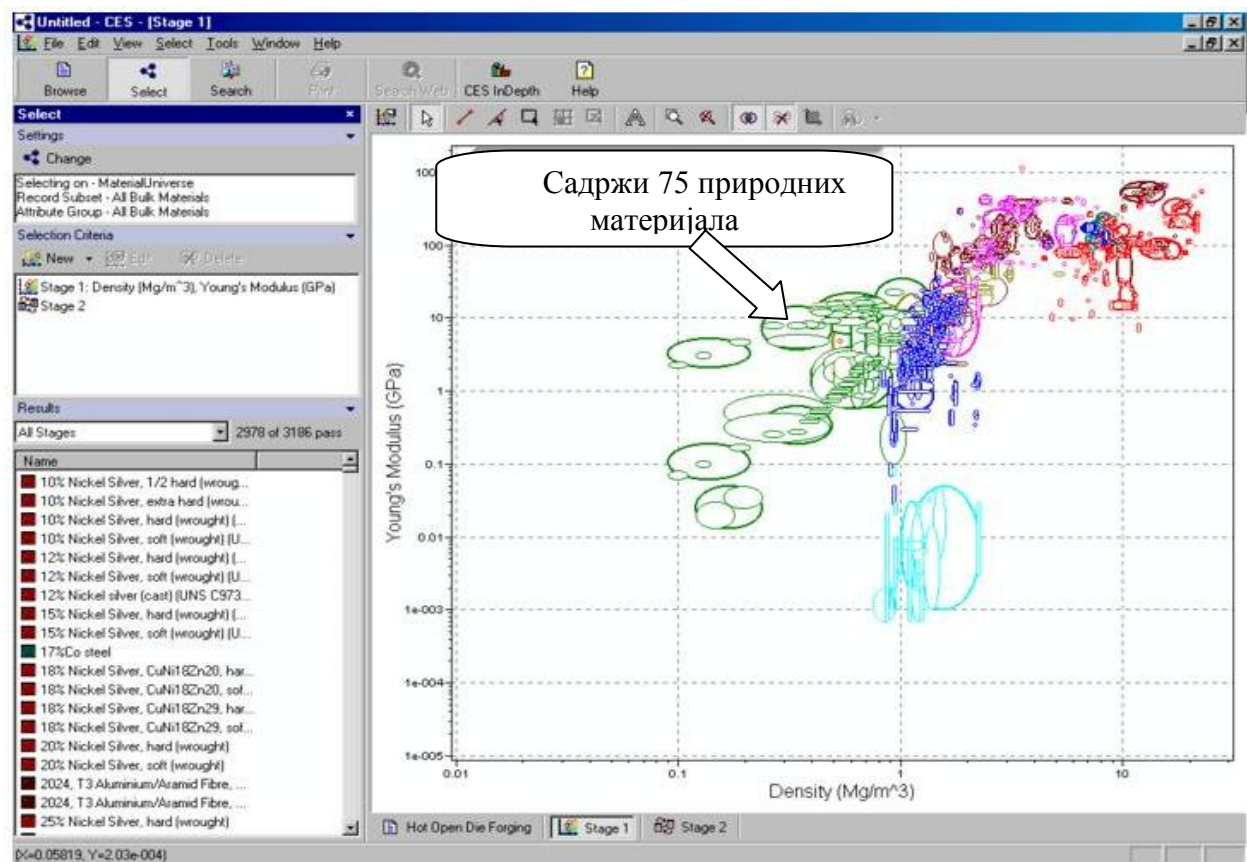
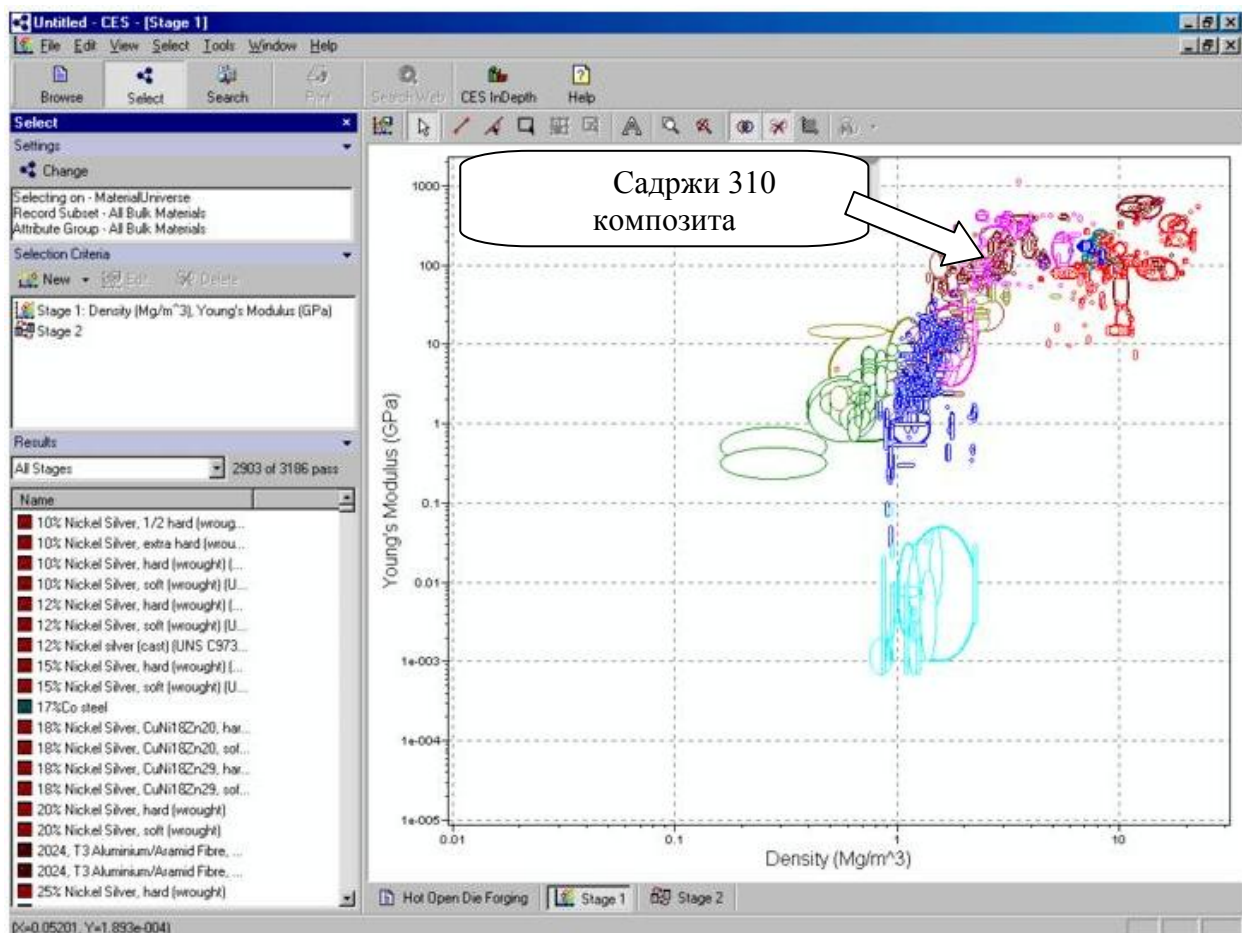
Ниво 3 поседује основну базу података која поседује више од 3000 материјала укључујући и оне у нивоима 1 и 2. Садржи још и специјална издања из области ваздухопловства, архитектуре, полимера, био-материјала. Обухвата бројчане податке за све материјале омогућавајући на тај начин максимално искоришћење софтвера при избору неке врсте материјала.

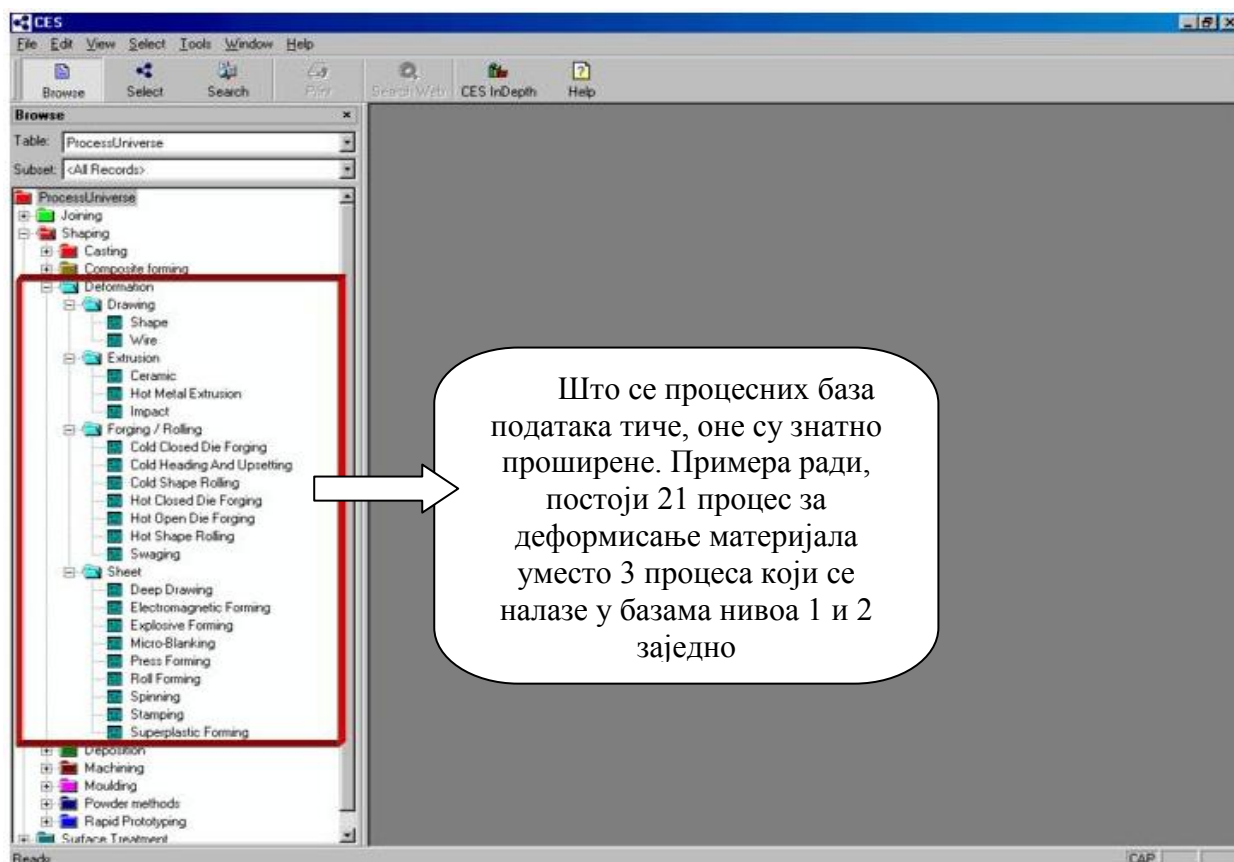
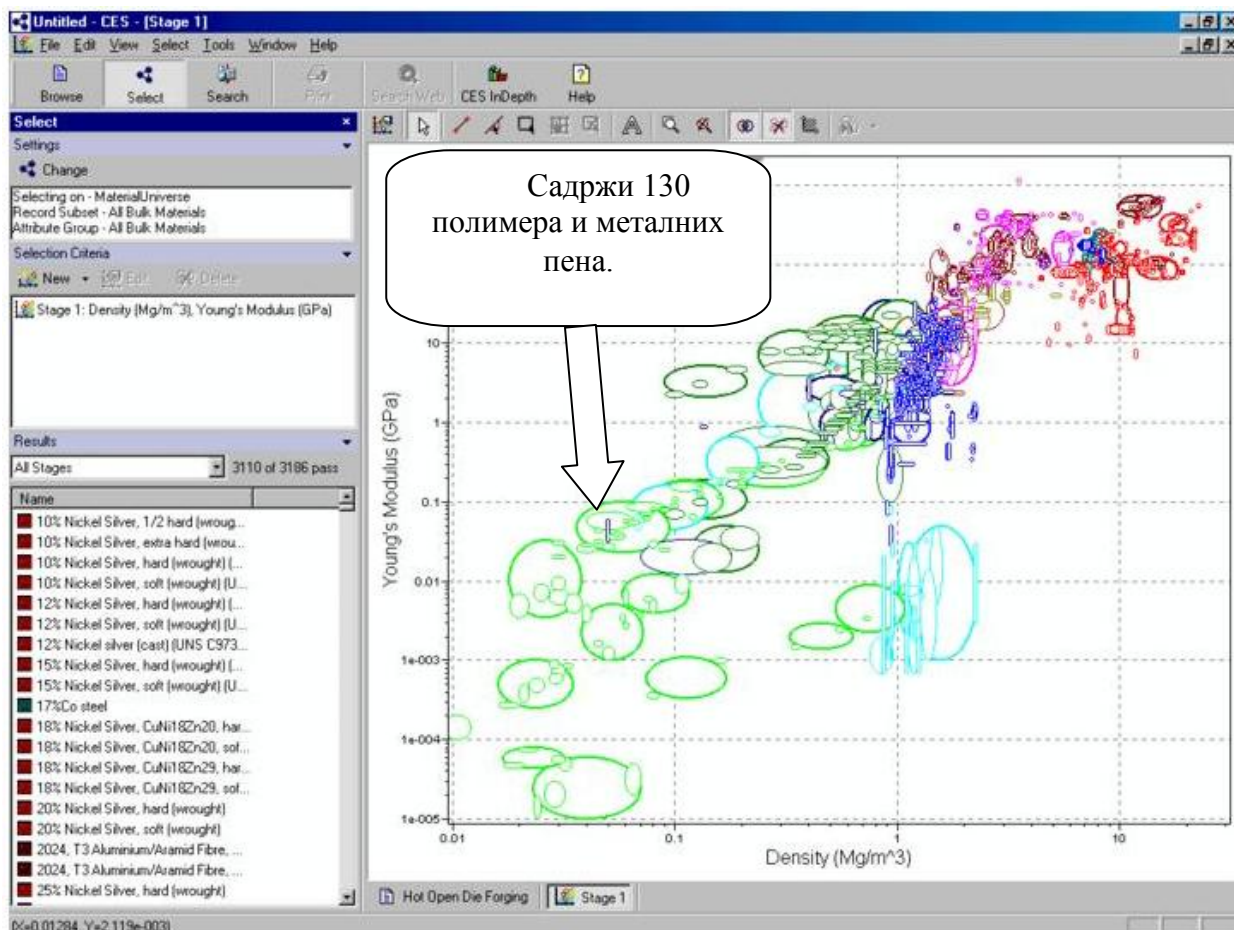


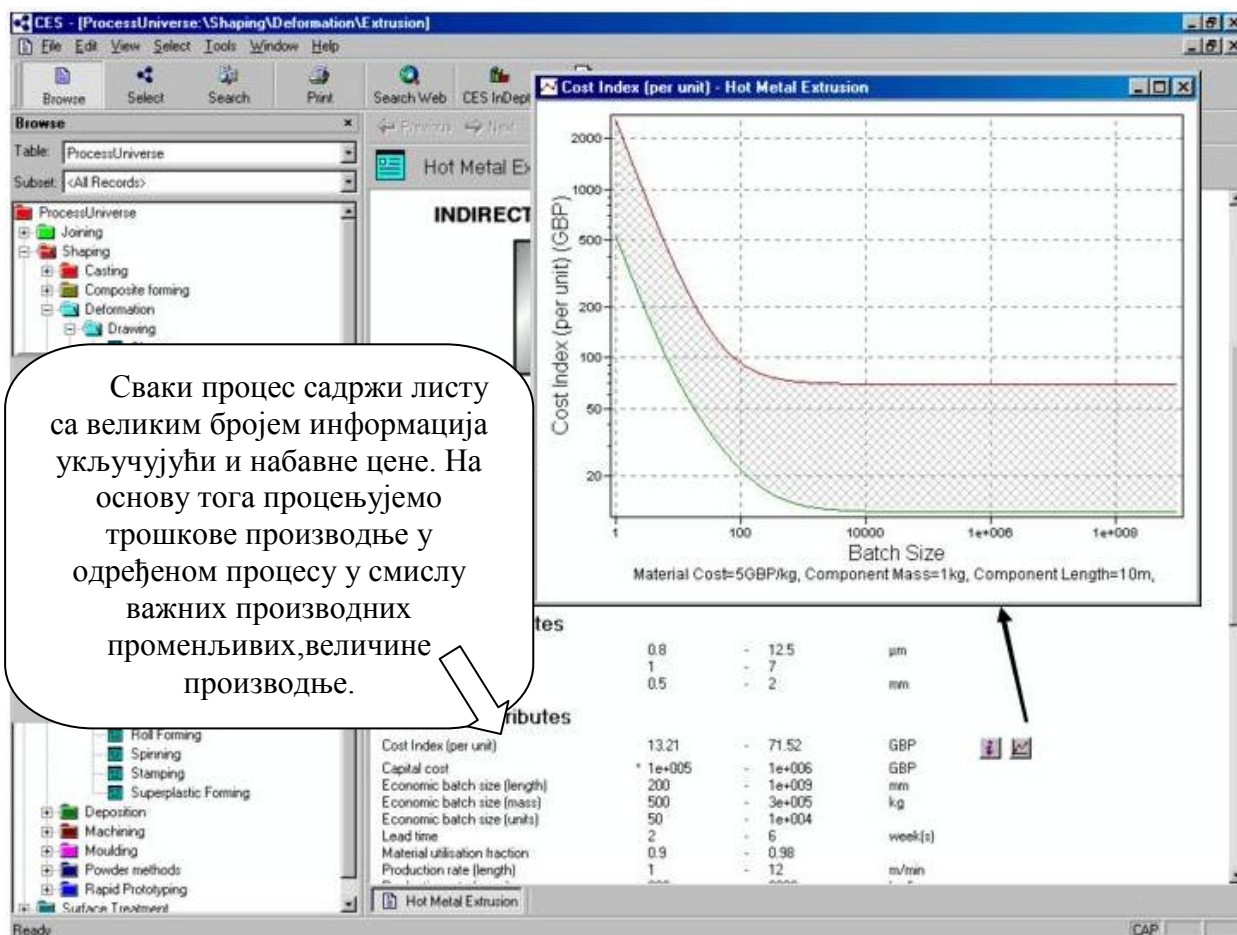




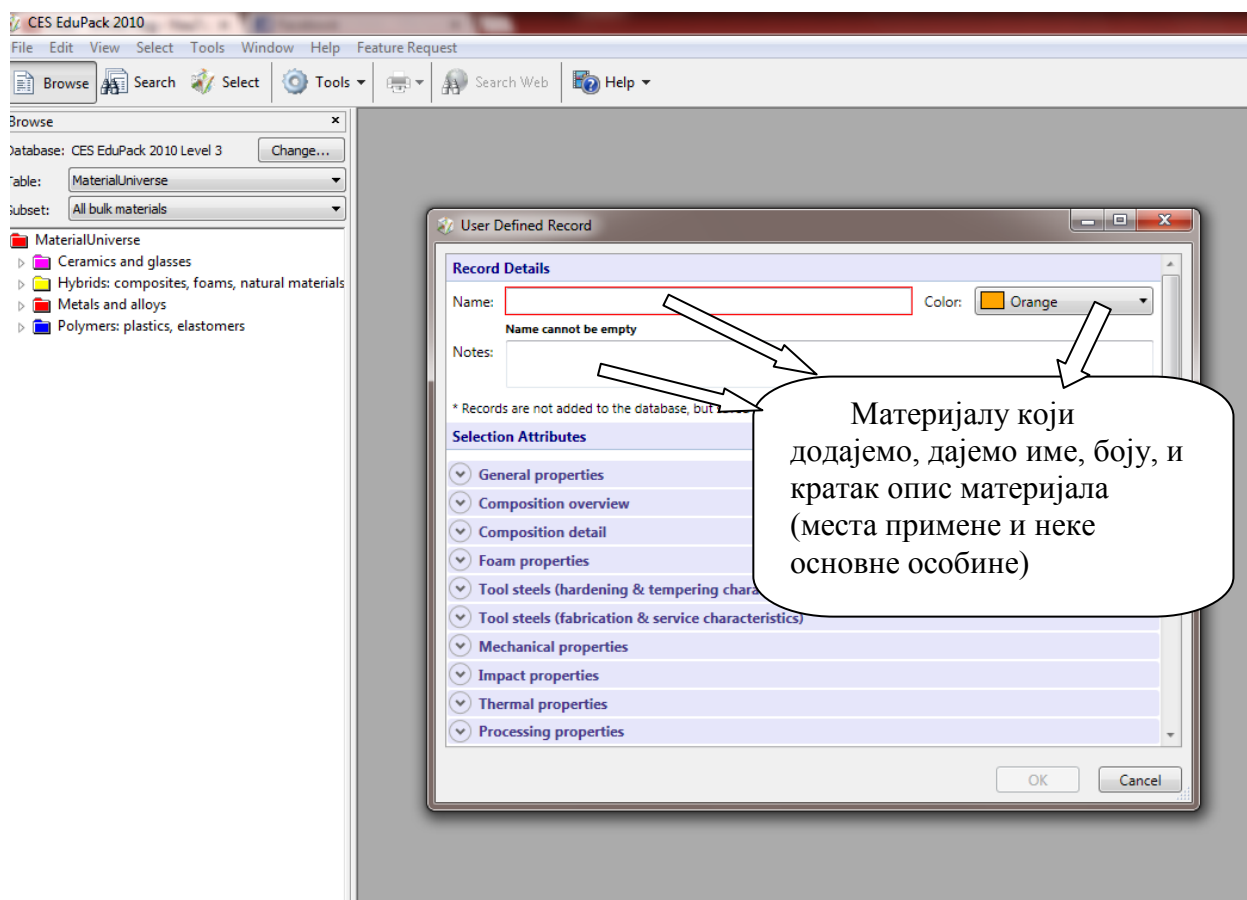
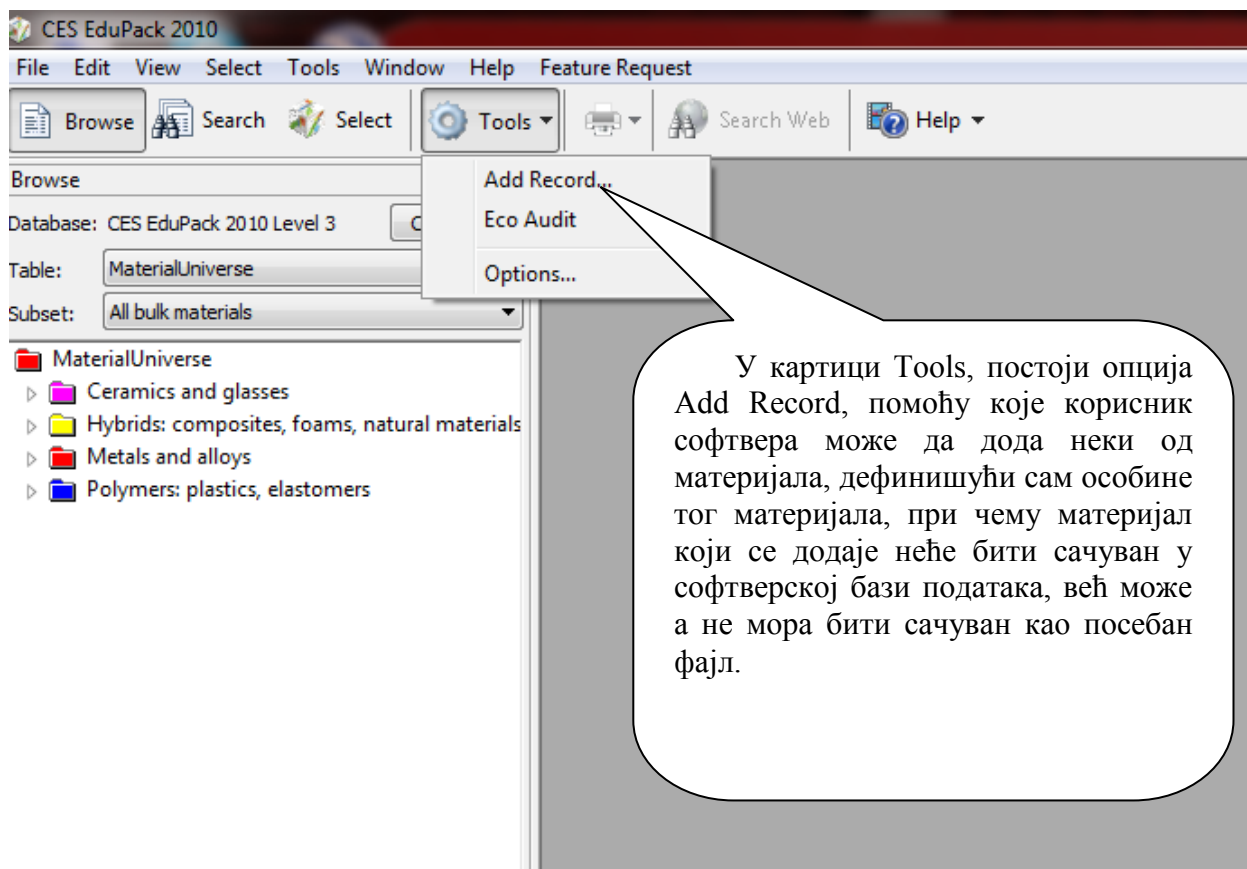


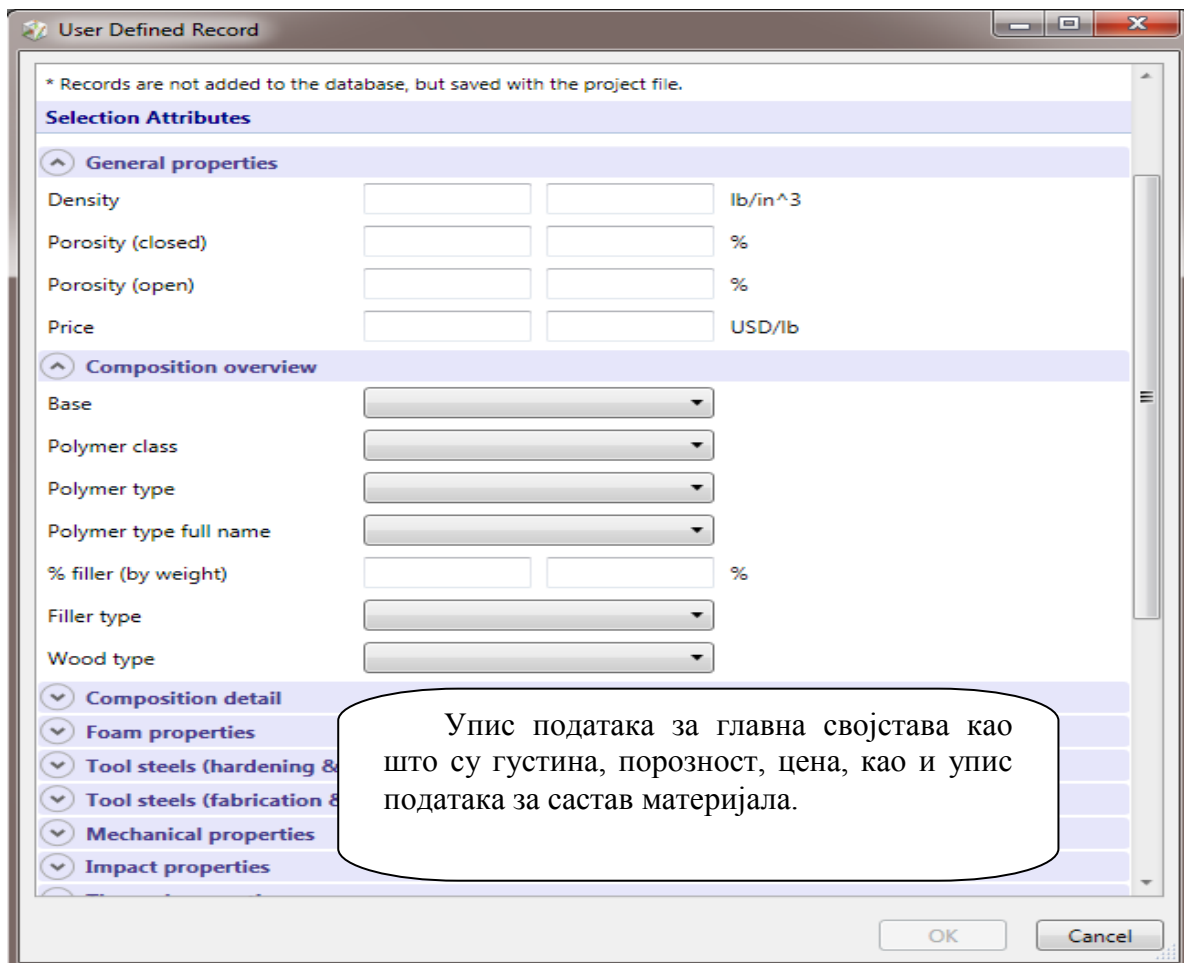
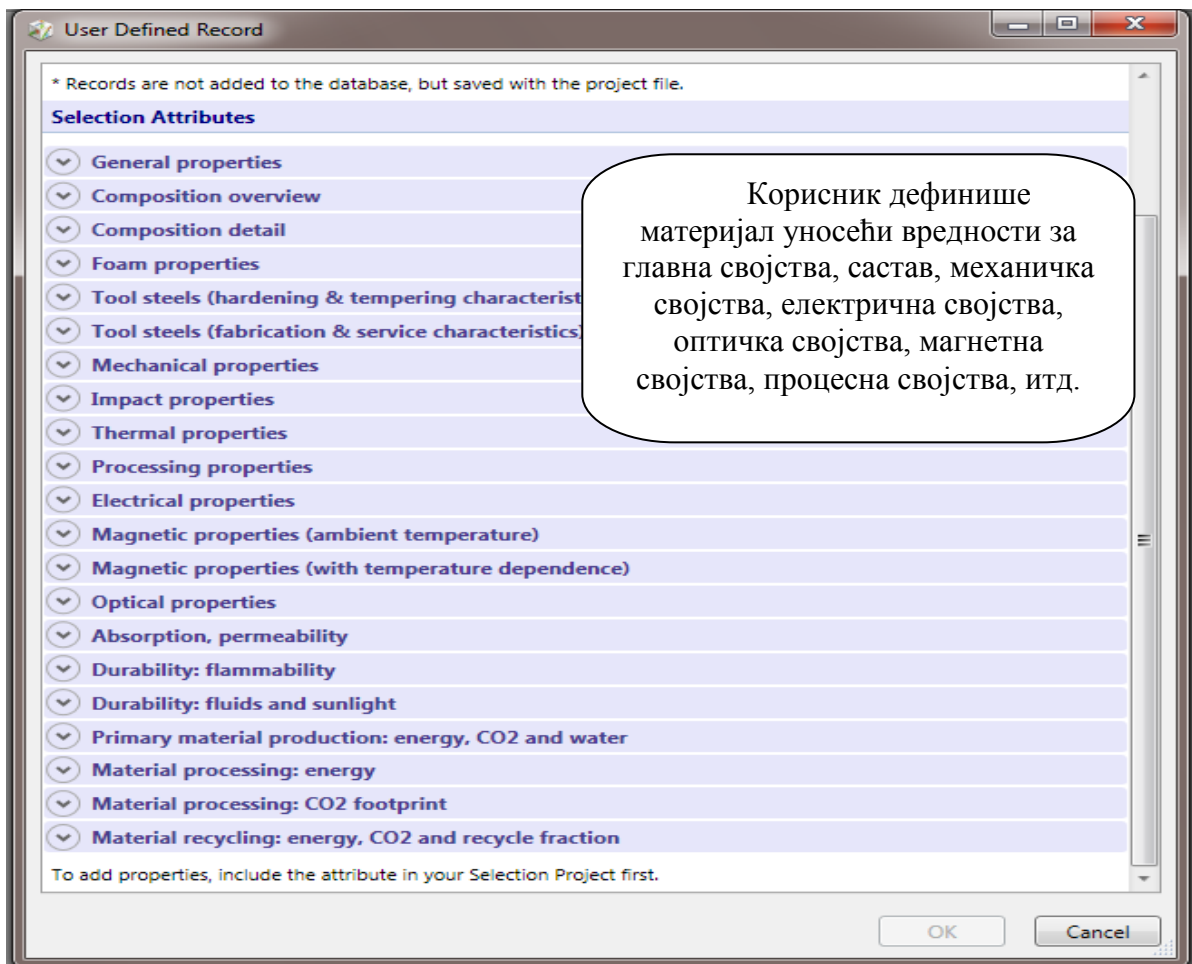






7.6. Могућност додавања нових материјала (Add Record)





User Defined Record

Mechanical properties

Young's modulus			10 ⁶ psi
Compressive modulus			10 ⁶ psi
Flexural modulus			10 ⁶ psi
Shear modulus			10 ⁶ psi
Bulk modulus			10 ⁶ psi
Poisson's ratio			
Shape factor			
Yield strength (elastic limit)			ksi
Tensile stress at 100% strain			ksi
Tensile stress at 300% strain			ksi
Tensile strength			ksi
Compressive strength			ksi
Compressive stress @ 25% strain			ksi
Compressive stress @ 50% strain			ksi
Flexural strength (modulus of rupture)			ksi
Shear strength			ksi
Rolling shear strength			ksi
Elongation			% strain
Elongation at yield			% strain

OK Cancel

Дефинисање механичких својстава материјала

User Defined Record

☒ Tool steels (hardening & tempering characteristics)
☒ Tool steels (fabrication & service characteristics)
☒ Mechanical properties
☒ Impact properties
☒ Thermal properties
☒ Processing properties

Linear mold shrinkage			%
Melt temperature			°F
Mold temperature			°F
Molding pressure range			ksi
Carbon equivalency			

☒ Electrical properties
☒ Magnetic properties (ambient temperature)
☒ Magnetic properties (with temperature dependence)
☒ Optical properties
☒ Absorption, permeability
☒ Durability: flammability
☒ Durability: fluids and sunlight
☒ Primary material production: energy, CO2 and
☒ Material processing: energy
☒ Material processing: CO2 footprint
☒ Material recycling: energy, CO2 and recycle fraction

To add properties, include the attribute in your Selection Project first.

OK Cancel

Дефинисање процесних својстава као што су температура топљења, температура мржњења, дозвољено оптерећење на притисак,

User Defined Record

- Tool steels (hardening & tempering characteristics)
- Tool steels (fabrication & service characteristics)
- Mechanical properties
- Impact properties
- Thermal properties
- Processing properties
- Electrical properties

Electrical resistivity			$\mu\text{ohm.cm}$
Dielectric constant (relative permittivity)			
Dissipation factor (dielectric loss tangent)			
Dielectric strength (dielectric breakdown)			V/mil
Comparative tracking index			V
- Magnetic properties (ambient temperature)
- Magnetic properties (with temperature dependence)
- Optical properties
- Absorption, permeability
- Durability: flammability
- Durability: fluids and sunlight
- Primary material production: energy
- Material processing: energy
- Material processing: CO2 footprint
- Material recycling: energy, CO2 and recycle fraction

To add properties, include the attribute in your Selection Project first.

OK Cancel

Дефинисање електричних својстава као што су електрична отпорност, диелектрична константа, диелектрична снага и др.

User Defined Record

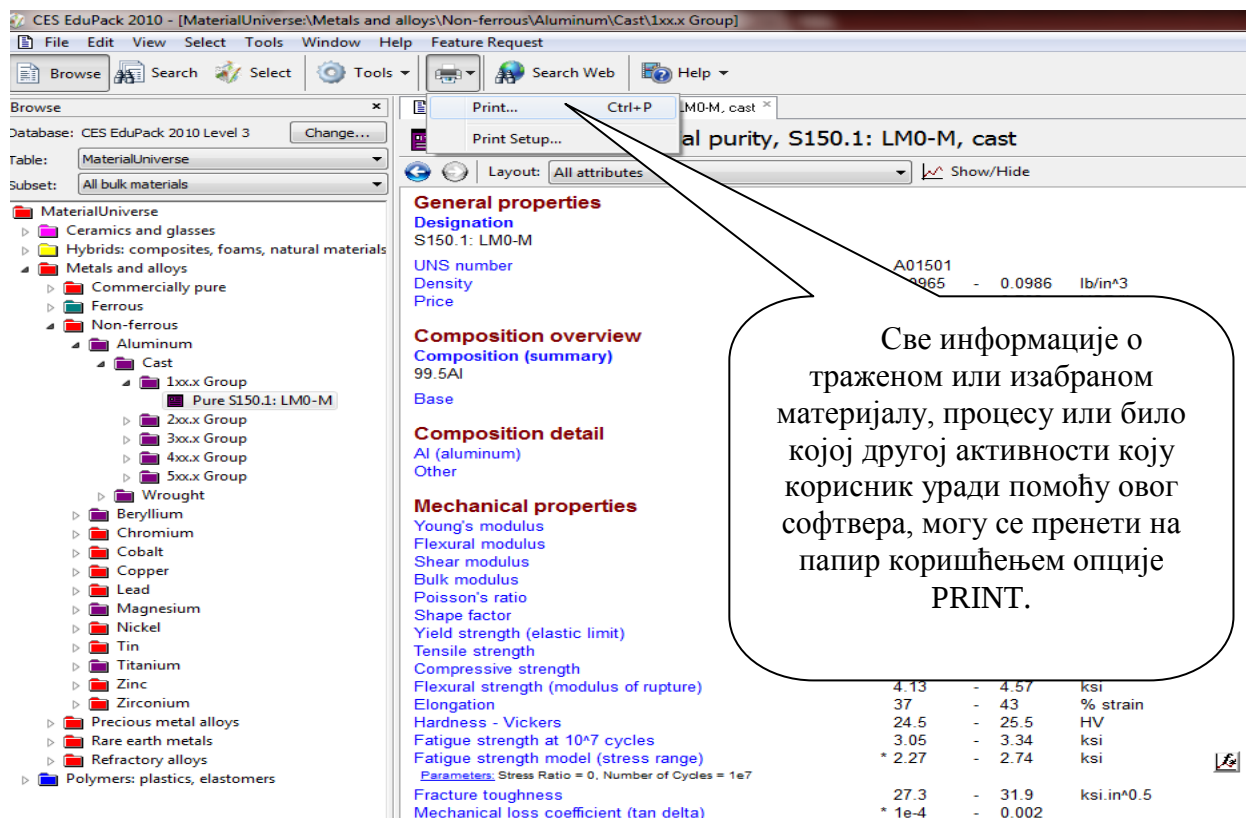
- Impact properties
- Thermal properties

Melting point			$^{\circ}\text{F}$
Glass temperature			$^{\circ}\text{F}$
Heat deflection temperature 0.45MPa			$^{\circ}\text{F}$
Heat deflection temperature 1.8MPa			$^{\circ}\text{F}$
Maximum service temperature			$^{\circ}\text{F}$
Minimum service temperature			$^{\circ}\text{F}$
Thermal conductivity			$\text{BTU.ft/h.ft}^2.^{\circ}\text{F}$
Specific heat capacity			$\text{BTU/lb.}^{\circ}\text{F}$
Thermal expansion coefficient			$\mu\text{strain}/^{\circ}\text{F}$
Vicat softening point			$^{\circ}\text{F}$
Latent heat of fusion			BTU/lb
Temperature dependence of resistivity			$/^{\circ}\text{F}$
- Processing properties

OK Cancel

Дефинисање термичких својстава

7.7. Могућност штампања података (Print)



Database: CES EduPack 2010 Level 3

Table: MaterialUniverse

Subset: All bulk materials

MaterialUniverse

- ▶ Ceramics and glasses
- ▶ Hybrids: composites, foams, natural materials
- ▶ Metals and alloys
 - ▶ Commercially pure
 - ▶ Ferrous
 - ▶ Non-ferrous
 - ▶ Aluminum
 - ▶ Cast
 - ▶ 1xx.x Group
 - ▶ Pure S150.1: LM0-M
 - ▶ 2xx.x Group
 - ▶ 3xx.x Group
 - ▶ 4xx.x Group
 - ▶ 5xx.x Group
 - ▶ Wrought
 - ▶ Beryllium
 - ▶ Chromium
 - ▶ Cobalt
 - ▶ Copper
 - ▶ Lead
 - ▶ Magnesium
 - ▶ Nickel
 - ▶ Tin
 - ▶ Titanium
 - ▶ Zinc
 - ▶ Zirconium
 - ▶ Precious metal alloys
 - ▶ Rare earth metals
 - ▶ Refractory alloys
- ▶ Polymers: plastics, elastomers

General properties

Designation
S150.1: LM0-M

UNS number
A01501

Density
2.965 - 0.0986 lb/in³

Price

Composition overview

Composition (summary)
99.5Al

Base

Composition detail

Al (aluminum)

Other

Mechanical properties

Young's modulus
Flexural modulus
Shear modulus
Bulk modulus
Poisson's ratio
Shape factor
Yield strength (elastic limit)
Tensile strength
Compressive strength
Flexural strength (modulus of rupture)
Elongation
Hardness - Vickers
Fatigue strength at 10⁷ cycles
Fatigue strength model (stress range)

4.13	-	4.57	ksi
37	-	43	% strain
24.5	-	25.5	HV
3.05	-	3.34	ksi
* 2.27	-	2.74	ksi
Parameters: Stress Ratio = 0, Number of Cycles = 1e7			
27.3	-	31.9	ksi.in ^{0.5}
* 1e-4	-	0.002	

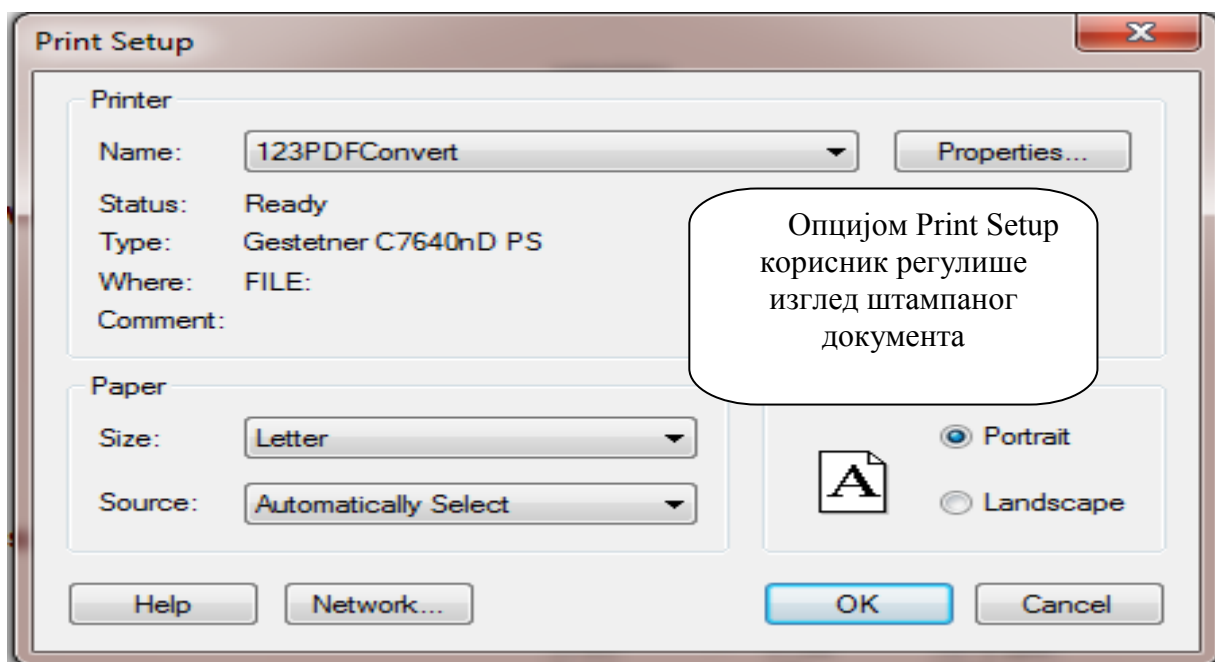
Print...

Print Setup...

Layout: All attributes

Show/Hide

Све информације о траженом или изабраном материјалу, процесу или било којој другој активности коју корисник уради помоћу овог софтвера, могу се пренети на папир коришћењем опције PRINT.



Print Setup

Printer

Name: 123PDFConvert

Status: Ready

Type: Gestetner C7640nD PS

Where: FILE:

Comment:

Paper

Size: Letter

Source: Automatically Select

Portrait

Landscape

Help

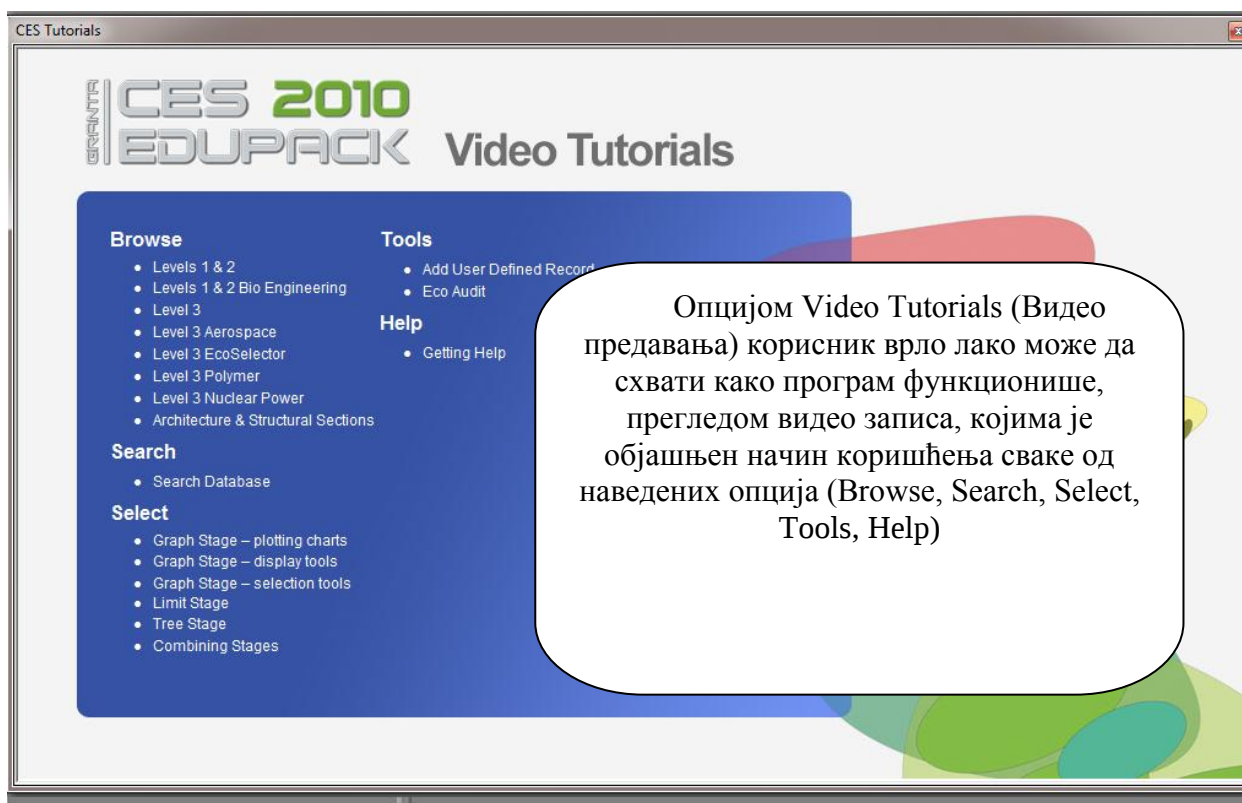
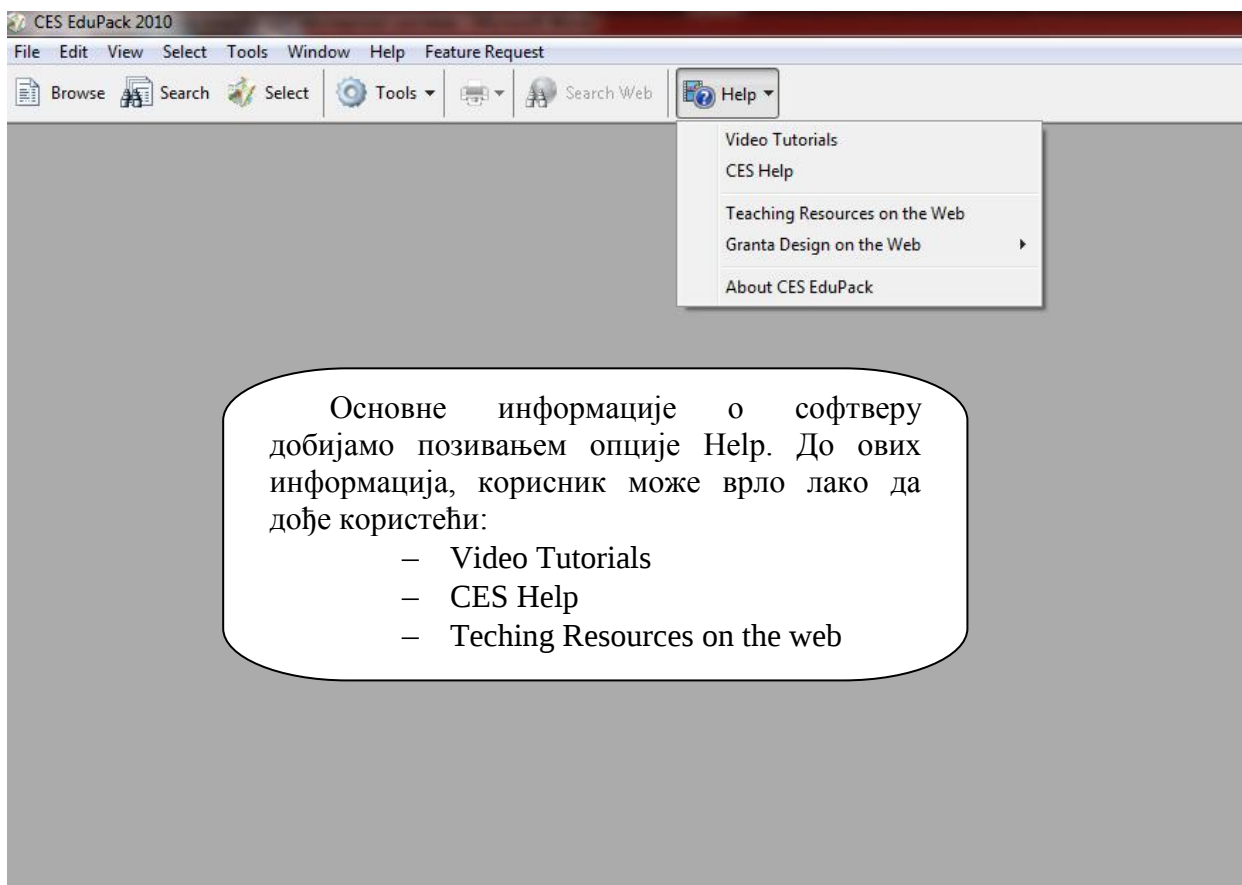
Network...

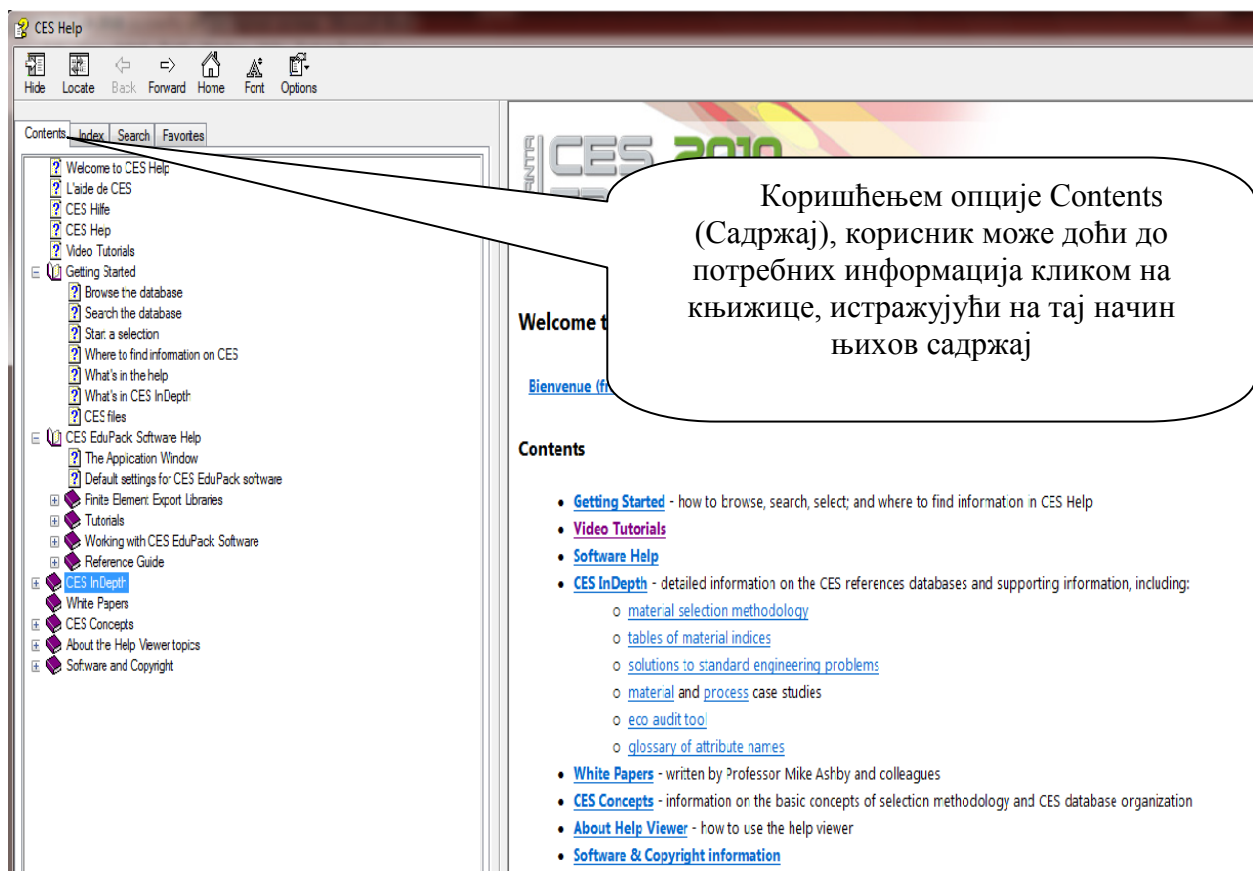
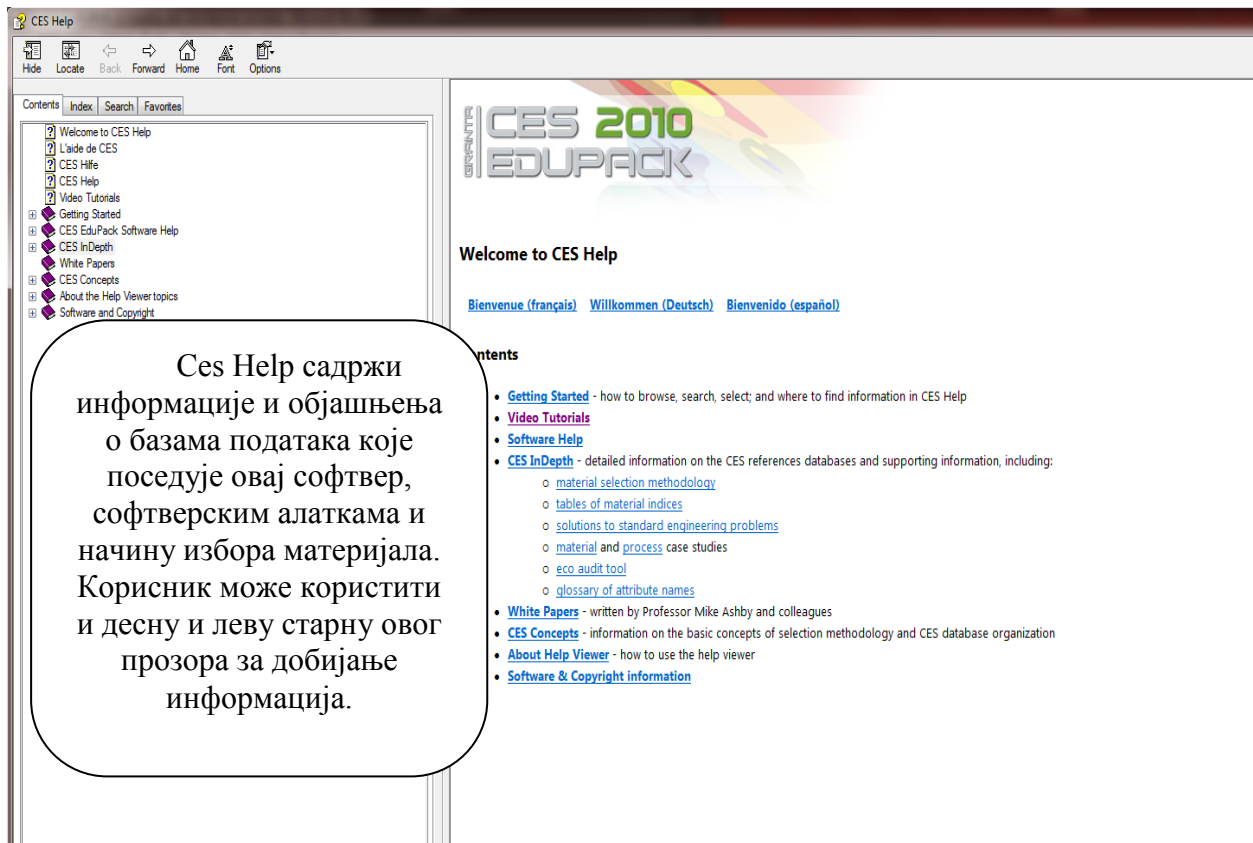
OK

Cancel

Опцијом Print Setup корисник регулише изглед штампаног документа

7.8. Добијање основних података о програму (Help)





Опција Shearch омогућује кориснику да куцањем кључних речи, програм аутоматски покаже локацију тражених информација о софтверу.

CES 2010 EDUPACK

Welcome to CES Help

[Bienvenue \(français\)](#) [Willkommen \(Deutsch\)](#) [Bienvenido \(español\)](#)

Contents

- [Getting Started](#) - how to browse, search, select; and where to find information in CES Help
- [Video Tutorials](#)
- [Software Help](#)
- [CES InDepth](#) - detailed information on the CES references databases and supporting information, including:
 - [material selection methodology](#)
 - [tables of material indices](#)
 - [solutions to standard engineering problems](#)
 - [material](#) and [process](#) case studies
 - [eco audit tool](#)
 - [glossary of attribute names](#)
- [White Papers](#) - written by Professor Mike Ashby and colleagues
- [CES Concepts](#) - information on the basic concepts of selection methodology and CES database organization
- [About Help Viewer](#) - how to use the help viewer
- [Software & Copyright information](#)

На десној страни налазе се линкови за избор методологије. Getting Started водич садржу предавања и основне кораке како започети рад са софтвером. Video Tutorials водич демонстрира коришћење софтвера. Software Help садржи објашњења о коришћењу софтвера. CES InDepth нуди информације о базама података које софтвер садржи, укључујући предавања за избор материјала и процеса за сва 3 нивоа, такође нуди табеле са стандардним ознакама материјала, као и документацију о заштити животне средине пиликом експлоатације материјала и производње.

CES 2010 EDUPACK

Welcome to CES Help

[Bienvenue \(français\)](#) [Willkommen \(Deutsch\)](#) [Bienvenido \(español\)](#)

Contents

- [Getting Started](#) - how to browse, search, select; and where to find information in CES Help
- [Video Tutorials](#)
- [Software Help](#)
- [CES InDepth](#) - detailed information on the CES references databases and supporting information, including:
 - [material selection methodology](#)
 - [tables of material indices](#)
 - [solutions to standard engineering problems](#)
 - [material](#) and [process](#) case studies
 - [eco audit tool](#)
 - [glossary of attribute names](#)
- [White Papers](#) - written by Professor Mike Ashby and colleagues
- [CES Concepts](#) - information on the basic concepts of selection methodology and CES database organization
- [About Help Viewer](#) - how to use the help viewer
- [Software & Copyright information](#)

Пример добијања информација за легуре алуминијума директно са интернета претражујући Material data network базу података.

Source	Results Found	Action
The PGM Database	None	Go To Results
Steelspec	12	Go To Results
ASM Micrograph Center	477	Go To Results
Human Biological Materials	None	Go To Results
ASM-Granta Medical Materials	5	Go To Results
ASM Alloy Center	8698	Go To Results
Corrosion Analysis Network - Performance Data	26	Go To Results
MI-21	8857	Go To Results
ASM MEMS Materials Database	5	Go To Results
NIMS Materials Database	None	Go To Results
ASM Handbook	2724	Go To Results
ASM Failure Analysis Center	Timed Out	Go To Results
Total: 20804		

Note:- Some information sources require a subscription, but Material Data Network will still show you results for these sites.

7.9. Избор произвођача, референци и обликовања

Приликом претраживања информација о материјалима који су садржани у базама овог софтвера, врло лако корисник може добити информације о произвођачима материјала.

Organisation Details

Company name
Alcoa (Aluminum Company of America)

Website
<http://www.alcoa.com/global/en/home.asp>

Information confirmation date
2/16/2006

Materials and tradenames
primary aluminum
fabricated aluminum
alumina

Other notes
Alcoa Inc. is a producer of primary aluminum, fabricated aluminum and alumina and is active in all major aspects of the industry.

Links
MaterialUniverse

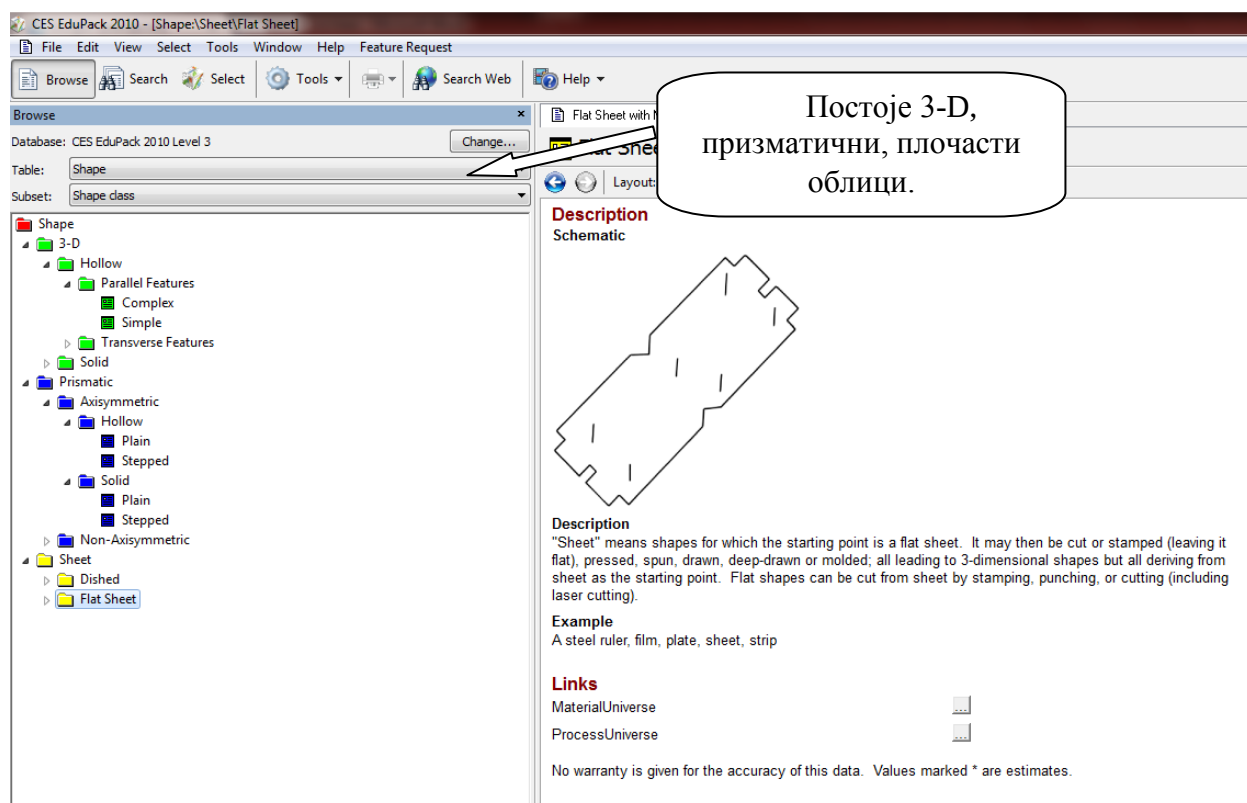
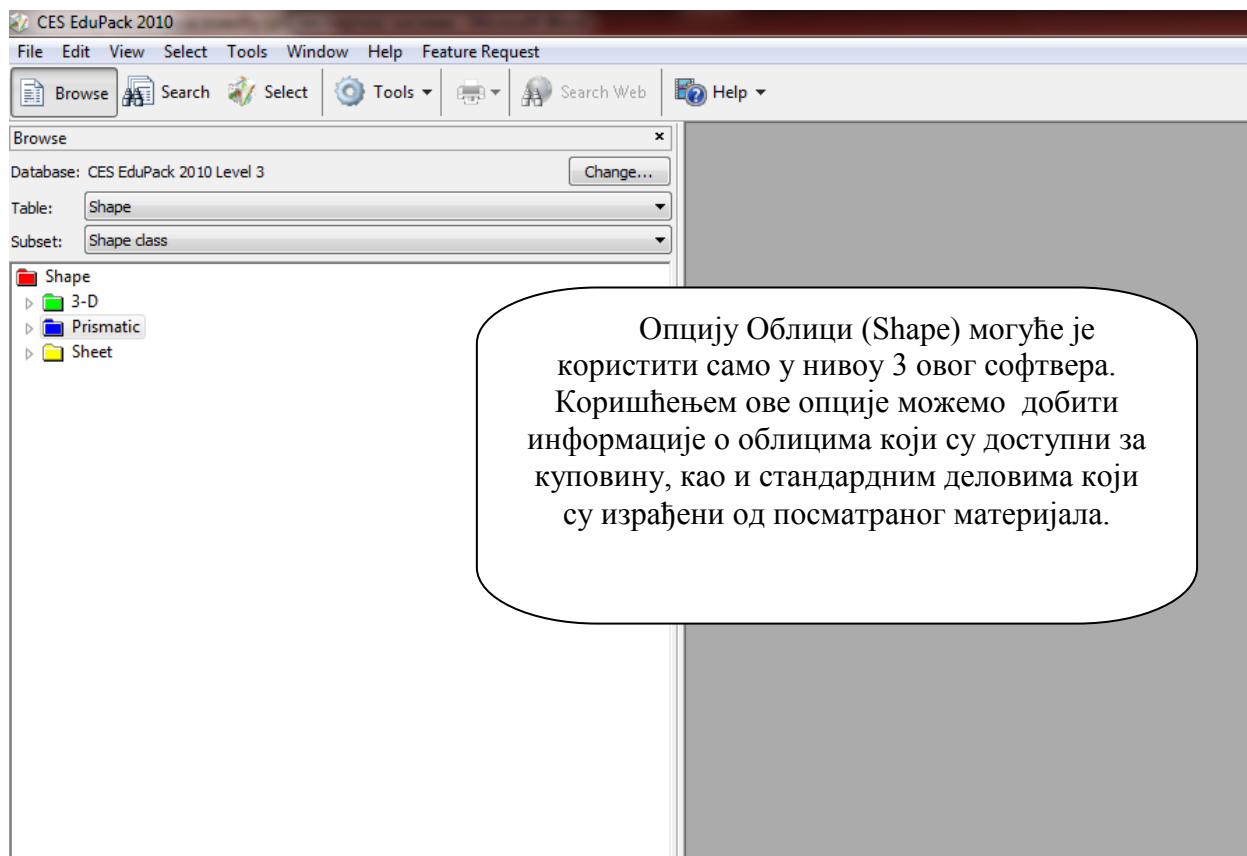
No warranty is given for the accuracy of this data. Values marked * are estimates.

За сваки материјал су дате основне информације о произвођачу као што су име произвођача, веб адреса, као и други контакт детаљи. Такође су доступне и информације где је потребан материјал доступан и где се примењује.

Reference

- Datasheets from suppliers
- Handbooks, textbooks
- Internet
- Journals
- Patents
- Software - databases and expert systems
- Standards

Опција Reference нуди изворе информација који се могу наћи за посматрани материјал или процес. У изворе информација спадају књиге, часописи, подаци о произвођачу, интернет сајтови, научни радови и каталози



8. Закључак

Све већи број материјала и њихових карактеристика, тежња ка бржем и поузданијем тражењу информација, тежња с објективнијим и целовитијим поређењима, све присутнија потреба за моделирањем и симулацијама упућују на коришћење рачунарских система који обрађују, чувају и процесуирају информације о материјалима. При тражењу вредности о својствима корисне су библиографске и фактографске базе података о материјалима, а за одлучивање CAMS (Computer Aided Materials Selection) и експертни системи (ES).

Рачунарске базе података постоје у низу компанија и предузећа, а многе су и комерцијално доступне преко јавних информационих сервиса, док су базе знања и њима придружени експертни системи мање развијене.

Подаци о доступним квалитетима материјала и њихове карактеристике доступни су у различитим формама од којих је електронска форма доживела највећи развој паралелно са развојем компјутерске технике.

Основни проблеми са којима се сусрећу произвођачи оваквих база података и система су квалитет и квантитет база података, под чиме се подразумева детаљност база података и број уписаних материјала, као и стратегија избора материјала путем експертних система кроз постојеће базе података.

Електронске базе података представљају савремена информацијска и комуникацијска помагала. Могу бити статичке и динамичке структуре. Статичне базе података могу се наћи на интернету и могу се само читати, док динамичке базе података омогућавају комуникацију са корисником.

Интернет базе података су веома корисне, јер корисник може у било које време да приступи садржају (бесплатно или уз претходно учлањење). У зависности од тога који је тип базе података и које материјале база обухвата корисник врло лако може да приступи информацијама за потребни материјал као што су механичке особине, термичке особине, оптичке особине, информације о добављачима и др.

Електронске базе података о материјалима се израђују у виду софтверских апликација које могу бити доступне уз одређену новчану надокнаду. Оне омогућавају комуникацију са корисником приликом претраге за материјалима, на тај начин што поседују одређене модуле за избор материјала. Корисник долази до информација о материјалима као што су механичке особине, термичке особине, информације о добављачима путем регуларне претраге, а могуће је до информација доћи и на тај начин, да корисник дефинише одређене параметре а да софтвер на основу тога избаци листу материјала који задовољавају задате критеријуме.

Развој софтвера и хардвера омогућује да креатори база података материјала иду корак даље, тј. да креирају специјалне софтверске пакете, који ће не само садржати споменуте базе података, већ ће нудити и могућност интерактивног избора материјала, под чиме се подразумева обострана комуникација између корисника (инжењера) и специјалног софтверског пакета (експертног система).

Експертни системи садрже базе података о материјалима и базе знања. Коришћењем ових система корисник може врло лако на основу параметара које задаје да дође до најоптималнијег материјала који му је потребан. На основу задатих параметара и типа селекције, софтвер аутоматски одстрани материјале који не задовољавају критеријуме претраге и прикаже листу једног или више материјала који задовољавају потребе корисника.

Литература:

1. Јовановић, М., Драган, А., Лазић, В., Ратковић, Н.-Машински материјали, Машински факултет, Крагујевац, 2003.
2. Томислав Филетин-Избор материјала при развоју производа, Загреб 2006.
3. Томислав Филетин-Материјали у машинству-Тенденције развоја и примене, Хрватско друштво за материјале и трибологију, Загреб 1993.
4. M.F. Ashaby-Materials Selection In Mechanical Design, Butterworth, Oxford 2001.
5. <http://www.metalravne.com/selector/selector.html>
6. <http://www.werkstofftechnik.com/index.php?id=software>
7. <http://www.stahlschluessel.de/en/cdcontent.html>
8. <http://www.metaldata.info/eng/winsteel.htm>
9. <http://steel.keytometals.com/>
10. <http://matweb.com/>
11. <http://www.aluminium.matter.org.uk/aluselect/>
12. <http://www.campusplastics.com/>
13. <http://www.grantadesign.com/>