

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Индустијски дизајн

Број индекса: 385/2018

Милан Д. Вулићевић

**Моделирање и оцена машине за наношење
термоскупљајуће етикете**

Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. **Др Лозица Ивановић, редовни професор**

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

- истражи и проучи примену рачунара у области развоја производа пролазећи кроз фазе конструисања и технологије израде
- представи листу захтева и технички задатак
- опише функцију машине и представи њене подсклопове
- представи примену софтвера у моделирању машине за наношење термоскупљајуће етикете
- да оцену конструкционог решења машине

Препоручена литература:

[1] Јовичић С., Марјановић Н., Основи конструисања, Факултет инжењерских наука, Крагујевац 2011.

[2] Деведић Г., *CAD/CAM* технологије, Машински факултет, Крагујевац 2006.

[3] Ивановић Л., Кузмановић С., Вереш М., Рацков М., Марковић Б., Индустијски дизајн, Факултет инжењерских наука, Крагујевац 2015.

Крагујевац, датум: 10.10.2020

Ментор: Проф. Лозица Ивановић

Summary:

This paper describes the process of development and construction a heat shrink labelling machine for bottles of defined format. Written work can be divided in three main parts. In introductory part development of construction as engineering discipline is described as a whole. The next part is dedicated to construction as the most important area in the product development phase. In third part model was described and functional subcomponents.

Modelling and use of software in modern mechanical engineering is an indispensable part if we strive to shorten the time of development and appearance of products on the market. The application of industrial design in product development involves market research, planning, design and product quality improvement. The contribution of industrial design is reflected in the procedures of transforming an idea into a construction solution and then into objects adapted to market requirements. The time of appearance on the market depends on the time invested in product development, production planning and production and assembly of the final product.

The task of the paper was to describe the path of product development and modelling, to the complete assembly and commissioning of the machine.

Key words: modelling, machine, label, product

Резиме рада:

У овом раду је описан поступак развоја и конструкције машине за наношење термоскупљајуће етикете на боце дефинисаних формата. Написани рад се може поделити на три главне целине. У уводном делу је уопштено описан развој конструисања као инжењерске дисциплине. Следећи део је посвећен конструисању као најважнијој области у фази развоја производа. У трећој целини је описан модел и његове функционалне подкомпоненте.

Моделирање и употреба софтвера у савременом машинству је неизоставни део уколико се тежи скраћењу времена развоја и појављивања производа на тржиште. Примена индустријског дизајна у развоју производа подразумева испитивање тржишта, планирање, пројектовање и побољшање квалитета производа. Допринос индустријског дизајна огледа се у поступцима претварања идеје у конструкционо решење а потом у предмете прилагођене захтевима тржишта. Време појављивања на тржишту зависи од времена уложеног у развој производа, планирање производње и израде и монтаже финалног производа.

Задатак рада је био описати пут развоја и моделирања производа, до комплетно испраћене монтаже и пуштања машине у рад.

Кључне речи: моделирање, машина, етикета, производ

Изјављујем да сам овај завршни рад урадио самостално, служећи се стеченим знањем и искуством као и наведеном литературом.

385/2018 Милан Вулићевић

Садржај

1.	Увод.....	1
2.	Историјски преглед развоја производа.....	4
3.	Конструисање, модел и моделирање	6
4.	Моделске форме.....	10
5.	Развој и дизајн производа	13
5.1	Сценарио развоја производа.....	13
5.2	Техничка документација.....	17
5.3	Контрола конструкционе документације.....	19
5.4	Технолошка контрола документације.....	21
5.5	Контрола са становишта стандардизације	21
5.6	Ревизија конструкционе документације	21
6.	Машина за наношење термоскупљајуће етикете.....	23
6.1	Постављање листе захтева и техничког задатка	23
6.2	Структура функције машина за наношење термоскупљајуће етикете ...	25
6.3	Намена машине.....	25
6.4	Формати за које је машина намењена	29
6.5	Технички опис	30
6.6	Техничке карактеристике	46
7.	Оцена машине за наношење термоскупљајуће етикете	47
8.	Руковање и одржавање машине.....	48
8.1	Дневни преглед.....	48
8.2	Недељни преглед.....	48
8.3	Тромесечни преглед.....	48
8.4	Сигурносне мере	48
8.5	Подмазивање машине	49
9.	Закључак	52
10.	Прилог 1. Склопни цртеж машине	53
11.	Литература:.....	54

1. Увод

Велике потребе тржишта и захтеви за што краћим роковима испоруке доводе до убрзаног развоја производа и што краћег времена израде. У другој половини двадесетог века долази до значајног развоја техника и технологија које су утицале на индустријску производњу. Такође, у ово спада и развој нових машина алатки, робота, разне врсте превлака и разни поступци обраде. Највећи утицај на измену свега поменутог имао је развој рачунара. Рачунари су у великој мери утицали на аутоматизацију процеса. Буран развој рачунарске технике допринео је развоју у области инжењерства. Основни захтеви који се постављају пре почетка пројектовања и производње везани су за висок квалитет производа, скраћено време израде, ниске цене, производња у серијама прилагођеним потребама тржишта, велики асортиман производа. Основне карактеристике које треба да поседује један савремени производ јесу [1], [2]:

- ефикасност,
- флексибилност,
- квалитет,
- могућност реконфигурабилности, и
- рачунарски интегрисане активности.

Савремено тржиште намеће компанијама посебну врсту управљања, а то се у првом реду односи на развој и производњу високквалитетних производа. Ово подразумева да компаније морају бити добро организоване, тако да им њихово пословање омогући дугорочно опстајање на тржишту. Улогу у овоме не играју само савремене технологије и техника већ се сматра да је потребно у све то уврстити организационе процесе и тимски рад људи. Компаније које имају развијен стратешки план и које су концентрисане на испуњење захтева свих конструкционих, технолошких и захтева квалитета могу бити конкурентне и прихваћене на глобалном тржишту што им омогућава добит и позитивне економске ефекте. У оваквим ситуацијама разматра се пословање са аспекта конкурентности на тржишту. То подразумева стално ангажовање стручних тимова чији је заједнички циљ убрзање и подизање квалитета свих сектора од којих зависи квалитет и време које је потребно за израду једног производа. Ови тимови могу бити организовани у оквиру једне компаније, а могу бити и ангажовани од стране произвођача. Овакав приступ развоју доприноси бржем одзиву и појави производа на тржишту. Производи чине компанију, а не обрнуто. Компаније које су сконцентрисане на интегрисани развој, квалитетно пројектовање и израду производа могу рачунати на водеће позиције на глобалном тржишту. Конкурентске способности су одавно веома познате, само њихово остваривање представља тежак задатак. Последњих година развијено је много приступа који се користе ка унапређењу производних ефеката. Крај двадесетог века обележен је широком применом информационих технологија у свим сферама производње. Један од кључних концепата који је омогућен развојем и применом информационих технологија јесте конкурентно инжењерство. Конкурентно инжењерство (енгл: *concurrent engineering-CE*), представља приступ интегрисаном

развоју, па је један од кључних циљева конкурентног инжењерства смањење времена развоја производа. Значај употребе конкурентног инжењерства доприноси развоју свих активности везаних за развој и реализацију производа, па се последњих година све више користи назив интегрисан развој производа [2].

Улога индустријског дизајна у току развоја производа представља реализацију захтева тржишта или идеје у нови производ. Развој зависи од сложености производа и може трајати у распону од пар дана, па до неколико година. Индустријски дизајн је креативна и истраживачка делатност помоћу које се обавља селекција и анализа података и фактора, како би се усавршиле функције производа и побољшао његов квалитет. Дизајну производа претходи прелиминарно истраживање са циљем да се прикупе расположиви подаци и предлози за развој производа. Након анализе прикупљених података приступа се дефинисању пројектног задатка и изради идејног пројекта [3].

Савремено машинство подразумева употребу *CAD* (пројектовање помоћу рачунара) софтвера за потребе пројектовања, израде и праћења производње. Брз излазак на тржиште подразумева правилну употребу машинских алата који се односе на процес конструисања производа, разраде његових склопова и формирање завршног концепта машине као целине. Алати за пројектовање помоћу рачунара или *CAD* системи представљају скуп софтверских алата и технологија који инжењерима пружају предност при развоју машинских система. Те се предности огледају у аутоматском извођењу конструкторских операција, као што су цртање линија, моделирање, измена модела, рад са базама стандардних елемената и делова, размена цртежа, просторних модела и сл. Употребом *CAD* софтвера постоји могућност брзе и лаке измене машинских делова. Кључна ствар употребе *CAD* софтвера је та што нам нуди визуелни приказ, односно модел производа пре почетка производње. Такође, могућност провере брзине, температуре, притиска, снаге итд... Приликом конструисања машинских делова и елемената употребом софтвера значајно се може смањити маса конструкције, убрзати процес конструисања, олакшати и побољшати израда исте. Свака нова конструкција, развијајући се на темељима старе, требала би бити боља од претходне. Употребом *CAD* система лако можемо стварати нове и преправљати старе моделе, вршити спајање машина и делова. Сви софтверски алати који се данас користе приликом израде новог производа могу се описати једном скраћеницом *PLM system* (енгл., *Product Lifecycle Management system*). *PLM* систем или систем управљања животног века производа, обухвата све алате и технологије везане за развој производа, развој машинских конструкција и њихову израду [2].

PLM систем чине три основна алата који су појединачно везани за животног век производа [2]:

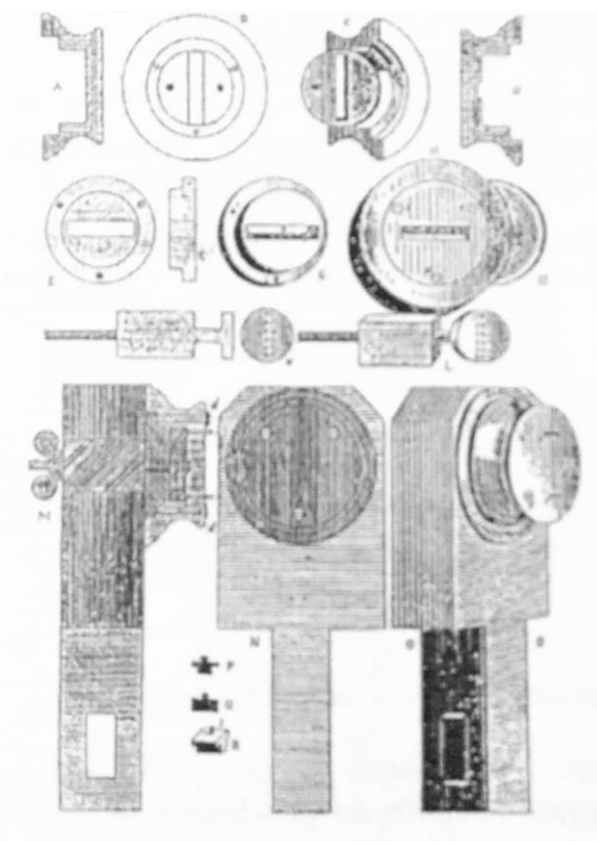
- Пројектовање помоћу рачунара (енгл. *Computer Aided Design- CAD*),
- Рачунаром подржана производња (енгл. *Computer Aided Manufacturing-CAM*), и
- Рачунаром подржано инжењерство (енгл. *Computer Aided Engineering-CAE*).

Заједнички назив за све алате јесте *CAD/CAM/CAE* алати. Може се рећи да се у више случајева заједно користи *CAD/CAM* алат који је везан за пројектовање и израду машинских делова, док се *CAE* алати користе за оптимизацију и праћење производње, па све до завршетка животног века производа што подразумева процес рециклаже и поновну употребу материјала. *CAD/CAM* технологије у општем случају представљају подршку процесима пројектовања и производње. Сваки од алата појединачно своју употребу проналази у различитим фазама животног века производа. *CAD* алат се употребљава у почетним фазама животног века производа и то у фазама анализе конструкције, пројектовања, креирања облика и димензија, прописивању толеранција, изради техничке документације. *CAM* технологије у директној су вези са *CAD* моделима који се употребљавају за програмирање нумеричких машина. Овим путем јасно се дефинишу редоследи операција, задају режими обраде, захтева одређена толеранција делова, у зависности од функције дела у склопу. Пројектовање и конструисање имају за циљ стварање нових производа који су сасвим нови или производа који уз одређене измене постају нови производи. У даљем раду биће описана машина за наношење термоскупљајуће етикете.

Машина за наношење термоскупљајуће етикете је једна у низу машина које се користе у процесној индустрији за паковање прехранбених производа. Све машине које се користе у прехранбеној индустрији, било за паковање напитака или намирница које могу бити различитих густина или стања ферментације, раде у условима које дефинише стандард за паковање хране. Употреба машина у ове сврхе подразумева рад у заштићеном простору са високим степеном аутоматизације. Одржавање машина је веома сложено и захтева поштовање одређених прописа. Прописи се односе на употребу материјала који нису подложни корозији, делови се израђују од висококвалитетних челика намењених за употребу у прехранбеној индустрији. Постоји низ машина у овом процесу које чине ланац и на крају тог процеса имамо збирно паковање неког производа.

2. Историјски преглед развоја производа

Под развојем производа подразумева се налажење техничког решења неког проблема. Сваки производ настаје од идеје, која је праћена сталним изменама и усавршавањем па све до конципирања скице производа. Након ове фазе наступа конструисање производа и овај процес се састоји од низа планираних активности који дефинишу функцију, облик и димензију, начин израде и продају готовог производа. Као почетак развоја производа у човечанству узима се период када људско друштво почиње да користи енергију из природе и прилагођава је својим потребама. Ствари које описују овај период везане су за производњу простих оруђа која су човеку омогућила лакше преживљавање, употребу за лов животиња, потом употребу животиња за обраду земљишта и бављење пољопривредом. Са развојем старих цивилизација долази до развоја науке и технике која помаже човеку да користи воду и ветар за своје потребе. У 17. веку уводи се ортогонална пројекција, а у 18. веку приказивање делова у размери и њихово словно означавање. Француски конструктор тог времена Шарл Плуме 1776.године даје приказ делова алатне машине примењујући пресеке (слика 1) [1].



Слика 1. Приказ машинских делова из 1776.године [1]

У 18. и 19. веку у свету настаје велики број машинских конструкција што повољно утиче на развој индустрије. У првој половини 19. века у конструисање се уводи дозвољени напон који са Хуковим законом материјала даје основне теорије димензионисања. И даље, у свету не постоји једнообразан приступ конструисању, већ свако појединачно на свој начин решава проблеме при конструисању. Производња неке

машине или конструкције била је праћена сталним изменама у току рада, мењани су облици и димензије делова конструкције. Почетком 20. века у свету се оснивају конструкциони бирои који сабирају искуства и покушавају да створе општу методологију рада. Ствара се потреба за дефинисањем општих принципа и правила конструисања. Развој софтвера и алата намењеним за конструисање знатно је допринео конструкторима да своје идеје пренесу са папира у електронски облик. Овај поступак значио је да се поједини елементи или склопови могу чувати у облику 3D и 2D документације. Рачунари налазе примену како у креирању облика производа тако и управљању и праћењу производње. Данас се овакав приступ користи у свим животним фазама производа, што подразумева стално усавршавање и убрзање процеса производње. Овакав начин рада неопходан је компанијама, што им на крају обезбеђује брз излазак на тржиште и обезбеђује продају. Приметан напредак у коришћењу софтвера и аутоматизацији производње видимо крајем 80-их и почетком 90-их година прошлог века. Први кораци у аутоматизацији процеса били су видљиви средином двадесетог века када масовно почиње употреба нумерички управљаним машинама у обрадним процесима. Битно је напоменути да тадашње конфигурације рачунара нису биле способне за неке велике подухвате али су у великој мери помагале и убрзавале процес производње. Пример за то су нумеричке машине управљане бушеним тракама. Примена рачунара много је допринела у случајевима када је било поребно извршити одређене провере нпр. моћи ношења или одредити идеалан профил за конструкцију. Развој *NC* система резултирао је појави компјутерског управљања машинама у обради материјала. Даљи развој у аутоматизацији и примени софтвера огледа се у обради и припреми кодова за нумерички управљане машине (*CNC*), а касније и појави дистрибуираног нумеричког управљања (*DNC*). У последњих двадесет година значајно је унапређена веза између фаза производа. Највише утицаја на фазе животног циклуса производа допринели су *PLM* системи. Примена *PLM* система заснива се на [2]:

- креирању модела,
- примени моделских форми,
- параметарском дефинисању моделских форми,
- примени релација,
- примени односа „родитељ-дете”,
- асоцијативности модела, и
- визуелној комуникацији.

Основни принципи који се примењују у *PLM* системима, такође се примењују и у појединачним пакетима *CAD*, *CAE*, *CAPP* и *CAM* подсистемима. Између ових система постоји веза која обезбеђује несметану размену података између ових платформи.

3. Конструисање, модел и моделирање

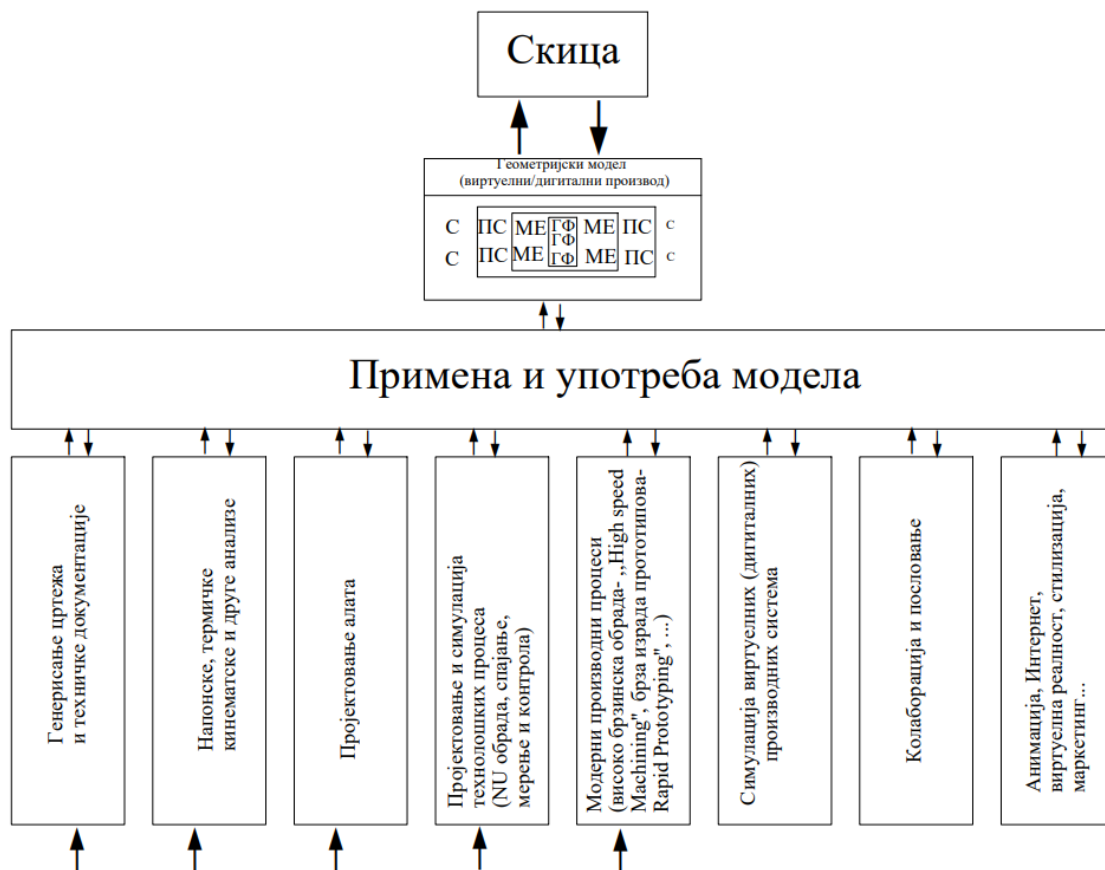
CAD системи који омогућавају запреминско (енгл: „solid”) моделирање суштински се разликују од система за цртање (слика 2). Код традиционалног приступа цртању и конструисању сам конструктор је усредсређен на поштовање одређених прописа при цртању немајући притом праву слику производа. Оптерећење у виду врста линија и правила котирања често може довести до тога да конструктор не обрати пажњу на ствари као што су производна, технолошка, естетска и друга ограничења од којих зависи реалан изглед производа. Основна карактеристика класичног цртачког приступа заснива се на формирању скица од којих настају технички цртежи који већ на себи имају постављена сва ограничења у виду димензија, начина израде и прописаних толеранција. Овакав поступак рада кориснику не пружа могућност да створи реалну слику производа. Технички цртежи су поред основних просторних пројекција оптерећени детаљима и пресецима позиције, шрафурама, котним линијама итд... За друге процесе производње, попут монтаже потребно је дати погледе у изометрији или триметрији. Права слика изгледа производа добија се након његове израде [2].



Слика 2. Фазе скицирања [2]

Примена CAD технологија у савременом машинству заснована на примени концепта и методологија просторног моделирања, горе наведени проблеми су у великој мери сузбијени. Полазећи од скице, основе геометријског модела које се такође формирају помоћу рачунара, најпре се генеришу основни геометријски облици, чијом се даљом манипулацијом ствара коначни 3D облик производа. За разлику од класичног цртања, моделирање се заснива на формирању запреминских модела (слика 3) [2].

Такав приступ коначном облику је ближи и реалнији конструктору и омогућава му бољи преглед производа. Тако добијени запремински модел, конструкторима и дизајнерима омогућава велику флексибилност у погледу измена и улепшавања. Приликом овако формираног модела није неопходно испоштовати сва правила скице. Правилан приступ моделирању захтева постављање свих геометријских ограничења приликом формирања скице, што ће касније омогућити лакшу измену уколико је она потребна. У поступку моделирања геометријски модел представља основу за даљу примену, употребу и манипулацију. Модел настаје од елементарних геометријских тела и ентитета, односно од геометријских форми (енгл: „features”) [2]. Геометријске форме формирају појединачне делове конструкције, тј. машинске елементе. Њиховим спајањем у мање целине, подсклопове или у целе производе, настаје коначни облик конструкције. Тако креиран модел назива се виртуелни или дигитални производ. Примену и употребу модела срећемо још у почетку, у фази концептуалног развоја.



Слика 3. Приступи пројектовању производа у PLM програмским пакетима [2]

Карактеристике PLM система омогућавају паралелан развој различитих врста модела у оквиру дефинисања производа и производње. Тако се након формирања модела, креће у дефинисање технологије обраде, помоћних алата за израду или алата за помоћ при машинској обради. Такође, приступа се изради интернет презентација, генерисању техничке документације и производне документације. За разлику од традиционалног приступа, савременим поступцима израде пружа нам се могућност симулације оптерећења и технолошких процеса. У убрзаним производним процесима, где се за израду производа користе компјутерски управљане машине (CNC) машине, израда техничке документације није неопходна. Данас је све више у употреби електронска документација (енгл: „*e-documentation*” или „*e-drawings*”) [2], која се све више користи за све врсте инжењерског комуницирања. Технички цртежи генерисани на овај начин садрже најчешће и просторни, изометријски поглед или триметријски приказ конструкције. Овим поступком се кориснику олакшава читање и пружа могућност бољег разумевања сложенијих конструкција.

Код савременог приступа пројектовању помоћу рачунара полази се од равanske дводимензионалне 2D пројекције основног тродимензионалног облика производа који се моделира. У даљем стварању поступка модела додају се остали геометријски ентитети којима се постиже крајња форма производа. Савремени CAD/CAM системи поседују посебне модуле за скицирање основних идеја, које су лако изменљиве и пружају

конфорност при раду. Ово доста олакшава приступ моделирању јер конструктор није од самог почетка оптерећен димензијама и ограничењима приликом пројектовања. Битно је на почетку креирати форму, а након тога производ довести до финалног изгледа.

Овакав приступ суштински мења приступ пројектовању кроз [2]:

- олакшавање извођења активности везаних за стварање модела производа,
- већу флексибилност у раду,
- подизање нивоа креативности,
- подизање нивоа ефикасности,
- смањење трошкова развоја,
- повећава природност при раду, и
- олакшава примену кључних принципа модерног инжењерства.

Суштина свега горе поменутог огледа се у приступу и поступку развоја производа и процеса помоћу рачунара а коначан исход свега поменутог је стварање модела. У различитим фазама животног века модел има различито значење, одакле произилази и основна дефиниција значења модела:

Модел је рачунарска представа (репрезентација) реалног производа или процеса [2].

Ова дефиниција је општег карактера и има за циљ да покаже нематеријалну страну модела а тако и показивање што реалнијег стања производа. Тиме што постоји могућност лаке и брзе измене то поспешује ефикасност и брзу реализацију пројекта.

Свака фаза развоја производа и процеса има своје специфичности које на посебан начин истичу модел који у њима настаје. Основни модел који се користи током свих фаза развоја производа јесте геометријски модел. Стварањем геометријског модела обезбеђују се услови за читав низ анализа и провера кроз задавање што реалнијих ограничења што је доста значајно код одговорних конструкција. Овим поступком се отклањају сви недостаци који би у неком каснијем периоду штетно утицали на производ. Модел који настаје на основу геометријског, назива се инжењерски модел.

Инжењерски модел је рачунарска представа кинематских, структурних, термичких и функционалних карактеристика производа [2].

Кроз креирање технолошких поступака израде производа помоћу рачунара могу се у великој мери симулирати стварни услови израде кроз симулацију путање алата, режима обраде и спречавање могућности колизије алата са осталим елементима обрадног система или припремка. САМ системи омогућавају израду, проверу и оптимизацију програма за нумерички управљане машине алатке, који се аутоматски генеришу и чине део технолошког модела.

Технолошки модел је рачунарска представа карактеристика технолошких поступака израде производа [2].

На крају, за симулацију и релан приказ потребан је производни модел који садржи све релевантне карактеристике неопходне за управљање производном опремом и процесима.

Производни модел је рачунарска представа производних и управљачких карактеристика поступака производње производа [2].

Модели настају захваљујући одређеним процесима и поступцима у одговарајућим фазама. Ови поступци и процеси усмерени су ка дефинисању, како општих тако и специфичних карактеристика модела у поједним фазама развоја. Читав процес стварања и обликовања назива се моделирање.

Моделирање је процес стварања модела кроз дефинисање његових геометријских, димензионих, тополошких, инжењерских, технолошких и производних карактеристика [2].

Основне карактеристике PLM и CAD/CAM система указују да је развој новог производа, процеса израде и пратећих производних процеса заснован на стварању компонентних рачунарских модела који настају од организованих скупова и неопходних информација за његову израду. Овако настао модел по много чему се разликује од традиционалног цртежа који на себи има податке о димензијама и начину израде јер је доста флексибилнији и лако управљив [2].

4. Моделске форме

3D модел представља тродимензионални објекат који људи посматрају и поимају. У савременим програмским пакетима полази се од основног 3D модела који се разним трансформацијама преводи у финални облик. Овај поступак рада са 3D моделима сличан је технолошком поступку обраде где се полази од припремке па долази до израдка. У току пројектовања примењују се аналогни поступци који се заснивају на избору припремке, постављање у стезни прибор и на машину и избор операција и алата. Иста аналогија се може применити и на стварање склопова односно подсклопова који се креирају исто као што се формира склоп у реалности, односно у монтажи. Модел одговара радном комаду, машинском елементу или склопу у производњи, а моделирање обрадном или монтажном поступку [2].

Модел се ствара помоћу моделских форми (енгл.: „*features*”). Моделске форме се моделу додају кроз моделске операције. Неке моделске операције моделу додају, а неке одузимају материјал, док неке додају неку посебну карактеристику, односно особину. Општа дефиниција се може написати као [2]:

Моделска форма је елементарни геометријски, инжењерски, технолошки и производни облик и карактеристика, односно особина објекта који се моделира од којих је сачињен и који га обликују.

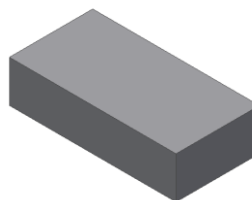
У зависности од врсте модела на који начин се моделска форма директно односи разликују се следеће основне врсте моделских форми [2]:

- геометријске моделске форме,
- инжењерске моделске форме,
- технолошке моделске форме,
- производне моделске форме, и
- моделске форме знања.

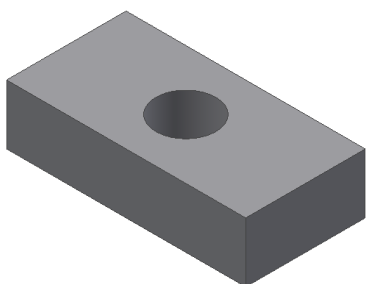
Помоћу геометријских моделских форми формирају се облик, димензије и тополошке карактеристике модела. Током моделирања оне се додају моделу. Неке моделске форме материјалу додају материјал а неке га одузимају (слика 4, слика 5., слика 6, слика 7).



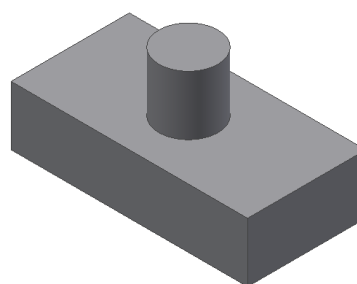
Слика 4. Стварање модела једним фичером



Слика 5. Стварање модела једним фичером



Слика 6. Стварање модела одузимањем материјала

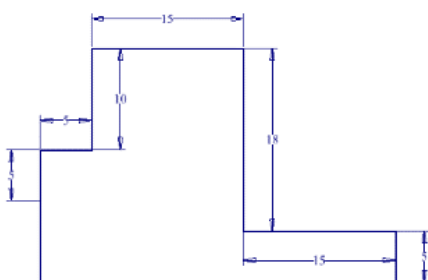


Слика 7. Стварање модела са додавањем материјала

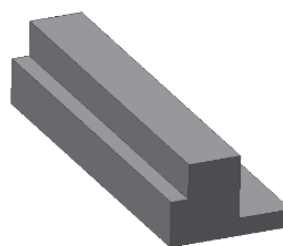
Број типских форми у моделу зависи од сложености модела, обучености и вештине корисника при коришћењу софтвера. У каснијим фазама моделирања јавиће се потреба за модификацијама, где корисник мора наћи најбоље могуће решење за измене. Препоруке литературе су да је боље креирати моделе са више моделских форми, јер ће касније измене бити лакше. Да би се створила моделеска пројекција потребно је претходно креирати скицу њене раванске пројекције. Раванске скице представљају основе за моделирање у простору. Скице се могу користити за дефинисање профила или као референца за неку другу геометријску информацију. Скица може бити оса око које се ротирањем добија одговарајућа моделска форма или путања дуж које се врши додавање или одузимање материјала током моделирања производа, или скуп тачака које означавају центре отвора. Скице се креирају у равни поступком који се назива скицирање. Током формирања скице задају се разна ограничења и зависности којима се она у потпуности дефинише. Ограничења се у скици врше над линијама, осама, тачкама... Из свега горе наведеног може се навести следећа дефиниција скице [2]:

Скица је равански 2D (слика 8) објекат који представља профил, тј. раванску пројекцију основног базног облика моделске форме, референтна линија или скуп геометријских ентитета којима је дефинисано правило генерисања моделске форме.

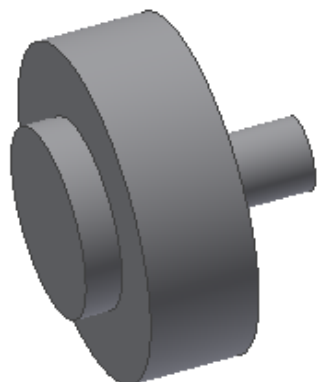
Помоћу једне скице може се добити више моделских форми, што је приказано на сликама (слика 9, слика 10, слика 11) [2]:



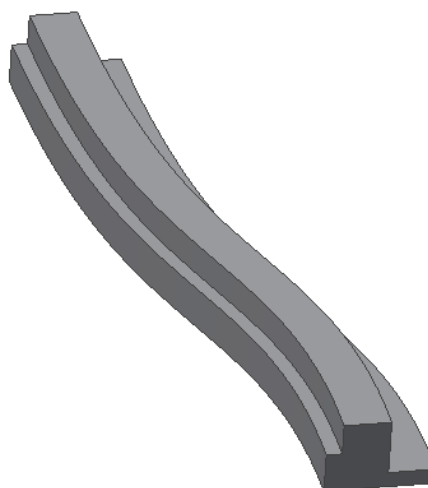
Слика 8. 2D скица



Слика 9. Моделска форма добијена извлачењем



Слика 10. Моделска форма добијена ротацијом



Слика 11. Моделска форма добијена транслацијом по путањи

За дефинисање геометријских форми није увек потребна скица. Отвори, радијуси, оборена ивица су моделске форме које настају веома једноставно уколико за то постоји база. Приликом задавања потребно је унети димензију. Додавање оваквих моделских форми могуће је само уколико постоји однос „родитељ-дете“. Отвор се не може креирати у празном простору, радијуси и оборене ивице се не могу додати уколико ивица не постоји. Формирање ових моделских форми не захтева креирање скице, већ само дефинисање скупа параметара. Креирање модела и производа помоћу моделских форми представља висок ниво аутоматизације и пружа велику конфорност у раду. Овим поступцима обезбеђује се да једна компанија на тржишту буде конкурентна што јој може обезбедити одговарајућу добит [2].

5. Развој и дизајн производа

Развој производа представља реализацију захтева тржишта у нови производ, мада он може да представља и реализацију неке нове идеје у нови производ. Развој производа може трајати неколико дана па и до неколико година. Приликом стварања новог производа неопходна је припрема техничке документације. За израду техничке документације ангажује се тим стручњака који се састоји од [3]:

- пројектанта,
- конструктора,
- дизајнера,
- технолога,
- ергонома,
- економиста, и
- стручњака за маркетинг.

Одабир људи у тиму зависи од производа, при конструисању пољопривредних машина неопходна је сарадња са агрономима, док је на пример, при конструисању медицинске опреме неопходна сарадња са лекарима [3].

Израда пројектно техничке документације зависи од намене производа, односно коме је производ намењен. Уколико је производ намењен за употребу једном лицу онда производ дефинише купац, а уколико је производ намењен широкој употреби онда се у развој производа укључује и стандард који дефинише начин израде. Приликом развоја производа, менаџмент заједно са дизајнерима дефинише да ли је потребно израдити нулте серије производа, израдити пробне макете, моделе и сл. Потребно је извршити процену трошкова развоја, трошкове производње, трошкове маркетинга, итд. У зависности од процена менаџмента зависи даљи развој производа који значајно може утицати на фазе развоја, израде и крајње продаје производа.

5.1 Сценарио развоја производа

Шире посматрано, истраживање и развој производа, намењених за широко тржиште, одвија се по следећим етапама [3]:

Изналажење идеје и истраживање потреба тржишта. Нове идеје се, по правилу траже у оквиру тзв.унутрашњих и спољашњих извора идеја. За проналазак нових идеја задужене су специјалне службе за нове производе и програме, стручни сарадници и саветници као и руководиоци у компанији. Поред наведених одговорност имају и дизајнери који су задужени са стално налажење нових идеја. Највећу одговорност за правовремено увођење нових производа има служба задужена за маркетинг. У оквиру развојних служби, све идеје се евидентирају у тзв Регистру идеја, након чега се врши одабир и оцена идеја. Све идеје које се не уклапају у задате циљеве се одмах одбацују. Главна оцена се спроводи на основу „Пословне анализе и

истраживања тржишта". Под овом анализом подразумева се анализа економске оправданости уласка у освајање новог тржишта као и: процена продаје, процена трошкова и профита, продајана цена, могућност набавке материјала за израду, дистрибуција производа. Идеје које нису прихваћене у првом кругу или се одбацују или се враћају у Регистар идеја и користе се у каснијим фазама развоја или се користе за развој нових производа [3].

Основни захтеви од којих зависи прихватање идеје су [3]:

- новост на тржишту,
- да производ буде друштвено потребан,
- функционално исправан,
- естетски обликован,
- мала цена,
- да не загађује околину, и
- рециклажа производа.

Коначан избор врши се на основу [3]:

- постојања неопходних ресурса,
- дужине потребног времена за његово освајање,
- величина уложених средстава и времена отплаћивања,
- величине профита, и
- ризика од неуспеха производа.

Након извршених процена дефинишу се задаци, ко, шта, како, зашто и када треба да уради. Пословни успех фирме зависи од правилно конципиране развојене политике и ефикасног пословања [3].

Сагледавање могућности производње и пласмана. У овој фази врши се анализа могућности производње и прелаз са идеје на предлог. Коначан избор врши се на основу „Студије о могућностима реализације пројекта“. Ова студија бави се анализом свих расположивих средстава и техничких ресурса за развој и увођење нових производа, анализом расположивог алата за израду, анализом мерне опреме, анализом материјала за набавку, утицаја производа на околину итд. Веома је важно споровести темељну анализу производа како би производ био успешан на тржишту. Површне анализе могу довести до неуспеха. Ова провера захтева проверу продаје на тржишту, конкуренцију и понашање купца у односу на нов производ [3].

Веома је важно да компанија на тржишту ужива углед купаца. Уколико је компанија снабдевала тржиште са неким производима и ако су ти производи задовољавали купце онда је успех компаније загарантован а продаја очекивана. Све велике компаније поседују стручне тимове који се баве анализом производа. Мање компаније које тек излазе на тржиште могу ангажовати стручне тимове који ће им помоћи при анализи тржишта. Уколико су испуњени сви захтеви врши се иницирање производа, односно дефинисање пројектног задатка [3].

1. **Дефинисање пројектног задатка.** У оквиру ове етапе обично се дефинишу циљеви развоја новог производа, његове техничке карактеристике, могућност унификације и типизације, усклађеност са законским прописима и нормама. Дефинише се и рок завршетка задатка на основу којег се одређује план развоја који садржи: активности и њихов обим, извршиоце, одговорна лица, контролне тачке и начин контролисања [3].
2. **Оцена пројектног задатка.** Да би се на време сагледао квалитет новог производа потребно је сагледати захтеве који су дефинисани пројектним задатком. Ову оцену врше купци, продавци, сервисери, технолози конструктори, дизајнери итд [3].
3. **Прикупљање информација.** У овој фази се прикупљају све неопходне информације постављене пројектним задатком [3].
4. **Анализа информација.** У овој фази врши се анализа свих прикупљених информација и изводе се одређени закључци [3].
5. **Састављање техничког предлога.** Технички предлог настаје на основу прикупљених информација које се потом обрађују и након којих се врши кориговање и усвајање предлога. Усвајање предлога врши руководиоц развоја.

Технички предлог обично садржи [3]:

- техничке карактеристике производа,
 - детаљан опис производа,
 - концепцију и композицију производа,
 - естетске карактеристике производа,
 - информације о могућности типизације и унификације,
 - усклађеност са законским прописима и стандардима, и
 - диспозиционе цртеже и шеме.
6. **Оцена техничког предлога.** У овој фази врше се провере које се односе на то да ли производ има све тражене карактеристике тржишта. Неке од важнијих особина су оригиналност, квалитет производа са становишта захтева потрошача, дизајн производа, начин паковања [3].
 7. **Израда идејног пројекта, по потреби, макете.** На основу усвојеног техничког предлога израђује се идејни пројект који описује нови производ. На основи идејног пројекта израђује се 3D модел тако да није потребно израђивати стандардну макету. Употребом савремених поступака израде макета могуће је за кратко време израдити исту употребом 3D штампача. Макете се могу израђивати још и од: дрвета, папира, картона итд [3].
 8. **Испитивање макете и оцена идејног пројекта.** Уколико је потребно врши се испитивање макете, уколико макета задовољава задате критеријуме приступа се даљој фази развоја [3].

- 9. Израда техничког пројекта и, по потреби, функционалног модела.** Даљом разрадом идејног пројекта добија се технички пројекат који садржи све потребне информације о новом производу. Приступа се изради функционалног модела који представља груби модел финалног производа у природној величини. На захтев купца, груби модел се може доставити на увид [3].
- 10. Испитивање функционалног модела и оцена техничког пројекта.** Да би се установио квалитет решења врши се испитивање функционалног модела. Уколико функционални модел задовољава све предвиђене захтеве приступа се наредној фази развоја [3].
- 11. Израда радионичке документације за прототип и израда прототипа.** Разрадом техничке документације израђује се радионичка документација за израду прототипа, на основу које се израђује прототип производа. Прототип се израђује у природној величини са стандардним алатима како би се избегла превелика улагања у израду специјалних алата који се најчешће у каснијим фазама мењају и врши се одређена корекција [3].
- 12. Испитивање и оцена прототипа.** Потребно је испитати добијени прототип према документацији. Прототип пролази контролу квалитета. Све грешке се евидентирају, па је исте потребно уклонити. За све уочене грешке врши се анализа, након чега се доноси одлука о изменама прототипа. Уколико је прототип позитивно оцењен, приступа се изради документације за нулту серију [3].
- 13. Израда радионичке документације за нулту серију.** Нултом серијом се извршава провера технологије. Уколико је прототип успешно израђен онда се приступа провери документације. Приступа се разради документације за серијску производњу где се дефинишу сви алати потребни за исту [3].
- 14. Испитивање и оцена нулте серије.** Након испитивања нулте серије врши се интерна хомологација (поступак који спроводи надлежна служба у циљу провере да ли производ одговара законским прописима у погледу сигурности приликом употребе и здравље људи) којом се одобрава производња дотичног производа.
- 15. Израда радионичке документације за пробну серију и израда пробне серије.** Израдом пробне серије врши се провера технологије. Израдом пробне серије врши се провера квалитета, одређује се време потребно за израду, врши се анализа трошкова и провера (квалификација) особља [3].
- 16. Испитивање и оцена пробне серије.** Да би се утврдило стање на тржишту потребно је проверити заинтересованост и спремност тржишта да прихвати нови производ. Постоје тимови који прате реакцију тржишта, понашање трговаца, захтеве купаца, упоређују са већ постојећим производима.
- 17. Израда радионичке документације за главну серију и израда главне серије.** После проучених података који су добијени у фазама пре израде

главне серије израђује се оригинална документација. Врши се њено умножавање, контролисање и архивирање. Врши се евиденција о корацима и путу документације. Након ове фазе приступа се састављању коначног програма и производње [3].

18. Испитивање и оцена главне серије, лансирање производа. Предмет испитивања може бити један машински део или склоп. Испитивања врши компетентна лабораторија или купац. Компетентној лабораторији се обавезно доставља [3]:

- комплетна конструкциона документација,
- подаци о претходним испитивањима, и
- стандарди.

Лансирање производа подразумева адекватну припрему производа, припрему промоције производа, стварање комуникације између произвођача и купца. Израђују се потребни проспекти и каталошки материјали. Организују се обуке за купце, врши се формирање сервиса и сервисних служби. Циљ је све ово урадити у наредних шест месеци како би се на тржишту створила свест да је новонастали производ итекако потребан. [3]

5.2 Техничка документација

Као резултат сваког развоја настаје техничка документација (ТД) коју сачињава више врста докумената.

Цртеж дела (радионички цртеж) је документ којем је дат графички приказ дела, његов облик, карактеристичне димензије, толеранције, материјал, квалитет површинске обраде, термохемијска обрада и сви други подаци који су потребни за његову израду [3].

Цртеж склопа је документ на којем је приказан изглед склопа и сви подаци неопходни за монтажу. Цртеж склопа је веома важан за контролу. Цртежом склопа дефинисани су склопови гасовода према којем се врши монтажа, развод компримованог ваздуха, итд [3].

Саставница (спецификација) је документ на којем је дат списак свих делова који сачињавају један склоп [3].

Цртеж општег изгледа је документ који приказује изглед производа, његово узајамно дејство са компонентама и објашњава принцип његовог рада [3].

Теоретски цртеж је документ који приказује геометријски облик производа и координате на којима се налазе поједине компоненте [3].

Габаритни цртеж је документ на којем је дат упрошћен приказ производа и даје информацију око димензије, најчешће због транспорта [3].

Електро монтажни цртеж је документ који садржи све податке неопходне за извршење електричне монтаже, постављање електричних водова, итд [3].

Цртеж уградње је документ на којем је упрошћено приказана контура производа и сви подаци потребни за његову уградњу [3].

Експанзиони цртеж је цртеж на којем су у простору (3D) нацртани и означени сви делови у растављеном стању како би се мање стручним лицима, корисницима, сервисерима, одржаваоцима и ремонтним радницима приказали сви делови склопа [3].

Цртеж паковања је документ који садржи све податке о начину паковања производа. Овај цртеж даје податке о његовом положају и распореду у амбалажи, начину везивања, начину конзервације, ако је она предвиђена како би се спречила оштећења производа приликом транспорта и складиштења, као и о начину деконзервације [3].

Цртеж амбалаже је документ у којем су дати сви подаци потребни за израду амбалаже, као и распоред и положај готових производа у њој [3].

Шема је документ у којем су упрошћено или у виду симбола приказане све саставне компоненте склопа [3].

Табела је документ у којем су у зависности од потребе, приказане информације табеларно [3].

Прорачун је документ који представља прорачун карактеристичних вредности, нпр. чврстоће, поузданости и сл [3].

Списак упутстава је документ у којем је дат преглед свих упутстава на који се врши позивање у конструкционој и технолошкој документацији производа, како би се на једном месту видела сва упутства.

Списак полупроизвода који се купују као готова роба је документ у којем је дат списак свих полупроизвода који се користе у дотичном производу [3].

Списак дозвола за примену куповних полупроизвода је документ у којем је дат списак свих сагласности и дозвола којима се одобрава примена поједних куповних полупроизвода. Посебно је важно производе куповати од произвођача који су били подвргнути контроли јер уградња елемената који нису проверени може довести до рушења угледа компаније [3].

Опис је документ у којем је дат опис неког уређаја, његовог принципа рада као и образложење техничких и техноекономских решења која су коришћена при његовој разradi [3].

Технички услови представљају документа у којима су приказани услови (норме, правила и захтеви) који се постављају пред производ, његову израду, контролу, пријем и испоруку до крајњег купца [3].

Програм и методика испитивања је документ који садржи све техничке податке, који подлежу провери при испитивању, као и редослед испитивања [3].

Упутство за експлоатацију представља документ намењен за коришћење при пуштању у погон, уходавању и експлоатацији. У ова документа спадају и упутства за руковање и одржавање [3].

Упутство за надзор представља документ у коме се дефинише шта, када, како и чиме треба контролисати. Даје податке о величини параметара, тј. да ли су мерене вредности параметара у границама нормале и шта треба радити уколико нису [3].

Упутства за сервис, одржавање и ремонт су документа у којима су дати подаци за спровођење сервиса, одржавања и ремонта производа. Овакве активности најчешће се одвијају у сервисима [3].

Упутства за уклањање производа након његовог искоришћења говоре о поступцима о начину одлагања производа, могућношћу рециклаже након коришћења као и о начинима заштите човекове околине.

Карта техничког нивоа квалитета производа је запис који садржи податке који дефинишу технички ниво квалитета производа, а који су добијени приликом његовог испитивања. Овај документ је веома важан при извозу производа, јер би без њега извоз био готово немогућ [3].

Упутство за рекламацију производа је документ који описује поступак појављивања неусаглашености производа. Сам поступак пријављивања је једоставан. Упутством за употребу треба подстицати кориснике да пријављују неусаглашености производа како би се исте исправиле [3].

Остали документи- У ове документе спадају сви остали документи који су обухваћени фабричким стандардом. Најчешће су то каталошки материјали и све публикације информативног карактера које се дају потенцијалним купцима. Имају задатак да поспеше продају и пласман производа. Ови материјали се морају израдити са посебном пажњом зато што они представљају први контакт са потенцијалним купцима. За израду ових материјала морају се ангажовати професионални дизајнери и графичари како би се обезбедио висок квалитет документа [3].

5.3 Контрола конструкционе документације

Да би се избегла неквалитетна израда скувих и лоших производа, због непредвиђених дорада производа које су узорковане грешкама у конструкционој документацији неопходно је пре пуштања у производњу исту детаљно проверити. Грешке настале у фазама развоја се мултиплицирају у каснијим фазама животног века производа. Поред спречавања грешке при изради, спречава се и смањење угледа конструктора и самог бироа за конструисање. Најјефтиније је грешку отклонити у развоју јер се она у каснијим фазама повећава и до десет пута. Уколико се грешке не отклоне повећавају се трошкови производње и смањује се углед компаније. Однос трошкова у развоју, производњи и код купца је: 1:10:100. Сваки конструктор је обавезан да обави контролу својих цртежа, и овај поступак се назива самоконтрола. По стандарду

сваки конструкциони биро би требало да има шефа одељења који врши преглед документације и контролише документацију пре лансирања. У неким случајевима то није баш тако. Многа предузећа немају на располагању толико људи, па проверу свог рада врши сам конструктор. У многим предузећима не постоји разлика између конструкционе и технолошке документације, па је конструкциона документација уједно и технолошка документација. Исправност конструкционе документације гарантује сам конструктор својим потписом, затим шеф одељења и служба квалитета. Провери се прво подвргава конструкциона документација а затим и остала технолошка документација. Постоји два начина провере конструкционе документације а то су: графички и аналитички [3].

Аналитички начин провере конструкционе документације је најзаступљенији и своди се на проверу исправности конструкционог решења у шта спадају провера захтева радне способности, захтева заштите на раду, еколошких захтева, естетских захтева. Под провером исправности конструкционог решења подразумева се [3]:

- Провера експлатационих захтева (услови средине, карактеристике полаза- код мотором погоњених машина, захтева регулације, одржавања)
- Провера функционалних захтева (провера могућности функционисања, израде, монтаже, демонтаже, контроле)
- Провера усклађености техничких карактеристика (производност, механичке, електричне и друге карактеристике) са техничким захтевима,
- Провера радне способности, пре свега чврстоће, а затим крутости, хабања и загревања)

Под провером тачности (квалитета) конструкционе документације, тј. исправности цртежа склопа и радионичких цртежа, подразумева:

- Провера размере и усклађености димензија, правилност приказивања, довољан број пресека, да ли су дате све коте и толеранције, да ли су дефинисани квалитети обраде. Употребом рачунара могућност за грешком се смањује па се провере у принципу, свде на самог конструктора.
- Провера избора конструкционих база како би се обезбедила тачност карактеристичних кота,
- Провера избора кота које треба толерисати, провера вредности изабраних толеранција дужинских мера, провера толеранција облика и положаја,
- Прорачун мерних ланаца узимајући у обзир сва одступања, сагледавање начина монтаже, дефинисање начина компензације одступања,
- Провера начина наношења свих осталих захтева и напомена на цртежима.

Графички начини провере документације подразумевају проверу документације у смислу да ли се она може геометријски или димензијски повезати. Уколико је то немогуће, конструктор то уочава на монитору и одмах уклања грешку [3].

5.4 Технолошка контрола документације

Технологичност производа се огледа у правилном конструкционом извођењу свих делова и склопова, у њиховом правилном геометријском облику, усклађености својства површине и врсте материјала који је предвиђен за начин израде. Технолошком контролом документације проверава се усклађеност конструкционе документације са технолошком. Овим поступком проверава се и могућност израде делова. Све корекције је боље исправити пре лансирања документације, евентуалне грешке је тешко исправити, пуно коштају и кваре углед самог конструктора и конструкционог бироа [3].

5.5 Контрола са становишта стандардизације

Целокупна конструкциона документација мора бити усклађена са свим важећим фабричким, националним, интернационалним стандардима, па је сходно томе потребно да се изврши провера [3]:

- Начина цртања (врста и дебљина линија, висина и дебљина слова, распоред погледа и пресека, котирања, толеранција положаја, толеранција облика, ознаке жлебова и клинова, ознаке средишних гнезда, ознаке површинских обрада, навоја, материјала итд.),
- Формирања конструкционе документације и начини њеног означавања (број цртежа, идентификациони број дела, полупроизвода и материјала, класификациони број дела)
- Примена стандардних или већ коришћених полупроизвода и материјала,
- Достизање што вишег нивоа стандардизације и унификације са раније израђиваним деловима и склоповима,
- Примене стандардних технологија, и
- Примене стандардних или већ коришћених алата и инструмената.

Оваквим видом контроле омогућава се једноставнија и јефтинија производња, експлоатација, одржавање и ремонт производа што доводи до побољшања његовог пласмана [3].

5.6 Ревизија конструкционе документације

Код одговорних машинских конструкција потребно је извршити оверу конструкционе документације или ревизију пројекта. Оверу пројекта може да изврши овлашћена институција која је овлашћена од стране произвођача. Циљ ревизије је откривање грешака у пројекту које могу утицати на перформансе производа у погледу на израду, погодности одржавања и потенцијалних побољшања. Овлашћена институција својим печатом и потписом овлашћеног лица гарантује за квалитет и поузданост производа. При контроли документације мора се приложити и лиценца пројектанта који је одговоран за конструкцију. Пројектант који је одговоран за конструкцију мора поседовати лиценцу коју издаје Инжењерска комора Србије. Лиценца подразумева да је

пројектант положио стручни испит и да има препоруке од минимум два пројектанта за обављање лиценцирања. Код скупих и одговорних конструкција контролу пројекта врше и осигуравајућа друштва као што је Лојд (*Lioyds Register*). Контролу конструкционе документације могу вршити и компаније за контролу квалитета као што су Југоинспект и Веритас уколико их купац ангажује. Поред компанија контролу треба да врши и Општинска инспекцијска служба јер она издаје употребну дозволу машине. Роба која је намењена извозу на себи мора имати *CE* знак. *CE* знак означава да производ задовољава европске захтеве квалитета [3].

6. Машина за наношење термоскупљајуће етикете

6.1 Постављање листе захтева и техничког задатка

Процес конструисања представља технички задатак, који настаје на основу предлога да се нешто корисно направи. Полазећи од техничког захтева треба доћи до потпуне документације за израду. Конструктор треба активно да учествује у разматрању техничког задатка. Заједно са свим осталим меродавним субјектима као што су корисници машинског система, технолози, извођачи, итд... Технички задатак треба да садржи основне почетне податке и захтеве који се пред будућу конструкцију постављају. У поступку конструисања могу бити нађена боља решења која би захтевала измене у самом техничком задатку, па стога технички задатак не треба сматрати догмом, већ треба оставити простора за измене уколико су оне потребне, уколико оне доносе одређена побољшања. Код израде машина за процесну индустрију често се дешава да сам купац на половини пројекта или чак и на крају промени мишљење о облику посуде и њеној запремини, па је стога потребно извршити одређене измене [1].

На самом почетку конструисања машине за наношење термоскупљајуће етикете треба да се постави технички задатак који улази у процес конструисања који настаје услед потребе и планирања производа. У процесу развоја конструкције, а и касније у току разраде, од конструктора се траже посебне активности које се односе на стварање идеја на бази претходних пројеката, коришћење готових делова и сл. У табели 1 налази се технички задатак машине за наношење термоскупљајуће етикете.

Табела 1. Технички задатак машине за наношење термоскупљајуће етикете

Технички задатак
Машина за наношење термоскупљајуће етикете • Конструисање и моделирање делова и склопова за машину која треба да прими напуњене боце са тракастог транспортера, распореди их на одређено растојање и на затворену боцу нанесе термоскупљајућу етикету. • Минимални капацитет производне линије је 4500 n/h. • Производна линија треба да испуни захтеве у виду периодичног рада у затвореном простору, у 2 (две) смене, од по 8 (осам) радних сати, при чему је потребан временски период од пола сата времена за чишћење машине између смена и сат времена за чишћење машине на крају радног времена. • Моделирање форматних делова за три различита формата боца. • Конструисање склопова који подржавају сва три формата. • Производна линија треба да обрађује сва три формата појединачно. • Рок завршетка конструкције је 6 месеци.

Технички задатак и листа захтева представљају део техничке документације па је потребно дефинисати листу захтева за машину коју треба пројектовати. Из техничког задатка потребно је дефинисати захтеве које машина треба да испуњава. Сви дефинисани захтеви морају бити испуњени (Табела 2).

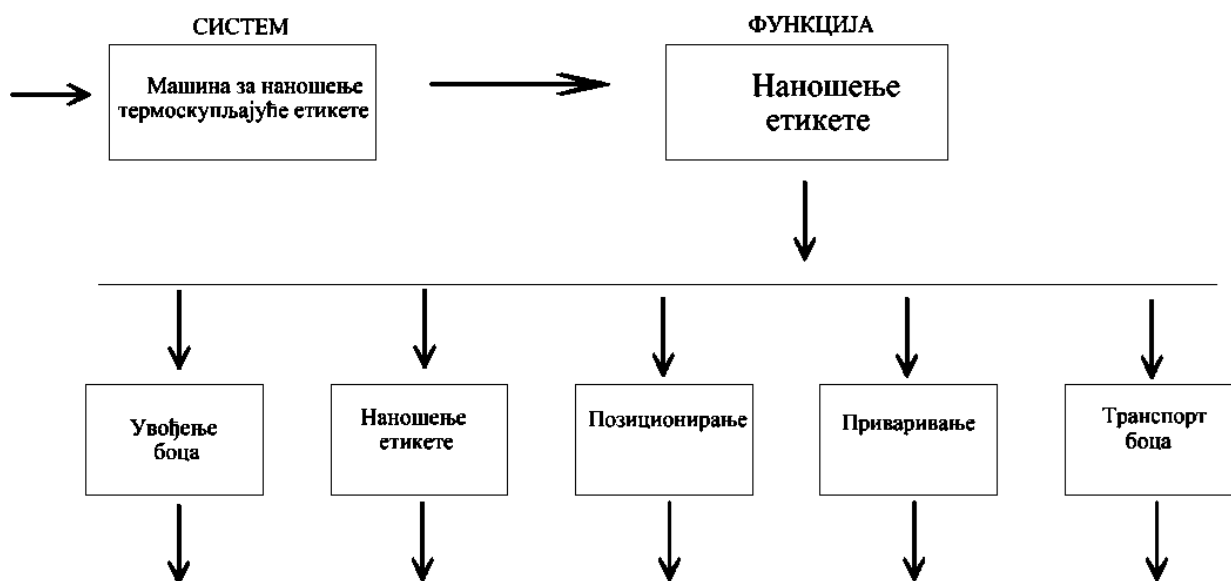
Табела 2. Листа захтева машине за наношење термоскупљајуће етикете

Листа захтева	
Машина за наношење термоскупљајуће етикете	
1.	Функција: • Прихватање и увођење боца у процес. • Могућност подешавања и прилагођавања форматима. • Аутоматско постављање етикете. • Аутоматско постављање етикете са граничењем. • Приваривање етикете.
2.	Подаци битни за извршење функције: • Боце које су напуњене производом морају бити затворене и осушене. • Производна линија мора да буде чиста, што подразумева стално чишћење, прање и сервисирање. • Капацитет машине износи 4500 боца на сат . • Потребно је конструисати машину од следећих целина: -прихватање и одвајање боца -постављање етикете -постављање етикете са ограниченом висином -транспорт боца до Термослива
3.	Радна својства: • Минималан радни век 10 година, тј 40000 радних сати. • Минимално оптерећење машине • Велика количина затворених боца у једном радном сату
4.	Ергономска својства: • Систем мора бити потпуно аутоматизован. • Лако одржавање машине. • Тих и миран рад.
5.	Технолошка својства: • Радни делови машине морају бити израђени од материјала који није корозиван (нерђајући челик, прохром, алуминијум).

	Постојање ПЛЦ управљања и могућност регулације помоћу пнеуматике.
6.	Рок испоруке машине: 20.08.2020. године
7.	Економски услови: - Лака и једноставна израда делова - Употреба стандардне готове робе (лежајеви, завртњеве, профили, траке...)

6.2 Структура функције машина за наношење термоскупљајуће етикете

Након разраде техничког задатка дефинише се општа функција машинског система. Функција машинског система представља зависност улазних и излазних величина [1]. Општа функција машине у линији је наношење етикете (слика 12).

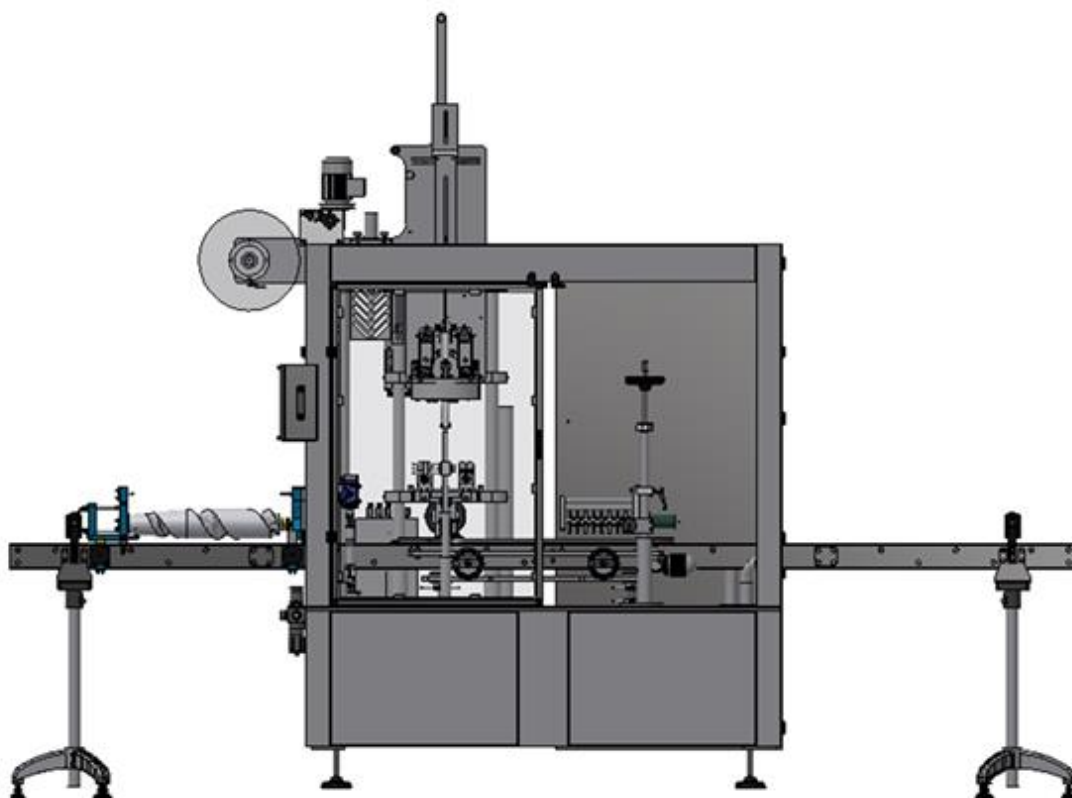


Слика 12. Графички приказ машине за наношење термоскупљајуће етикете

6.3 Намена машине

Машина Тес 9000 је намењена за наношење термоскупљајуће етикете у већ напуњене и затворене боце (слика 13). Представља једну од машина које формирају линију у пуњењу, затварању, етикетирању и формирању збирног паковања производа. У зависности од потребе тржишта машина се може користити за наношење етикета на боце различитог пречника и облика. Може се користити у прехранбеној и хемијској индустрији. Основна верзија машине намењена је за постављање етикета на боце (ПЕТ

боце или боце од неког другог материјала). Максимално искоришћење машине обезбеђено је синхронизацијом склопова, што обезбеђује максимални капацитет линије. Машина има сопствени погон, па може да ради самостално. Тес 9000 се може испоручити као самостална машина или као машини у линији Теспак 9000 која садржи поред себе и машину Сливпак 9000 која под дејством паре делује на термоскупљајућу етикету и скупља је око боце. У линији Теспак, Сливпак је машина која се надовезује на Тес 9000. Сливпак је машина која има задатак да пару која се припрема у котлу допреми до комора и усмери је на боцу. Транспорт паре врши се помоћу цевовода и даље до коморе. Сливпак у себи садржи две коморе, једну у којој се врши дејство паре по целој боци а друга у којој се врши финално обликовање фолије. И једна и друга комора имају могућност регулације протока паре. Након проласка кроз Сливпак боце се помоћу транспортера даље допремају до машине за формирање збирног паковања. Машина за формирање збирног паковања назива се Термопак која сабира боце са транспортера и формира дефинисани облик паковања. Након формирања одговарајућег броја боца, боце се облажу фолијом. Паковање обложене фолијом помоћу транспортера одлазе до коморе која има задатак да помоћу топлоте делује на фолију и обликује је око боце. Након пролаза са Термопака пакети се слажу на палете и одлажу у магацин.

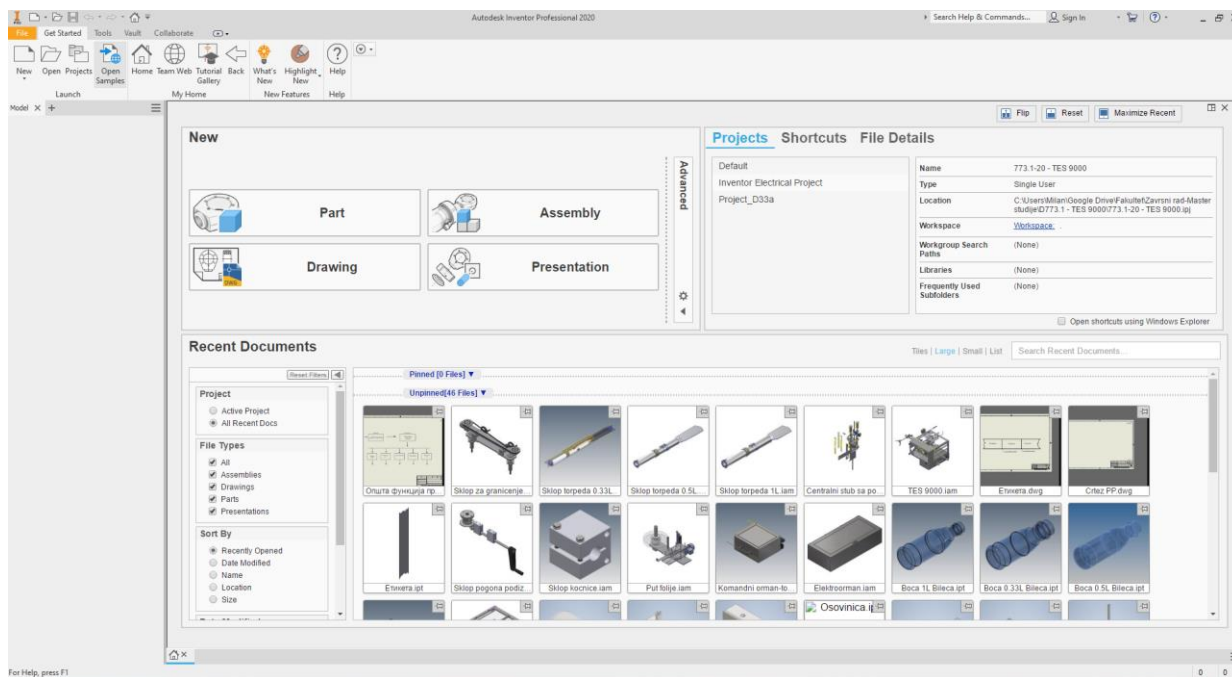


Слика 13. Машина за наношење термоскупљајуће етикете

Машина за наношење термоскупљајуће етикете на боце је моделирана у софтверу *AUTODESK Inventor*. *AUTODESK Inventor* је софтверски производ фирме *AUTODESK* [5] која је позната и по свом програму *AutoCad*. Инвентор је намењен пре свега потребама пројектовања у области машинства. За разлику од *AutoCad*-а инвентор је програм за параметарско, запреминско моделирање делова и склопова. Осим моделирања делова он омогућава и генерисање техничке документације, а новије верзије програма омогућавају и различита израчунавања и симулације. Машина је моделирана у верзији *AUTODESK Inventor 2020* (слика 14).

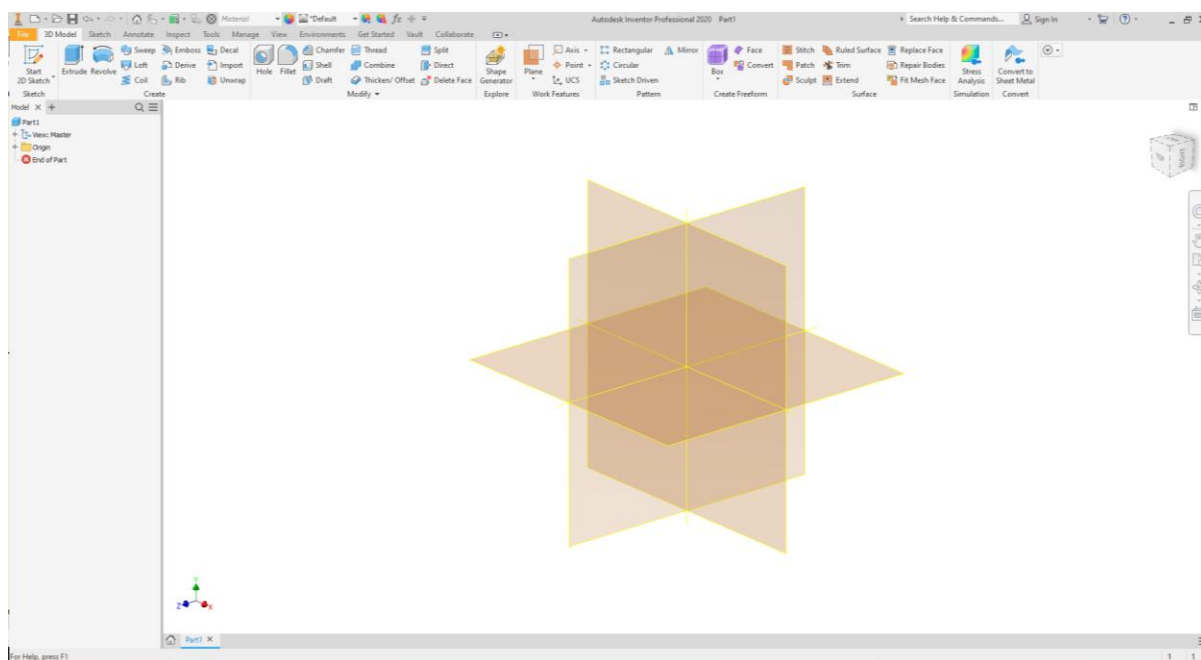
Инвентор омогућава интеграцију 2D и 3D података у једном окружењу, стварајући виртуелну представу коначног производа која омогућава корисницима да потврде облик, уклопљеност и функцију производа пре него што буде направљен. Аутодеск Инвентор укључује алате за моделирање параметарског, директног уређивања и слободног облика, као и могућности превођења у више CAD облика, и у своје стандардне DWG цртеже. Једна од предности софтвера јесте извоз комплетних склопова са свим постојећим ограничењима и готовом робом. Овакав склоп можемо користити код израде машина сличних намена са одређеним преправкама. Једна од већих погодности софтвера јесте креирање DXF фајлова који се користе за документацију која је потребна за производњу. Даља обрада DXF фајлова може се вршити у софтверу *AutoCad*.

Почетни екран након покретања софтвера приказан је на слици 14.



Слика 14. Autodesk Inventor 2020

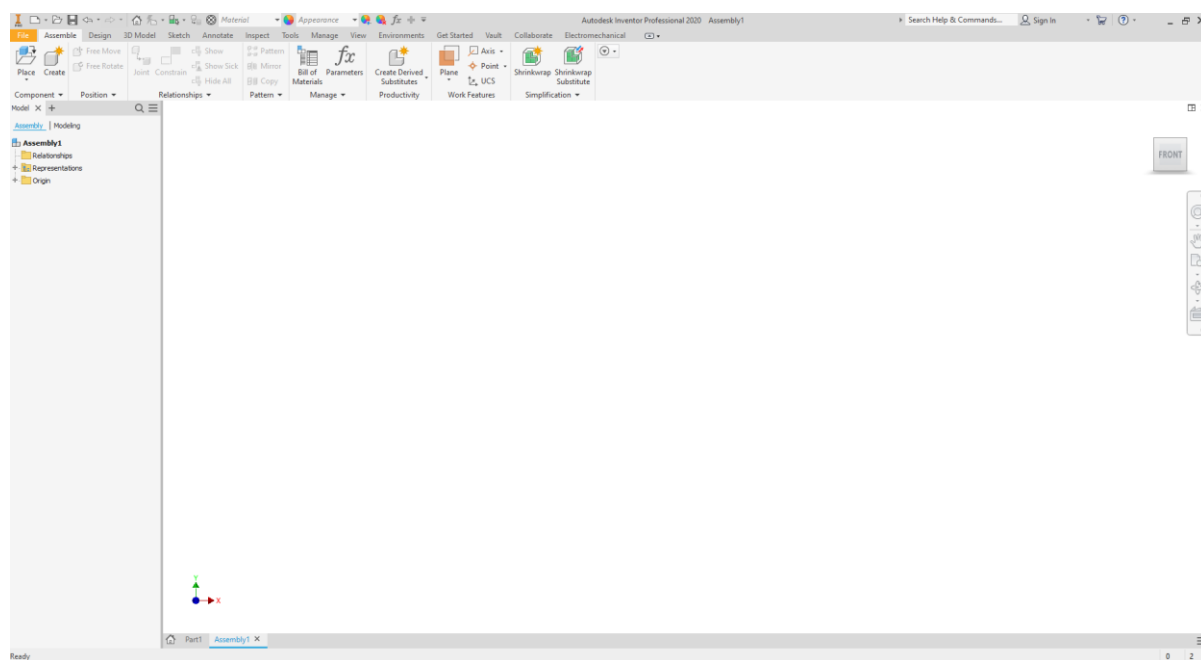
Радно окружење након покретања дела за израду делова приказано је на слици 15.



Слика 15. Радно окружење израде делова

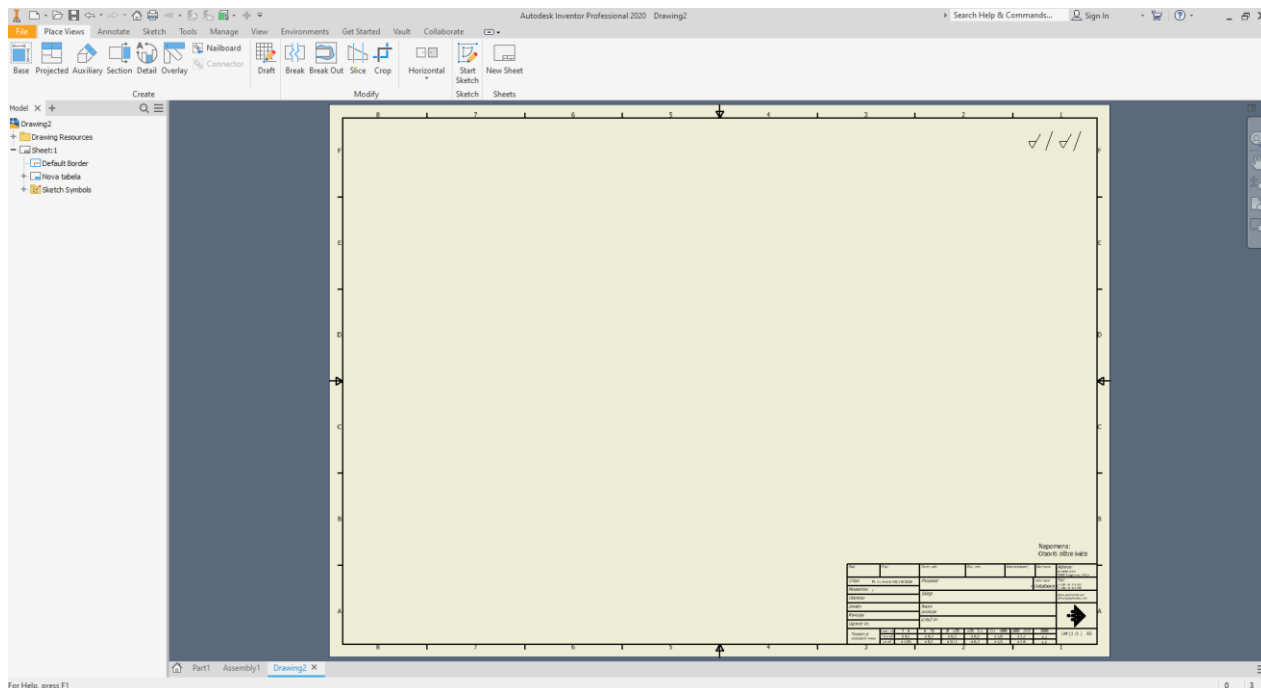
Радно окружење при формирању склопова приказано је на слици 16.

У оквиру формирања склопова можемо бирати хоћемо ли формирати раздвојиве или нераздвојиве спојеве. У делу формирања заварених спојева можемо вршити обраду у склопу заварених позиција. При изради техничке документације можемо приказати заварен склоп пре обраде и машиниран склоп.



Слика 16. Радно окружење при формирању склопова

Радно окружење при креирању техничке документације приказано је на слици 17.



Слика 17. Део за креирање техничке документације

6.4 Формати за које је машина намењена

Машина је намењена за наношење термоскупљајуће етикете на ПЕТ боце. ПЕТ амбалажа, или амбалажа од полиетилен терафталата, заправо је амбалажа од термопластичног полимер гранулата који припада породици полиестера. Овај материјал је примену нашао у производњи вештачких влакана. Нарочито се почео користити у индустрији паковања хране и пића, а има температурно подручје примене до 60°C. Пројектним задатком дефинисане су три пластичне боце на које машина мора поставити етикету. Запремине формата су:

- 0,33 L,
- 0,5 L, и
- 1 L.

Приликом израде форматних делова који су различити за сваки формат боце полази се од техничког цртежа боце, који је предуслов за израду пројекта (слика 18). Приликом дефинисања пројектног задатка задају се одређени технички параметри које машина као конструкција треба да задовољи. Ово се најчешће односи на капацитет, услове у којима машина треба да ради, материјал од кога је машина направљена, као и степен и ниво заштите. Да би се лакше приступило пројектовању, приступа се моделирању форматних делова који ће помоћи при конструисању ради лакшег димензионисања и оријентисања делова.

На слици 18. приказани су 3D модели боца:

- а) боца 0,33 L,
- б) боца 0,5 L, и
- в) боца 1 L.



Слика 18. 3D модели боца

6.5 Технички опис

Тес 9000 је аутоматска машина, пројектована за постављање термоскупљајуће етикете на боце различитих запремина. Кретање делова на машини регулише се помоћу управљачке јединице уграђене у систем. Допремање пуних и затворених боца врши се помоћу транспортера са транспортном траком. Оваквом концепцијом се добија висока поузданост и једноставност машине, што се огледа у лако одржавању и подешавању, као и кратком времену отклањања евентуалних отказа. Радни простор машине је отворен и прегледан, лако се врши визуелна контрола исправности рада склопова, а прање машине је тиме поједностављено. Сви делови машине као и они који се свакодневно чисте односно које је потребно дезинфиковати су израђени од нерђајућих материјала. Користе се материјали атестирани за употребу у прехранбеној индустрији који могу бити у контакту са намирницама. Моторски и погонски простор је прегледан и лако приступачан за одржавање. Погонски елементи механизма су израђени од квалитетних конструкционих материјала, заштићени су од дејства воде и офарбани су основном и завршном бојом или су електролитички поцинковани. Помоћу склопа уводног пужа врши се прецизно одређивање положаја боца на транспортеру што је веома важно код постављања термоскупљајуће етикете.

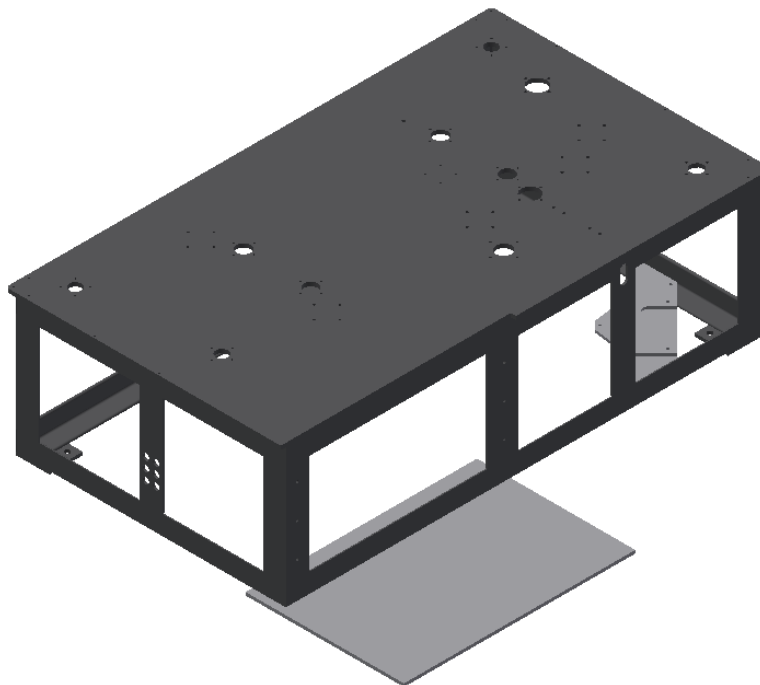
Машина се састоји из више подсклопова који обављају одређене радње и чине једну функционалану целину. Подсклопови су:

1. Постоље машине са облогама
2. Уводни пуж са сопственим погоном
3. Пут фолије
4. Централни стуб са погоном
5. Стуб за перфорацију-опциони
6. Торпедо-форматни део
7. Носач ножа
8. Склоп за навлачење етикете са подизачем
9. Склоп за граничење доње позиције етикете
10. Затезач зупчастог каиша
11. Погон подизача вретена
12. Турбина са носачем и млазницом
13. Пнеуматика и електрика
14. Електро орман

Сви одговорни делови машине урађени су од квалитетних конструктивних челика, док су кинематски елементи (зупчаници, каишници и др.) као и остали динамички напрегнути елементи побољшани термичком обрадом, што гарантује дуг век њихове експлоатације. Елементи машине који долазе у додир са боцама, као и они који су најизложенији утицају агресивне средине радног простора, израђени су од нерђајућег и хемијски постојаног челика, а остали елементи су заштићени епоксидним премазом. Уграђени лежајеви, ротациони заптивни елементи и слично су стандартизовани чиме је омогућена њихова једноставна заменљивост.

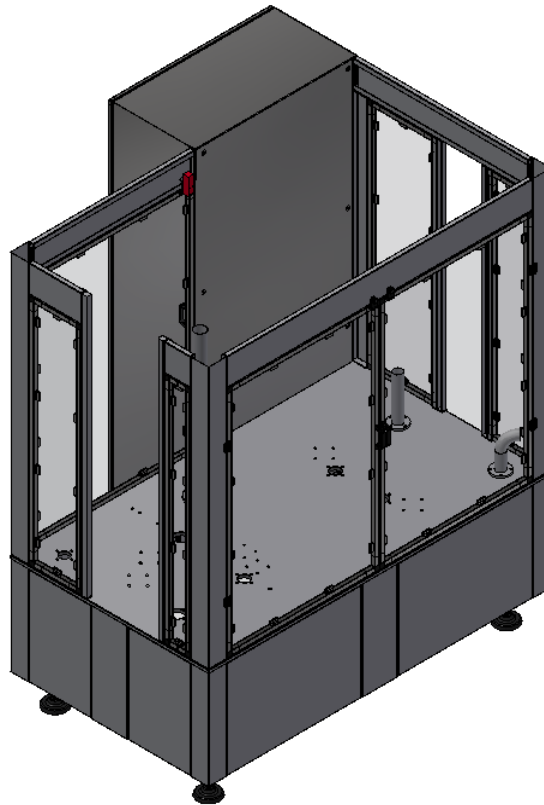
Постоље машине са облогама. Постоље машине се састоји од стандардних профила који се преко подесивих стопа ослања на тло (слика 19). Постоље је израђено од наивалитетнијих конструкционих челика (S 235 JRG2) [6] и заштићено одговарајућим основним и завршним премазима. Постоље машине је израђено као заварена челична конструкција, која гарантује крутост и стабилност машине. На постоље се поставља основна плоча која на себи носи све склопове неопходне за рад машине. Постоље се у току израде проверава, прати се његова геометрија приликом заваривања, што је веома битно због касније фазе израде машина. Основна плоча добијна је сечењем плоче на машини под дејством воденог млаза у комбинацији са абразивом. Након сечења свих делова постоља сви делови се чисте и припремају за заваривање. Постоље машине на себи има облоге, врата и електроорман. Врата машине обезбеђују добру прегледност и могућност подешавања склопова. Доњи део, као и основна плоча тела машине, обложени су лимом од нерђајућег челика. Облоге су непокретне и њих није могуће отворати, врата машине су обезбеђена микропрекидачима и њихово отварање није могуће у току рада машине. Електро орман се налази у склопу постоља, из њега се даље развија електро инсталација која напаја све остале склопове. Инсталација пролази кроз унутрашњост

постоља и кроз облоге машине. Висина постоља има могућност подешавања помоћу подесивих ногара. Висину машине треба прилагодити *Lay out*-у производње у млекари.



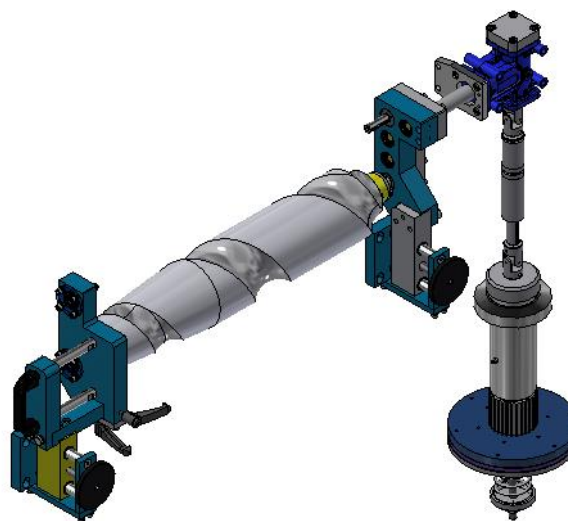
Слика 19. Постоље машине

На основној плочи тела машине, монтиране су горње облоге, које штите послужиоца машине од свих покретних радних склопова машине. На овом горњем делу, са чела машине, уграђена су двокрилна врата која омогућавају замену предвиђених алата при преласку на рад са једне на другу врсту боца. Врата су осигурана микропрекидачем, који прекида рад машине у случају отварања врата, чиме се спречава евентуална повреда послужиоца машине. На бочним, као и на задњој страни горњег дела машине, налазе се отвори за приступ унутрашњем делу машине, ради подешавања или евентуалне интервенције, при застоју рада машине. Ови отвори су затворени окнима од лима, тако што се доње окно може по потреби отворити и затворити (слика 20).



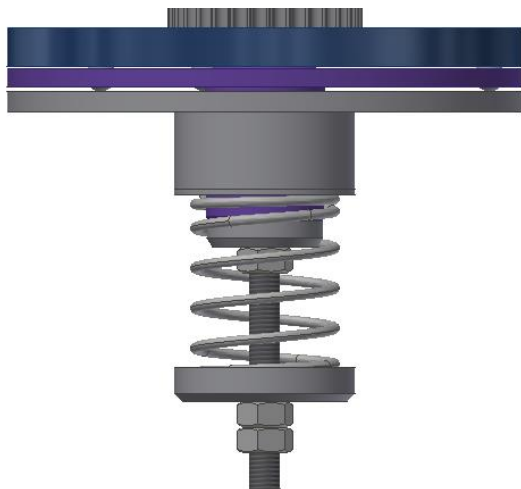
Слика 20. Постоље машине са облогама

Уводни пуж са сопственим погоном. Овај склоп је конструкционо изузетно добро решен, јер се минималним бројем кинематски преносних елемената, остварује погон увођења боца (слика 21). Сам пуж има сопствени погон помоћу моторредуктора који преко зупчастог каиша преноси обртни момент и тако погони пуж. Уводни прогресивни пуж раздваја боце које се налазе једна до друге на одређеном кораку. Свака од боца има свој пуж због разлике у пречнику боца.



Слика 21. Уводни пуж

Погон пужа је заштићен системом за искључивање машине уколико дође до заглављивања боца на улазу у машину. Регистровање избацивања спојнице (слика 22) врши микропрекидач и машина престаје са радом. Сам пуж представља изменљиви део (форматни део) који се мења у зависности од димензије боце. Замена је врло једноставна, померањем предњег ослонца уназад и извлачења са погонског вратила, цео пуж се скида.



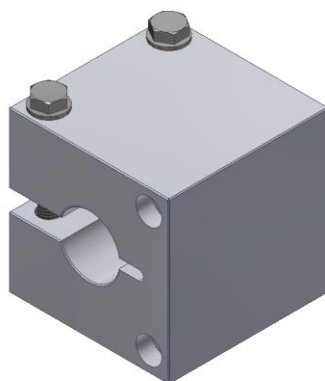
а)



б)

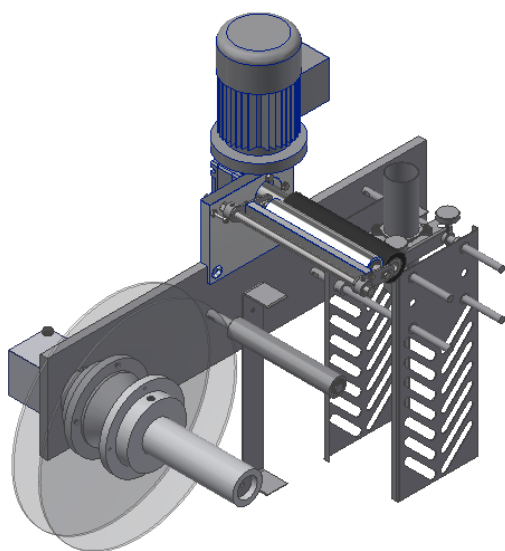
Слика 22. Спојница пужа: а) 3D модел б) фотографија реалног дела

Пут фолије. Склоп је смештен на носећој плочи централног стуба и има задатак да доведе фолију од ролне па све до наношења на боцу (слика 24). На самом почетку се налази котур са намотаном фолијом. Фолија се од произвођача добија на намотаном котуру одговарајућих димензија, а у зависности од формата. Слободно окретање није дозвољено јер би се прекомерно одмотана фолија на њеном путу нагомилавала и стварала вишак. Одмотавање фолије регулише се помоћу кочнице (слика 23) на другом крају осовине. Пошто је осовина учвршћена на плочу (половина лежаја је у плочи а друга половина у кућишту) и оба краја су слободна, на једном крају је кочница а на другом котур.



Слика 23. Кочница

Сила на кочници се подешава помоћу завртњева, њиховим отпуштањем или притезањем. Кочница је направљена од материјала који је употребљив у прехранбеној индустрији, његова ознака је РА6 (полиамид 6) [6]. Премотавање фолије врши се помоћу гумираног вратила чији погон чини моторредуктор који је постављен на плочи након котура фолије. Управљачка јединица на основу података са сензора регулише укључивање и искључивање мотора. Да би се фолија одмотавала правилно и даље ишла њеним путем, сила на кочници треба да буде тако подешена да се у тренутку премотавања, укључивањем мотора котур слободно обрће а приликом искључивања мотора престане са обртањем. На вратило премотавања делује притискивач који исправља фолију уколико је она била преломљена. Притискивач се састоји од носеће осовинице, алуминијумског ослонца који се поставља пре ваљка и самог ваљка. Ваљак делује еластично на гумирано вратило захваљујући опругама.



а)



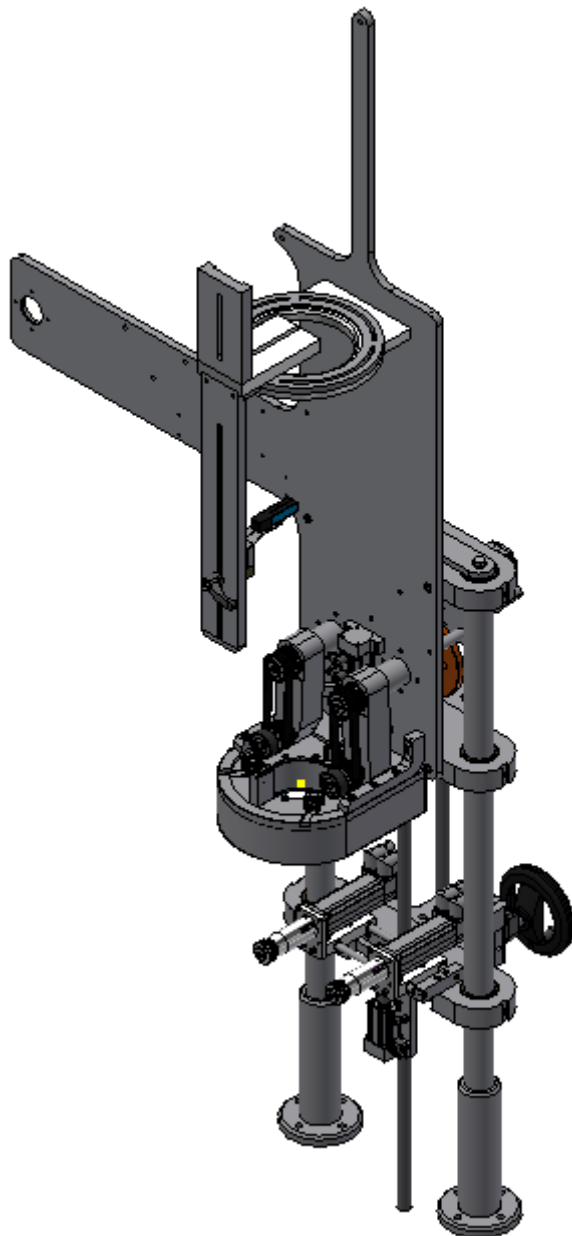
б)

Слика 24. Пут фолије: а) 3D модел б) фотографија реалног дела

Након притискивача и гумираног вратила, фолија улази у путању на коју дејствује ваздушни притисак који долази из турбине која је постављена у унутрашњости постоља. Ваздух се из турбине транспортује помоћу цеви која је постављена на основну плочу постоља и гибљивог црева које повезује цев и млазницу. Комора са ваздухом представља сталну резерву фолије у току премотавања и количина фолије у њој се регулише помоћи фото сензора који региструје горњи и доњи положај фолије у комори. Уколико се фолија налази изнад доњег сензора укључује се мотор премотавања. Након коморе, фолија наставља пут преко транспортних ваљака преко плоче централног стуба пролазећи кроз сензор за регистровање све до навалачења на торпедо.

Централни стуб са погоном. Представља један од најодговорнијих склопова машине. На њему се налазе склопови премотавања, склоп за одсецање етикете и склоп

за наношење етикете на боцу (слика 25). Носећи стубови склопа ослоњени су на основну плочу. Стубови на себи носе три плоче на којима се налазе склопови.



а)

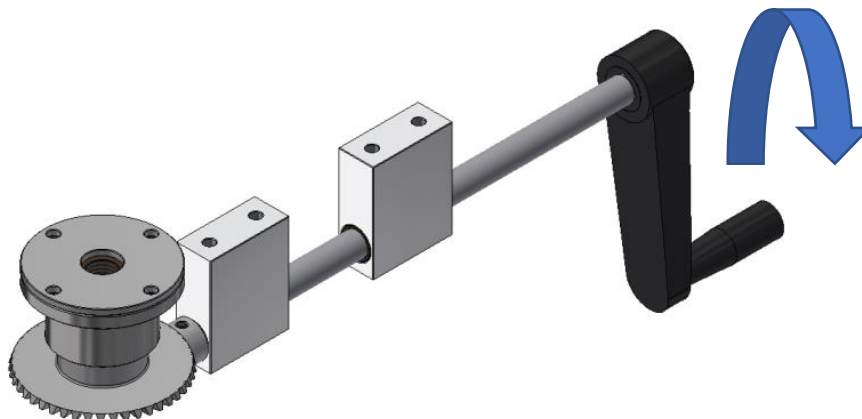


б)

Слика 25. Централни стуб са погоном: а) 3D модел б) фотографија реалног дела

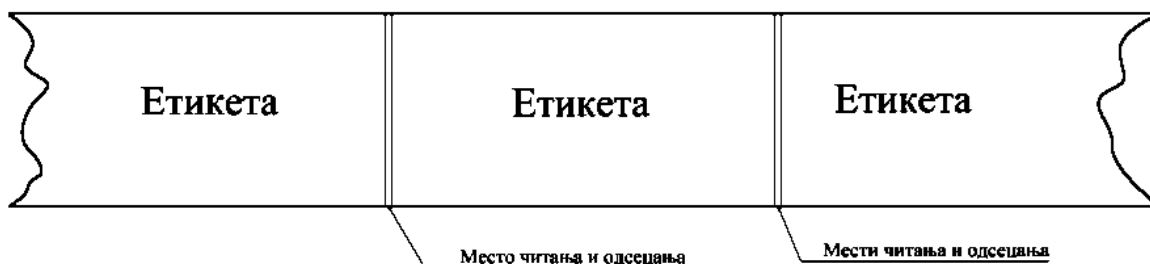
Пошто машина мора да ради за три различита формата висине склопа морају бити подесиве. Висина целог склопа регулише се помоћу зупчастог пара смештеног унутар постоља машине. У основи то је редуктор, где се његовим окретањем врши промена

висине склопа. Обртањем вратила преко коничног зупчастог пара у кретање доводимо чауру која је повезана са погонским зупчаником и окреће се у месту. Вратило које пролази кроз њу се креће горе-доле (слика 26).



Слика 26. Механизам за подизање и спуштање склопа

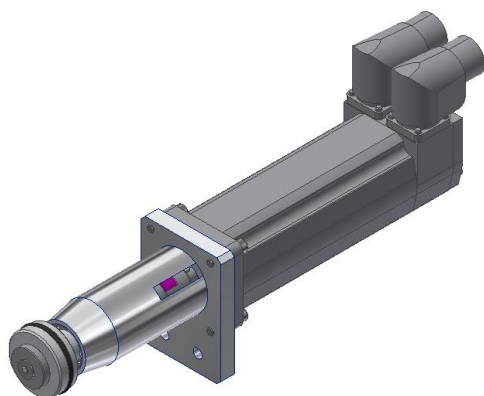
Након преласка фолије преко транспортних ваљака, фолија пролази поред виљушке која на себи има сензор који контролише тренутак одсецања фолије. Између етикета на фолији налази се празан простор који служи за читавање а уједно је то и место одсецања етикете (слика 27).



Слика 27. Етикета

Фолија се потом превлачи преко Торпеда који представља форматни део машине који је изменљив у зависности од боце која се пуни. Транспорт фолије преко Торпеда врши се помоћу гумених точкова. Обртањем точкова супротно од смера казаљке на сату, одређеном брзином, фолија се спушта до позиције на којој је одсецају летећи ножеви. Точкови за транспорт фолије погоњени су зупчастим каишевима, који су преко вратила повезани са зупчастим паром који погони серво мотор. Тренутак укључивања серво мотора за погон гумених ваљака зависи од неколико услова. Први услов укључивања мотора је да се фолија налази на деоници и да сензор положаја региструје да је резерва са фолијом пуна. Други услов представља читање фолије након затежућих ваљака. Трећи услов који укључује одсецање фолије у датом тренутку јесте пролаз боце поред читача који је постављен на страници транспортера. Зрак који даје ћелија одбија се о рефлектујућу плочу и тако даје дозволу укључивања ножева. Након одсецања, етикета поново долази у доњи положај и спремна је за поновно одсецање и постављање на боцу.

Коначно постављање етикете на боцу врше серво мотори који се налазе у доњем делу торпеда, и ослоњени су на доње лежајеве торпеда (слика 28). Ови мотори су стално активни, а притисак обртних ваљака на лежајеве торпеда врши се помоћу пнеуматског цилиндра. Склоп за погон премотавања се налази са друге стране плоче.



а)



б)

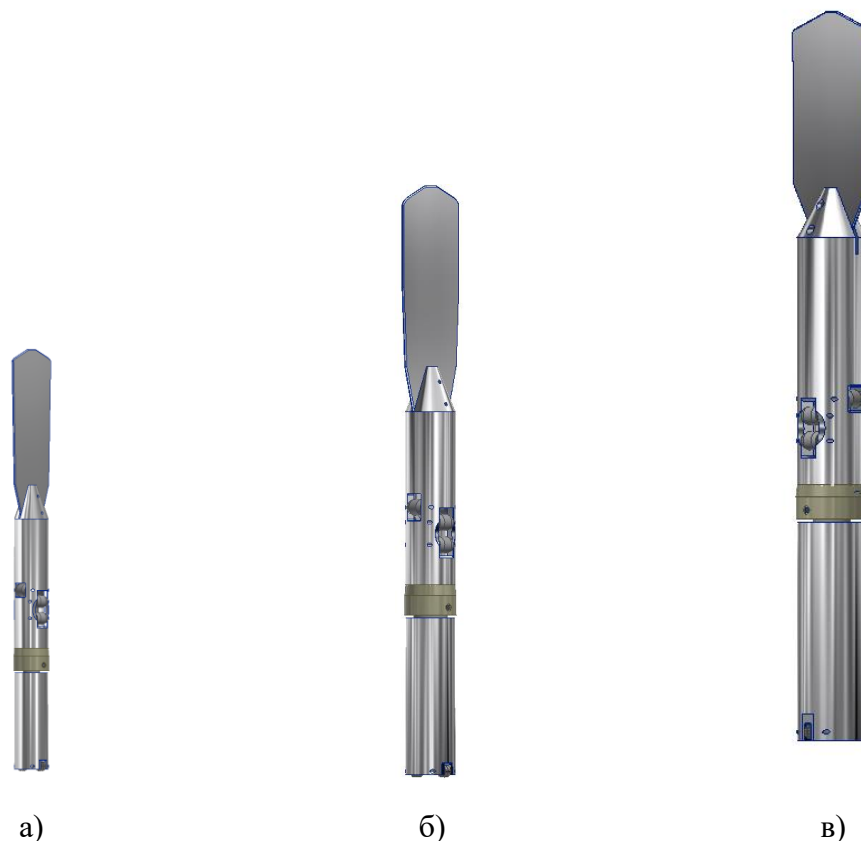
Слика 28. Мотори који постављају етикету: а) 3D модел б) фотографија реалног дела

Стуб за перфорацију-опциони. Овај склоп се користи у случајевима када постоје посебни захтеви о постављању етикете или постављању етикете са одговарајућим додатком на боци. Додатак на боци може бити додатни рекламирајући производ или поклон купцима производа.

Торпедо-форматни део. Торпедо представља форматни део машине који има задатак да фолију која долази са котура прилагоди облику боце на који се поставља. Торпедо се састоји од пера торпедо које отвара скупљену фолију и даље је предаје на конусни део горњег дела торпеда (слика 29). Торпедо је цилиндричног облика и мањи је од пречника фолије у развијеном стању. На себи има улежиштења преко којих се ослања на гумене ваљке. Доњи део торпеда на себи има лежајеве преко којих клиза фолија. На доње лежајеве се ослањају ременице серво мотора који својим обртањем транспортују фолију на боцу.

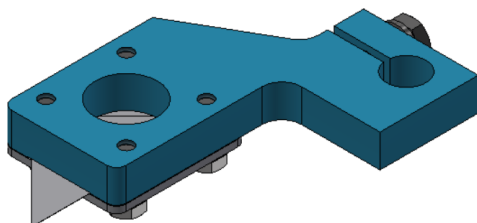
На слици 29 приказани су 3D модели торпеда:

- а) Торпедо за боцу 0,33 L,
- б) Торпедо за боцу 0,5 L, и
- в) Торпедо за боцу 1 L.



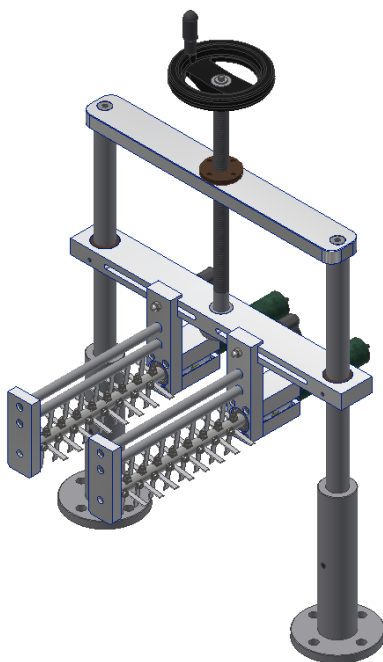
Слика 29. Изглед форматних делови торпеда за три различите запремине боце

Носач ножа. На себи носи ножеве за одсецање фолије која се налази на торпеду. Пре укључивања серво мотора активирају се цилиндри који потискују конусни прстен који кретањем наниже активира ножеве (слика 30). Ножеви су за носач причвршћени помоћу плочице коју држе вијци, ножеви су брзо изменљиви и спадају у потрошни материјал. Ножеве треба редовно мењати због правилног одсецања фолије. Ножеви се требају налазити на половини размака између горњег и доњег дела торпеда. Носач ножа се везује на осовиницу носача ножа помоћу завртња. Контролу затегнутости завртња вршити периодично према упутству произвођача. Склоп се погони помоћу електромотора, а сами ножеви помоћу клинастог каиша.

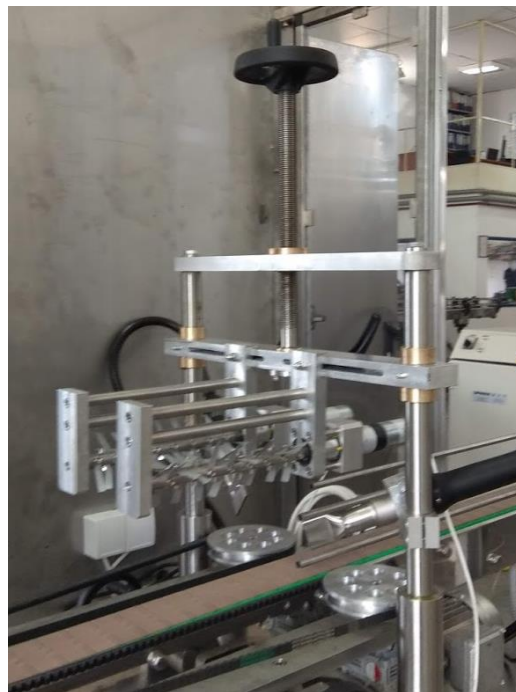


Слика 30. Носач ножа: а) 3D модел б) фотографија реалног дела

Склоп за позиционирање етикете са подизачем. Намена склопа је позиционирање етикете на одређену висину. Склоп се ослања на основну плочу машине преко стубова носача (слика 31). Висина склопа одређује се помоћу навојног вретена чије се обртање врши помоћу управљачког точка. У зависности од формата боце склоп се може подешавати и по ширини помоћу ручица.



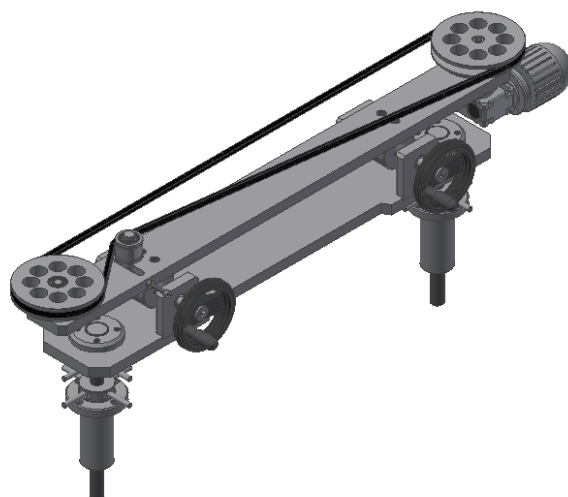
а)



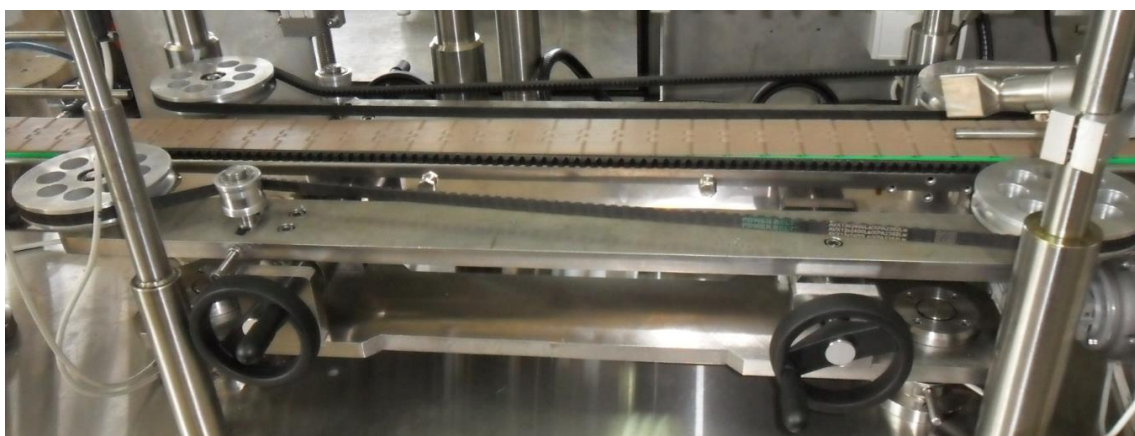
б)

Слика 31. Склоп за позиционирање етикете: а) 3D модел б) фотографија реалног дела

Склоп за граничење доње позиције етикете. Приликом постављања етикете на боцу, уколико захтеви тако налажу да се етикета треба налазити на одређеној позицији до првог приваривања, клинасти каишеви држе етикету до фенова који приварују етикету док иста преко транспортера не стигне до тунела где се врши термоскупљање етикете преко целе боце (слика 32). Склоп има могућност подешавања по ширини у зависности од формата боце који се пуни. Подешавање склопа је могуће вршити по висини и ширини. Навојна вретена обезбеђују да се склоп може померати по висини док се подешавање по ширини која зависи од боце врши помоћу точкова за подешавање. Затегнутост клинастих каишева врши се помоћу затезача померањем ка осци транспортера. Склопови се погоне помоћу моторредуктора. Уколико се врши наношење етикете на на боце са предусловом да се ограничава позиција етикете на боци у току проласка боца кроз склоп укључују се фенови који имају задатак да прикупе етикету око боце како би иста остала на траженој позицији до уласка у комору за термоскупљање.



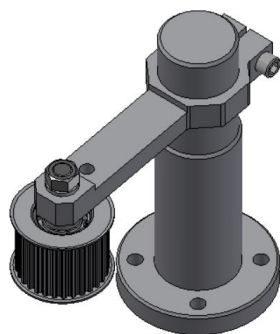
а)



б)

Слика 32. Склоп за граничење доње позиције етикете: а) 3D модел б) фотографија реалног дела

Затезач зупчастог каиша. За обезбеђење силе трења између каиша и каишника неопходна је одговарајућа притисна сила, која се остварује затезањем каиша. Најбоље је да сила притезања буде пропорционална обимној сили. Међутим због издужења каиша у току рада, то није једноставно остварити. Веома је битно правилно затезање каиша. Ако је каиш недовољно затегнут, неће преносити обртни момент, грејаће се и краће трајати. Ако је каиш превише затегнут, долази до оштећења, краћег века или кидања. Поред тога, сувише затегнут каиш преоптерећује лежаје и вратила. Овај склоп врши затегнутост погонског зупчастог каиша уводног пужа. Налази се на носећој плочи машине. Мењањем угла полуге врши се притезање и отпуштање каиша. Носач ременице има могућност подешавања по висини, тако да се зупчасти каишник увек налази на средини каиша (слика 33).



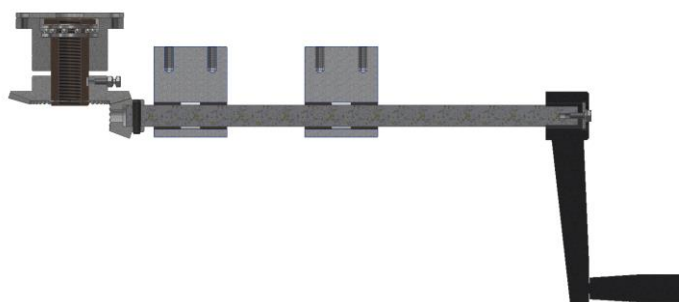
а)



б)

Слика 33. Затезач зупчастог каиша: а) 3D модел б) фотографија реалног дела

Погон подизача вретена. Овим склопом врши се подешавање висине централне плоче која на себи носи све склопове који транспортују етикету и постављају је на боцу. Оператер обртањем ручице за подешавање врши промену висине централног стуба помоћу којег се одређује висина постављања етикете. Погонско вратило везано је за основну плочу помоћу два кућишта. Пренос обртног момента врши се помоћу коничног редуктора [7]. На једном крају вратила налази се ручица, а на другом крају се налази конични зупчасти пар (слика 34).



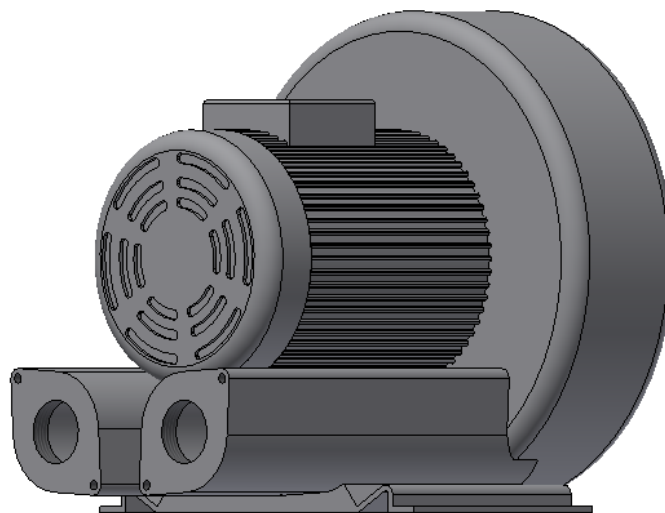
а)



б)

Слика 34. Погон подизача вретена: а) 3D модел б) фотографија реалног дела

Пумпа са носачем и млазницом. Турбина ствара ваздух под притиском и служи да премотану етикету стално држи у резерви (слика 35). На етикету делује ваздушна струја која је одржава затегнутом и спремно за даљи транспорт преко ваљака све до склопа за навлачење. Ваздух добијен из турбине се транспортује преко цеви која се налази на постољу. Од цеви до коморе која ствара резерву при премотавању, ваздух се транспортује кроз гибљиво цедро. Турбина се налази испод основне плоче машине у углу. Турбину је потребно заштитити од дејства прашине и влаге што би могло да проузрокује квар на лопатицама.



Слика 35. Турбина

Пнеуматика и електрика. У овај склоп спадају делови који обезбеђују сигурност у раду, делови који регулишу доведени ваздух који се користи за напајање цилиндара и делови који служе за сигуран распоред каблова за напајање мотора (слика 36). Ваздух се доводи у припремну групу која се налази на склопу постоља машине са облогама. Припремна група има задатак да доведени ваздух очисти од кондензата и тако пречишћен и регулисан спроведе до разводне летве кја на себи има електро-магнетне разводнике. Разводници су вентили који пропуштају, затварају и усмеравају ток радног медија [8].

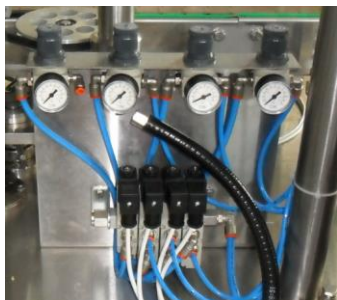
Тип разводника се одређује према [8]:

- броју прикључака,
- броју положаја,
- начину активирања,
- начину враћања, и
- величини прикључака.

Уводници каблова се налазе на основној плочи и имају задатак да каблове за напајање најкраћим путем одведу до погонских мотора са највећим степеном заштите од могућности прекида у току рада машине. Да би каблови прошли до потрошача

неометано, они пролазе кроз облоге које су израђене тако да могу у себи да садрже каблове. На слици 36 приказане су фотографије:

- а) носач разводне летве са регулаторима притиска,
- б) припремна група,
- в) сензор за детектовање боца које се крећу по транспортеру,
- г) сензор за детектовање пролаза етикете,
- д) уводник електроинсталације, и
- ђ) микропрекидач на вратима.



а)



б)



в)



г)



д)



ђ)

Слика 36. Делови пнеуматике и електрике

Електро орман. Постављен је до постоља машине. Унутар ормара се налазе све електро енергетске компоненте помоћу којих се управља радом машине односно радом њених функционалних целина (слика 37). Електро орман се налази са задње стране машине и постављен је тако да његов положај не утиче на рад саме машине. Отварањем врата електро ормана врши се прекидање струјног кола које напаја машину, положај отворених врата означава да се нешто ради на машини и самим тим тробојка која се налази на врху машине пали црвену лампицу која означава прекид рада.



а)



б)

Слика 37. Електроорман: а) 3D модел б) фотографија реалног дела

Командни орман. (Touch screen) је постављен на носачу врата са леве стране облога машине. На слици 38 дат је распоред са уписаним функцијама свих прекидача. На командном орману постоје основни тастери којима се управља машином. Ту су тастери за старт машине, прекид рада машине, ресетовање машине и сигурносно заустављање у случају кvara или незгоде у току рада.



а)



б)

Слика 38. Командни орман: а) 3D модел б) фотографија реалног дела

6.6 Техничке карактеристике

У табели 3 дате су техничке карактеристике машине које су битне за сигуран и неометан рад. У датој табели ознака NL / min односи се на номинални литар, односно на ваздух потрошен у једном минути приликом наношења етикете. Номинални литар се израчунава помоћу следећег израза [9] (1):

$$Q = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot H \cdot p \cdot a \cdot b \quad [9] \quad (1)$$

где је:

Q = потрошња компримованог ваздуха (1 bar abs при 20°C) [NL / min]

d = пречник клипа [dm]

H = ход клипа [dm]

p = радни притисак [bar, abs]

a = радни циклус у минити [L/min]

b = 1 код цилиндра једноструког дејства, 2 код цилиндра са двоструким дејством

Табела 3. Техничке карактеристике машине за наношење термоскупљајуће етикете:

Редни број:	Техничка карактеристика:	Вредност:	Јединица:
1.	Капацитет:	4500	n/h
2.	Опсег боца:	0,33-1	L
3.	Димензије отвора ролне:	70-120	mm
4.	Инсталисана снага:	P = 2,6	kw
5.	Називни притисак:	6-8	bar
6.	Потрошња ваздуха:	1,05	NL / min
7.	Димензије машине: дужина, ширина, висина	2805x1904x3030	mm
8.	Маса машине:	1500	kg

7. Оцена машине за наношење термоскупљајуће етикете

Машина за наношење термоскупљајуће етикете израђена је по узору на машине истог типа, које имају задатак постављање термоскупљајуће етикете и даљи транспорт до коморе за термоскупљање. У односу на узорну машину, машина Тес 900 има додатне склопове који кориснику омогућавају комбиновани рад у зависности од захтева производње. Комбиновани рад се састоји у томе да ли корисник захтева наношење етикете преко целе боце или наношење етикете до одређене висине. Главну улогу у наношењу етикете на боце при одређеној висини има склоп за граничење доње позиције етикете са два уређаја са топлим ваздухом на излазу из склопа. Овим склопом се омогућава подешавање висине етикете од дна боце. Клинасти каишеви држе етикету до тренутка деловања топлог ваздуха који својим дејством прикупља етикету око боце. Овај склоп има могућност померања ка оси боце што му омогућава да ради за сва три формата.

Применом принципа индустријског дизајна извршена је селекција и анализа доступних података са тржишта у циљу налажења најпогоднијег техничког решења. Постигнуто је побољшање у виду повећања функције машине, смањење масе, правилног одабира материјала, поштовање ергономских захтева корисника, повећање естетских захтева и безбедности у току употребе производа.

8. Руковање и одржавање машине

Пре укључивања и пуштања машине у рад неопходно је пажљиво прочитати упутство за руковање и одржавање. Машина је предвиђена за рад у линији са осталим машинама. Према важећим стандардима и прописима потребно је извршити нивелисање машине и повезивање са осталим машинама. Руковање машином обавља стручно лице које је обучено од стране произвођача машина. Под одржавањем спадају радње и поступци које треба периодично обављати да би се повећао радни век машине и обезбедио миран и поуздан рад у целини. Свако укључивање машине у аутоматски режим рада изискује обавезан визуелни преглед свих механизма и отклањање уочених неправилности. Да би се радне функције свих механизма одржале, препоручује се дневни, недељни и периодични преглед машине.

8.1 Дневни преглед

Пре почетка рада на машини треба извршити следеће провере и радње које обезбеђују поузданији рад машине:

- Визуелни преглед машине и отклањање недостатака који су том приликом уочени, а не спадају у дневно одржавање.
- Извршити проверу чистоће пнеуматске инсталације и испустити кондензат из посуде са филтером на припремној групи за ваздух.

8.2 Недељни преглед

- Извршити подмазивање машћу свих места означених на приложеним скицама шеме подмазивања.
- По потреби долити уље у посуду припремне групе.
- Извршити подмазивање зупчаника, завојног вретена и навртке наношењем масти на контактне површине.

8.3 Тромесечни преглед

- Извршити контролу свих клизних вођица и чаура и по потреби их заменити.
- Извршити чишћење пнеуматске инсталације и компонената.
- Обавити све радње предвиђене недељним прегледом машине.
- Подмазивање зупчастог преноса у постољу машине.
- Контролу кугличних лежајева.

8.4 Сигурносне мере

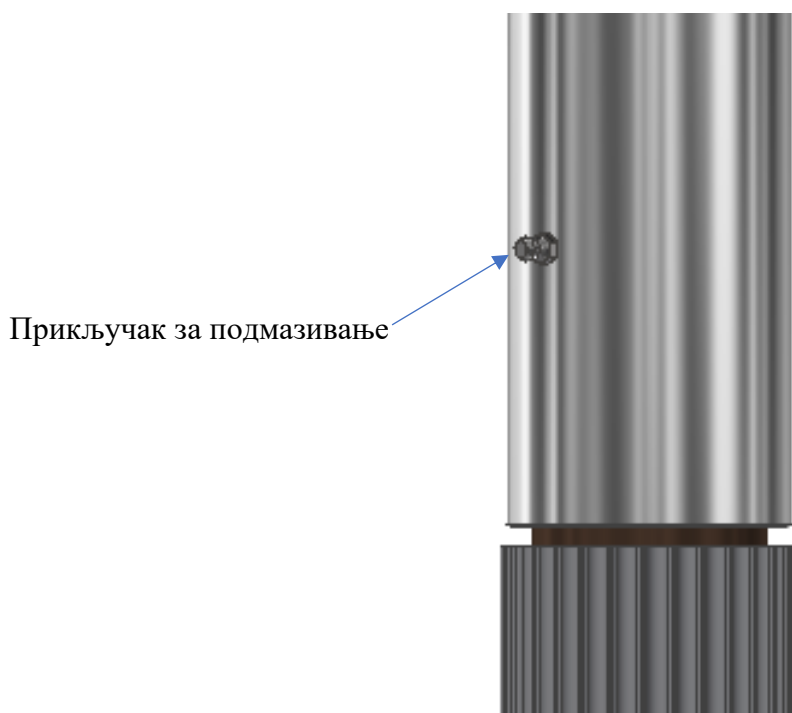
Да би машина радила поуздано и безбедно предвиђене су све неопходне сигурносне мере у циљу максималне заштите послужоца. Поред поменуте заштите од

заглављивања боца у склопу уводног пужа, машина се аутоматски зауставља уколико се активира микропрекидач који се налази на сви покретним деловима облога. До заустављања машине долази и у случају отварања бочних врата на облози машине. Једино кретање, које је могуће при отвореним бочним вратима, јесте кретање ваљака за премотавање фолије када се мења форматни део. Кретање ваљака регулише оператер притиском на тастер за премотавање који се налази у ручном моду машине.

8.5 Подмазивање машине

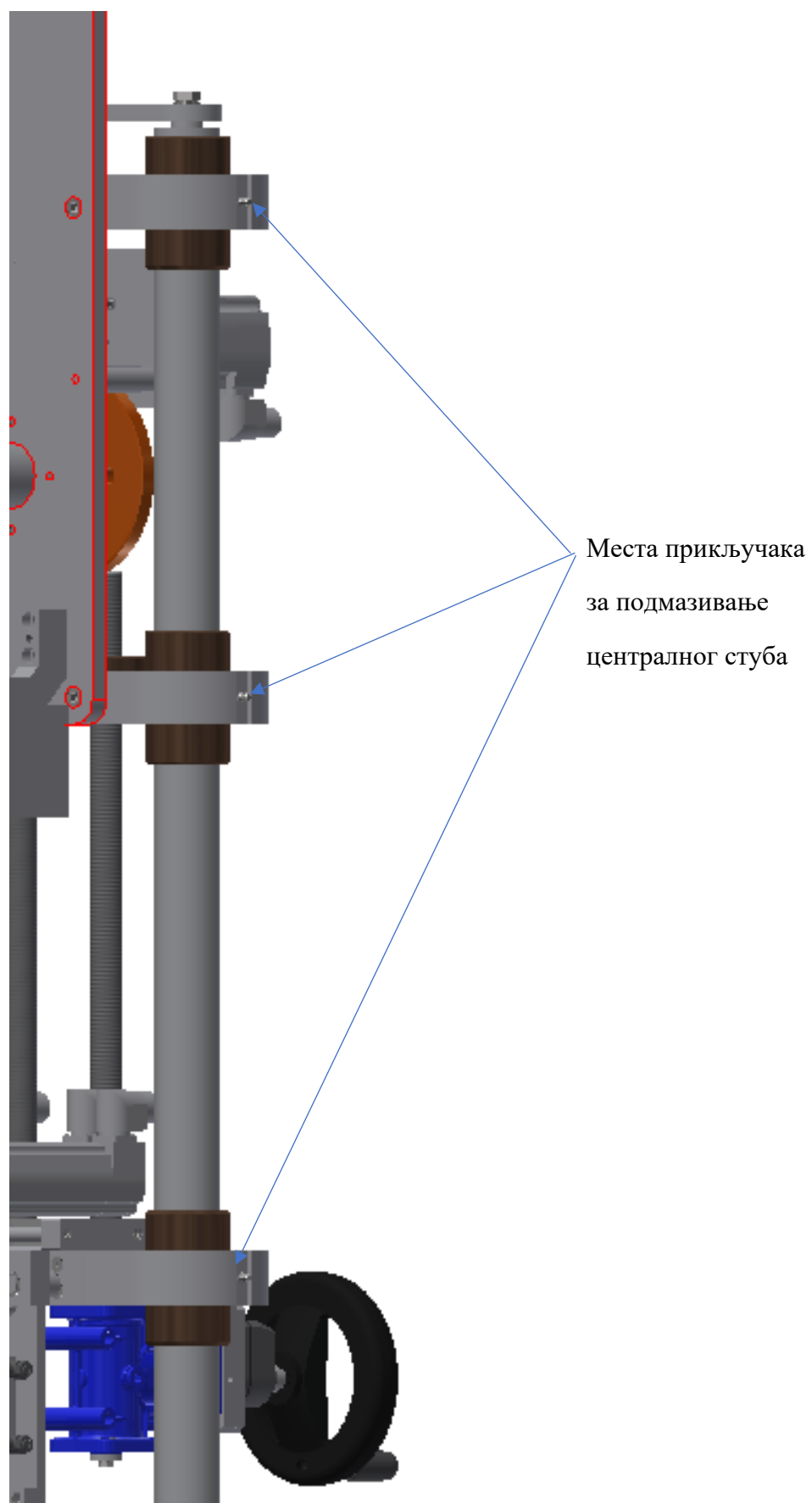
У циљу несметаног и поузданог рада, неопходно је да се машина редовно подмазује. Редовно подмазивање продужује радни век машине [10]. У прилогу се налазе слике на којима су приказана мазајућа места. Приказана су места на којима је потребно извршити подмазивање:

Подмазивање уводног пужа: Погон пужа се налази у унутрашњости костура, подмазивање се може вршити скидањем чеоне облоге где нам прикључак за подмазивање постаје доступан (слика 39). За подмазивање пужа се користи маст за подмазивање.



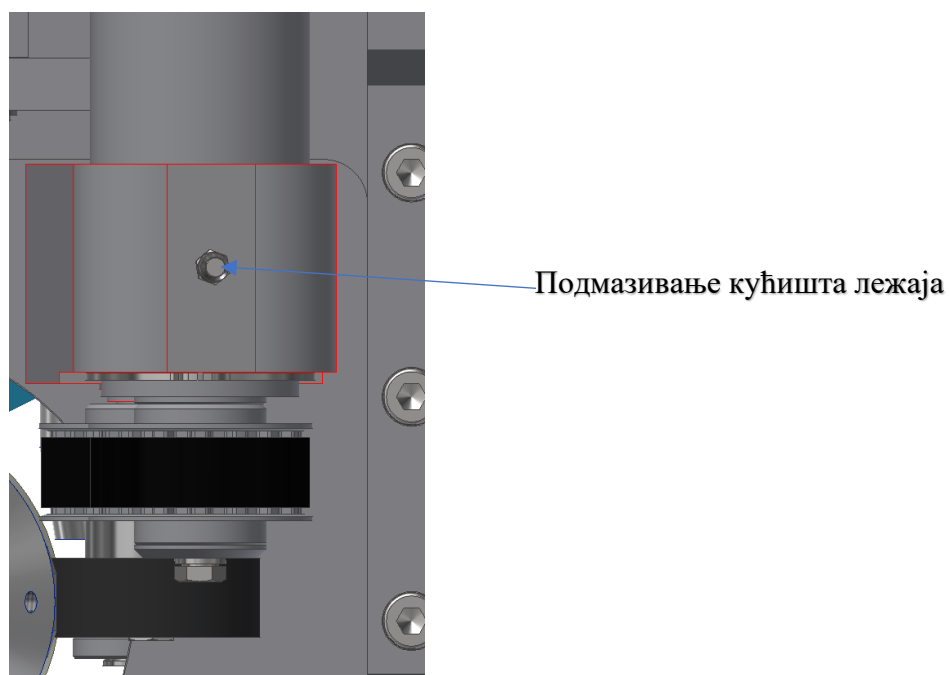
Слика 39. Подмазивање погона пужа

Подмазивање централног стуба: Подмазивање централног стуба врши се помоћу ручног апарата за подмазивање, препорука је да се подмазивање врши мастима. Већи број прикључака за подмазивање налази се на носећим плочама централног стуба (слика 40). Приликом подмазивања централног стуба потребно је подмазати и водеће чаура погонског мотора који врши превлачење фолије преко торпеда. Такође, приликом подмазивања треба проверити да ли су сва црева на централном стубу исправна, како не би дошло до одређеног губљења ваздуха и прекида у раду машине.



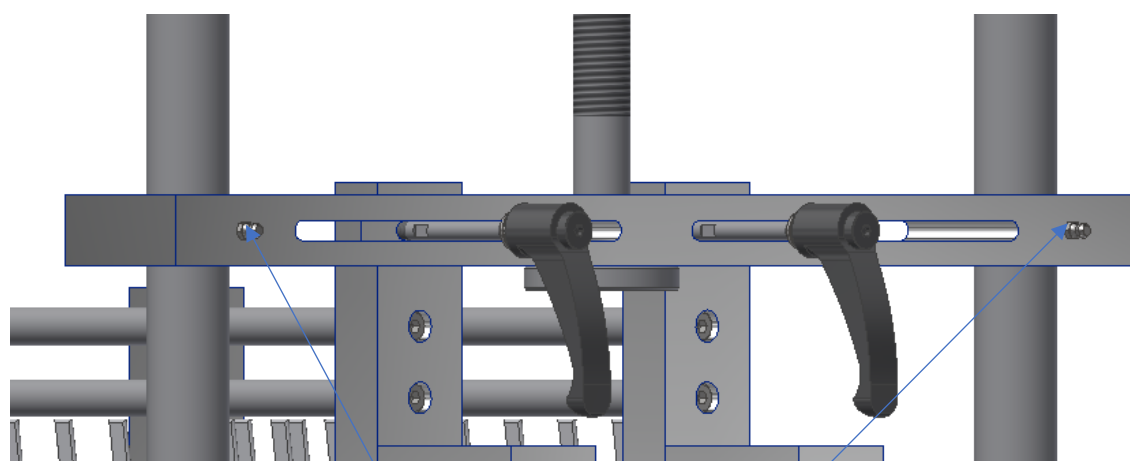
Слика 40. Подмазивање водећих чаура

Подмазивање кућишта лежајева погонских ваљака за транспорт фолије преко торпеда приказано је на слици 41.



Слика 41. Подмазивање кућишта лежаја

Подмазивање чаура на стубовима склопа за позиционирање етикете приказано је на слици 42.



Слика 42. Подмазивање чаура

Места за подмазивање

9. Закључак

Тема овог мастер рада је машина за наношење термоскупљајуће етикете. На почетку је описан развој конструисања, дат је кратак преглед историје развоја индустријског производа. Следећи део је посвећен моделу, моделирању и моделским формама. Кроз развој и дизајн производа описани су поступци који прате производ од идеје па све до појављивања на тржишту, што обухвата процес развоја, конструисања, моделирања, производње и појаве готовог производа. Данашњи приступ конструисању помоћу *CAD* система знатно олакшава конструктору и пружа му флексибилност у раду. Приликом конструисања конструктор није оптерећен котама и положајем дела у склопу. Ефекти примене *CAD* система огледају се у повећању ефективности, креативности и квалитета приликом стварања новог производа. Употреба *CAM* система у производњи повећава прецизност и број израђених комада у једној смени.

Применом принципа индустријског дизајна извршена је селекција и анализа доступних података са тржишта у циљу налажења најпогоднијег техничког решења. Постигнуто је побољшање у виду повећања функције машине, смањење масе, правилног одабира материјала, поштовање ергономских захтева корисника, повећање естетских захтева и безбедности у току употребе производа.

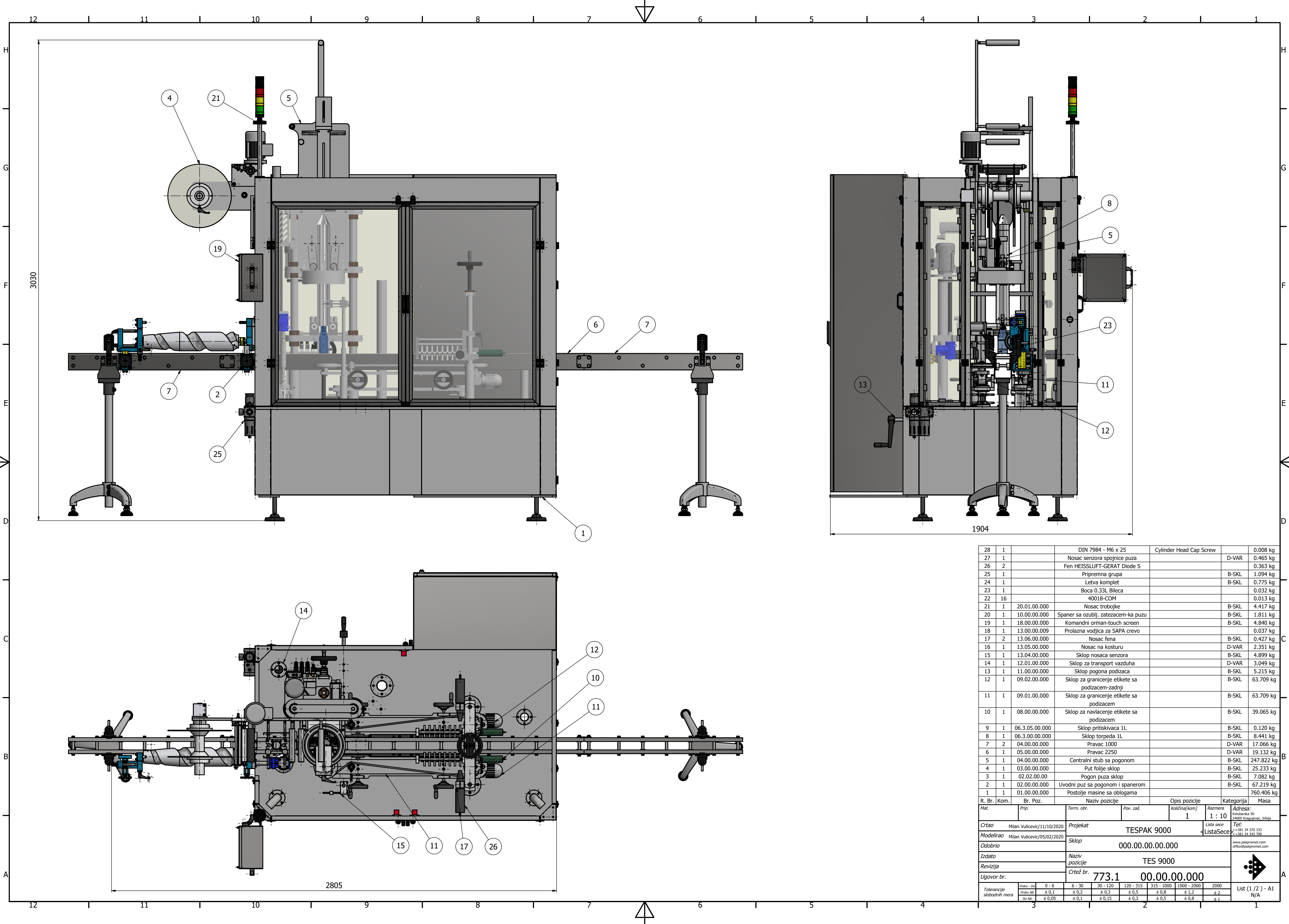
У даљем раду приказан је поступак моделирања машине за наношење термоскупљајуће етикете. Машина за наношење термоскупљајуће етикете представља неизоставну целину у линији за пуњење, затварање, етикетирање и збирно формирање пакета. Задатак рада био је моделирање и оцена машине за наношење термоскупљајуће етикете. У овом делу се говори о конструисању и начину израде, о форматима за које је машина намењена, улози склопова који врше наношење. Најчешће коришћени материјали у изради машине су нерђајући челик, алуминијум и пластика. Приликом конструисања машине коришћени су стандардни елементи што је доста смањило цену израде. Такође, током развоја остварена је сарадња са другим фирмама из области електронике у циљу правог одабира свих електро-енергетских компоненти. Описан је начин рада и начин подешавања склопова. Даље усавршавање и адаптација машине биће усмерена ка налажењу техничког решења при коришћењу боца од другог материјала, другог облика и запремине. Слични производи који се могу наћи на тржишту намењени су наношењу етикета на конзерве и тегле, са доста већим капацитетом.

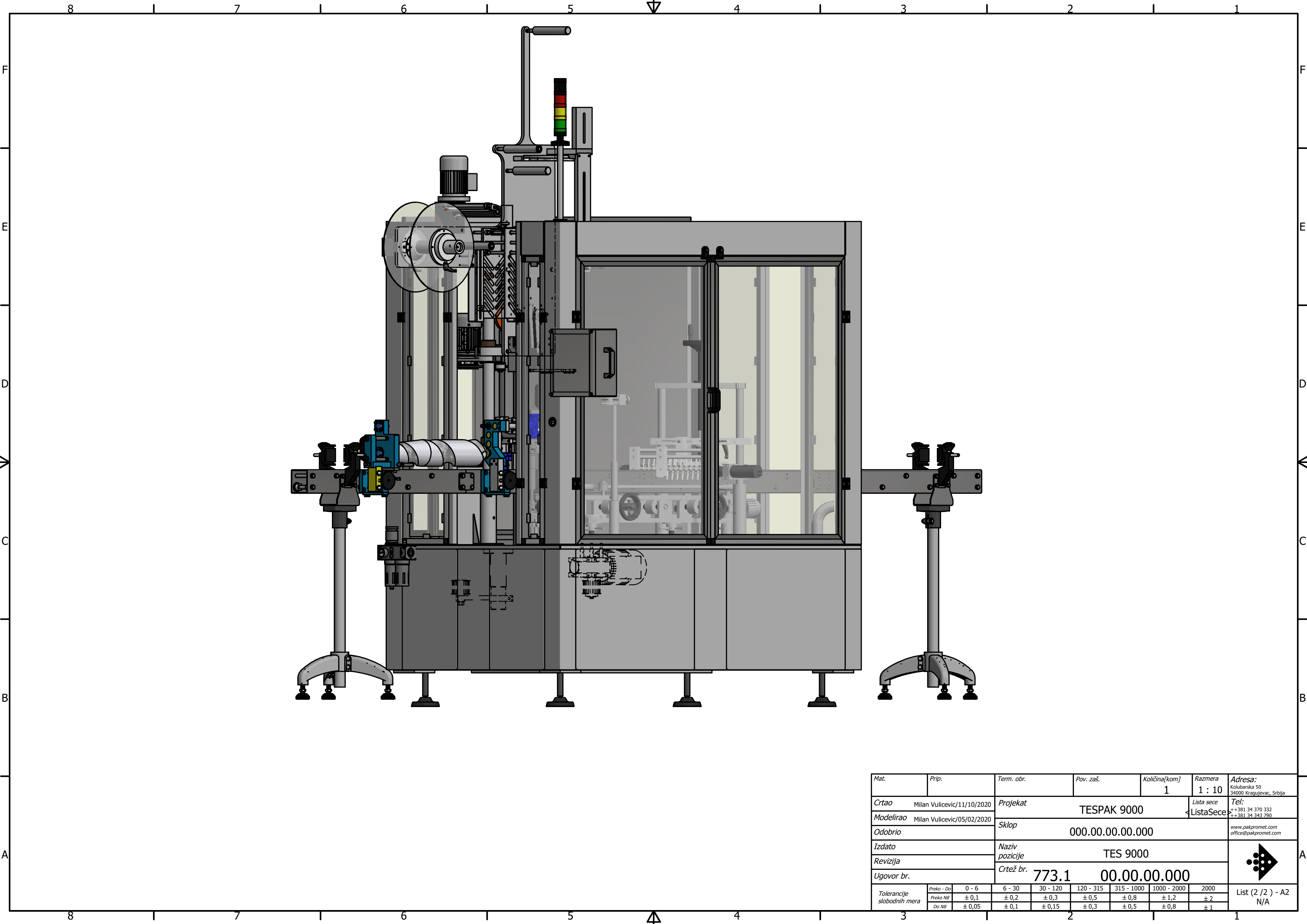
У савременој машиноградњи употреба *CAD/CAM* система има све већу примену, на првом месту због олакшаног приступа цртању, генерисању и чувању техничке документације, а потом производње и монтаже.

10. Прилог 1. Склопни цртеж машине

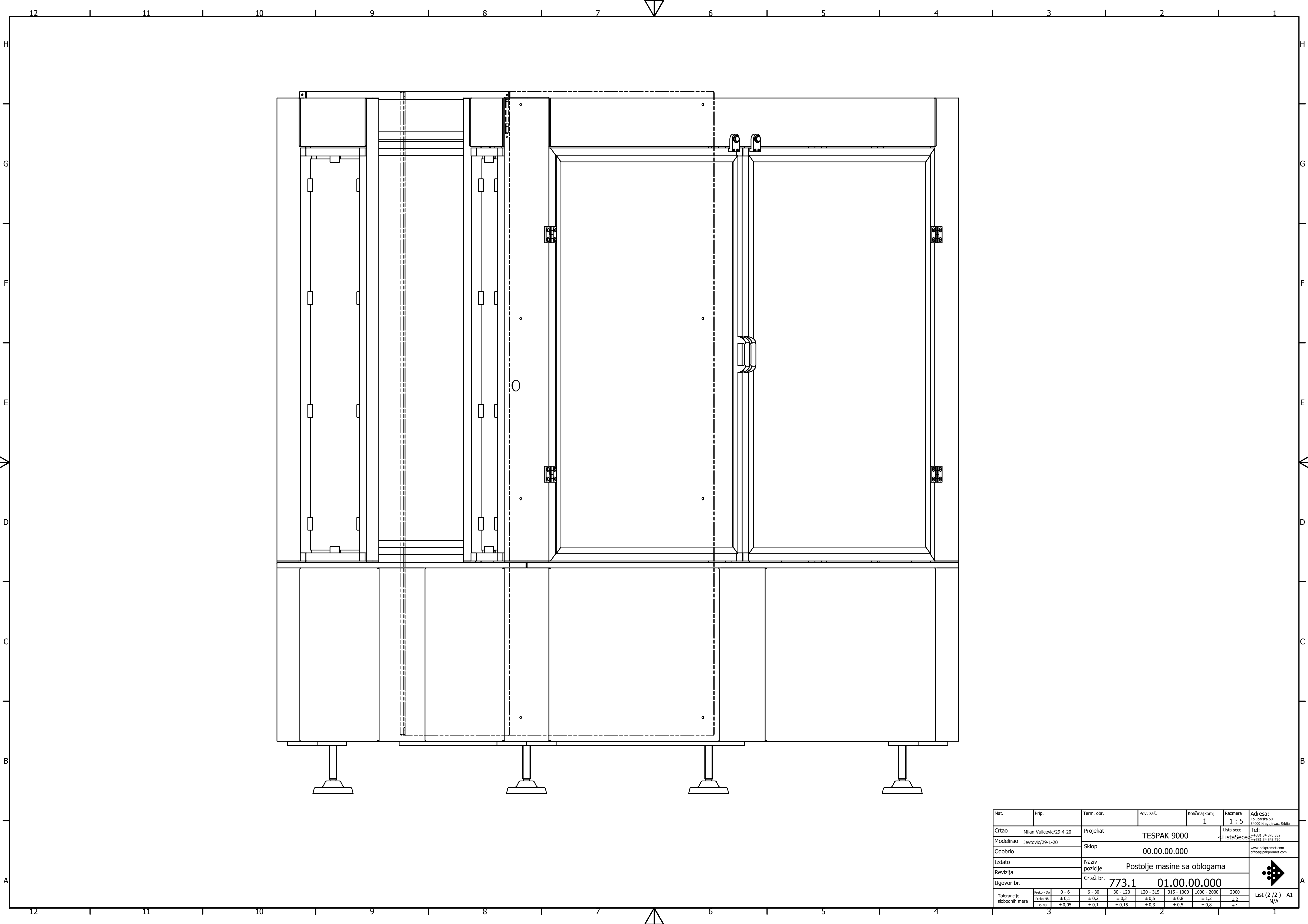
У прилогу 1 приказан је склопни цртеж машине са основним пројекцијама и изометријом, такође приложени су и цртежи подсклопова одабраних и одобрених од стране директора компаније Пак Промет:

- Тес 9000, основне пројекције и изометрија,
- Постоље машине приказано у изометрији,
- Рам постоља машине,
- Централни стуб са погоном,
- Пут фолије,
- Уводни пуж,
- Склоп за граничење доње позиције етикете,
- Нож за одсецање са носачем,
- Склоп погона подизача,
- Склоп торпеда 1 L, и
- Склоп торпеда, приказано у изометрији.

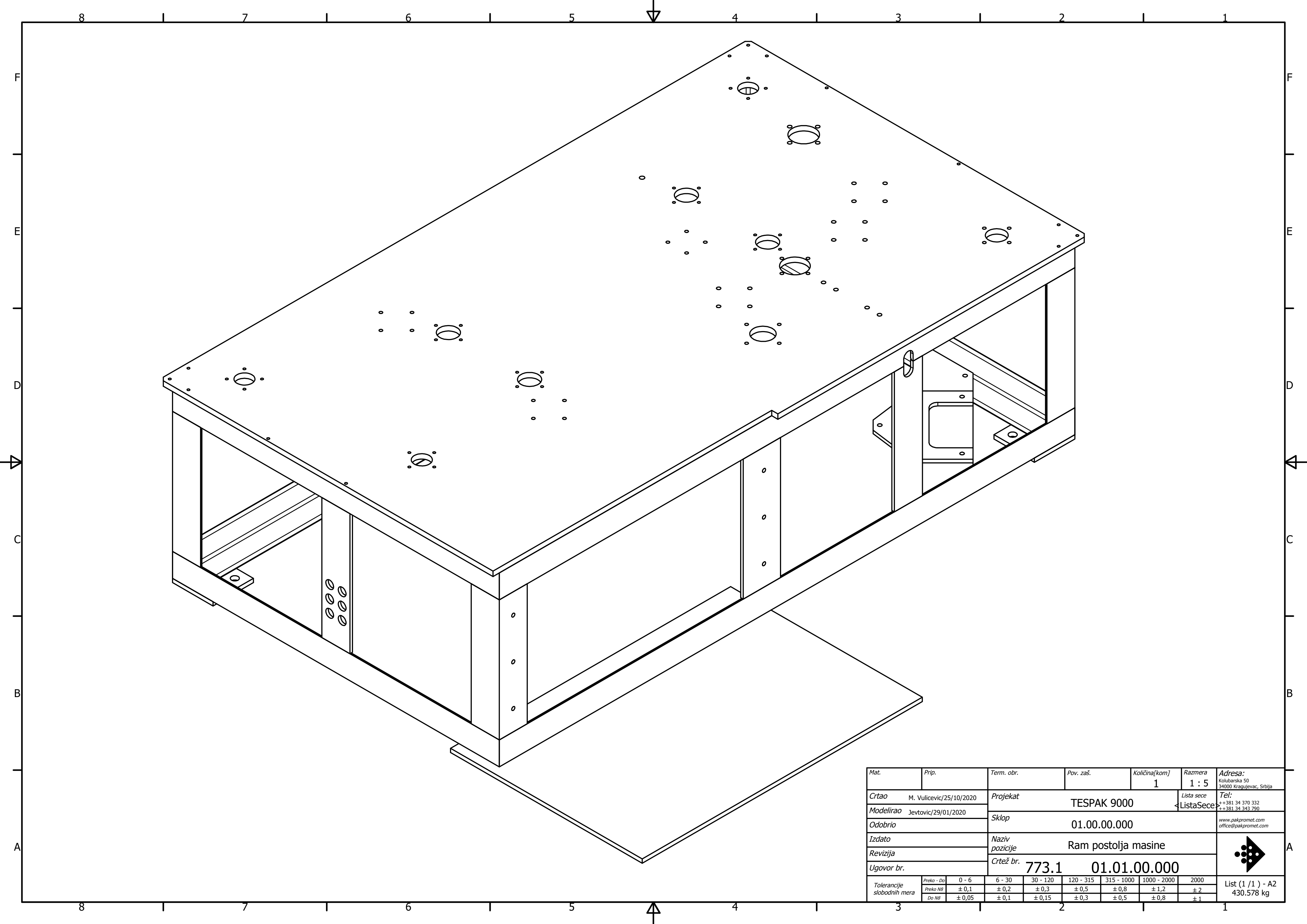


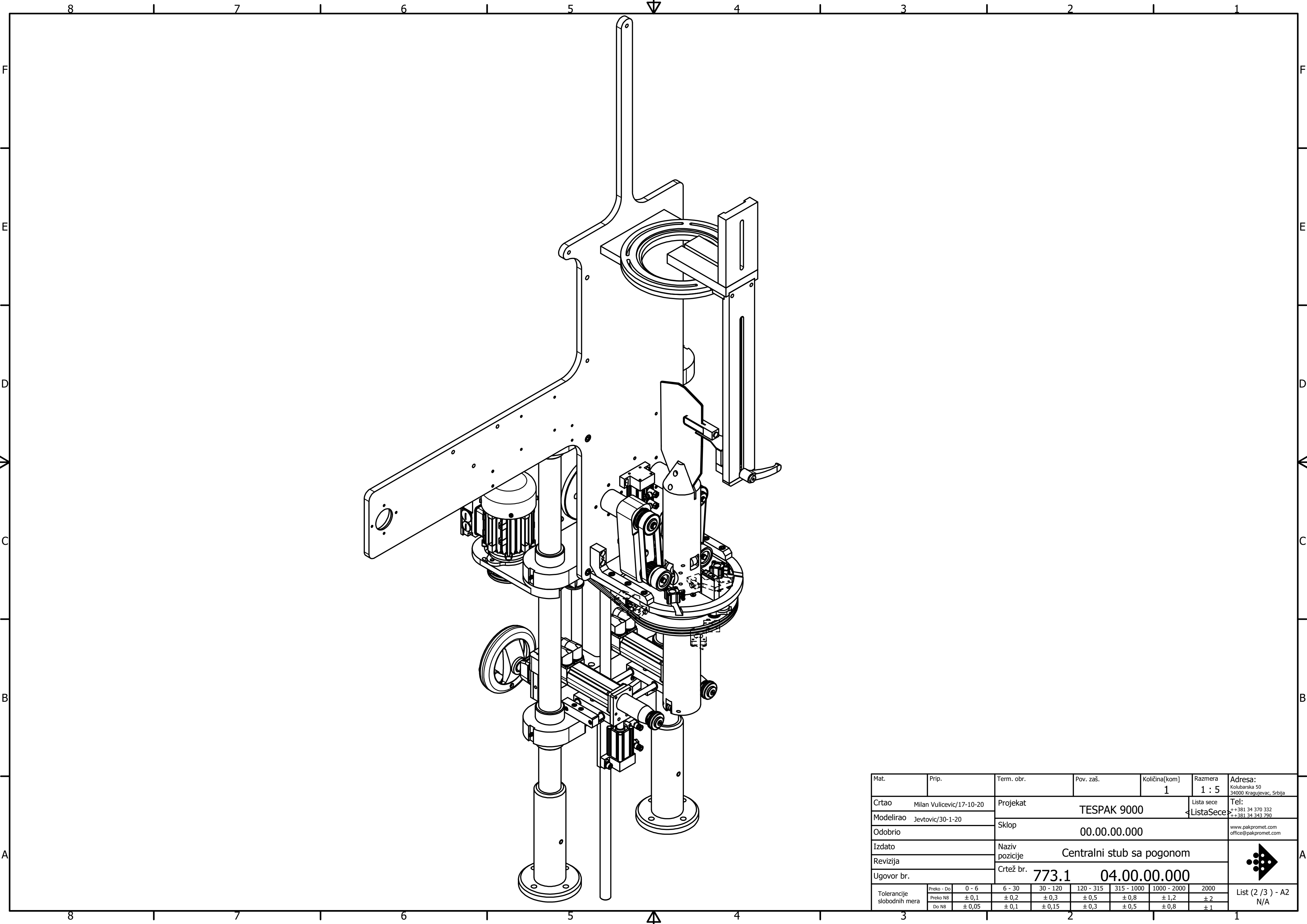


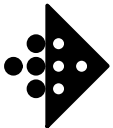
Mat.	Prip.	Term. obr.	Pov. zaš.	Količina[kom]	Razmera	Adresa:			
				1	1 : 10	Kolubarska 50 34000 Kragujevac, Srbija			
Crtao	Milan Vulicevic/11/10/2020	Projekat	TESPAK 9000			Tel:			
Modelirao	Milan Vulicevic/05/02/2020	Sklop				000.00.00.00.000	Lista sece ListaSece	++381 34 370 332 +381 34 343 790	
Odobrio						www.pakpromet.com office@pakpromet.com			
Izdato		Naziv	TES 9000						
Revizija		pozicije							
Ugovor br.		Crtež br.	773.1	00.00.00.000					
Tolerancije slobodnih mera	Preko - Do	0 - 6	6 - 30	30 - 120	120 - 315	315 - 1000	1000 - 2000	2000	List (2 / 2) - A2 N/A
	Preko N8	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	
	Do N8	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1	

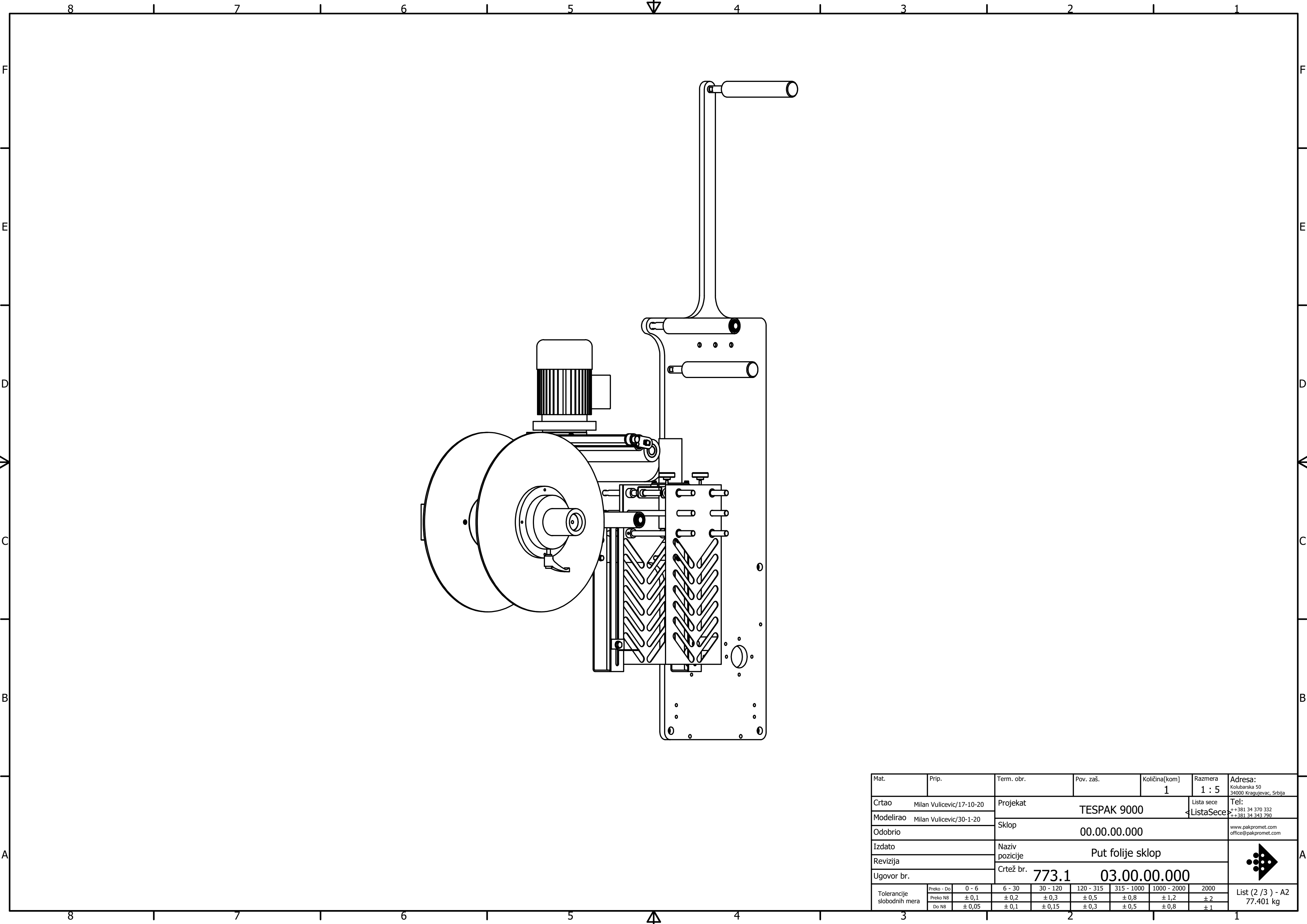


Mat.	Prip.	Term. obr.	Pov. zaš.	Količina[kom]	Razmera	Adresa:			
				1	1 : 5	Kolubarska 50 34000 Kragujevac, Srbija			
Crtao	Milan Vulicevic/29-4-20	Projekat	TESPAK 9000		Lista sece	Tel:			
Modelirao	Jevtovic/29-1-20				ListaSece	++381 34 370 332 ++381 34 343 790			
Odobrio		Sklop	00.00.00.000			www.pakpromet.com office@pakpromet.com			
Izdato		Naziv	Postolje masine sa oblogama						
Revizija		Pozicije							
		Crtež br.							
Ugovor br.			773.1 01.00.00.000						
Tolerancije slobodnih mera	Preko - Do	0 - 6	6 - 30	30 - 120	120 - 315	315 - 1000	1000 - 2000	2000	List (2 / 2) - A1 N/A
	Preko NB	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	
	Do NB	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1	
3		2		1					

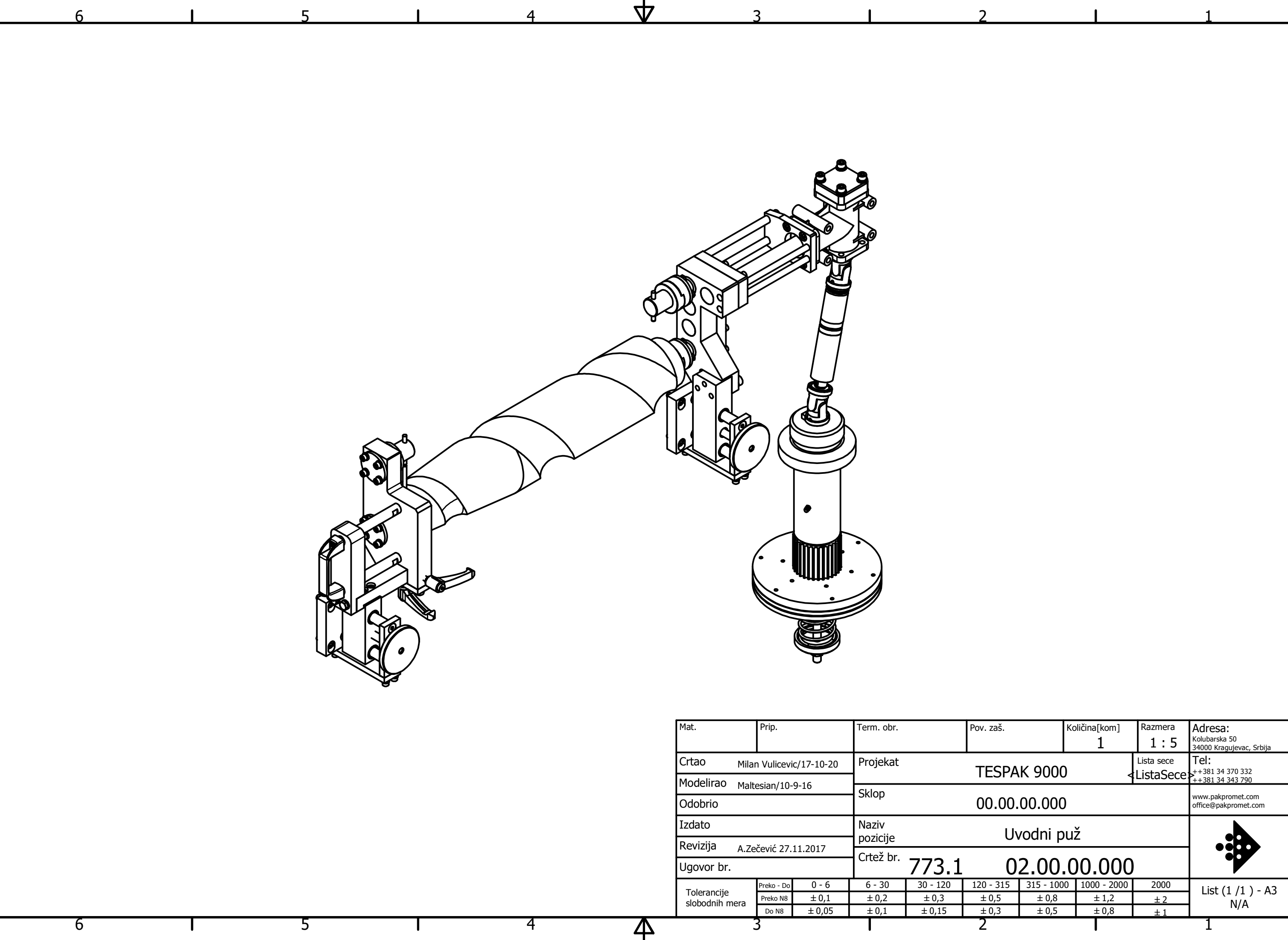




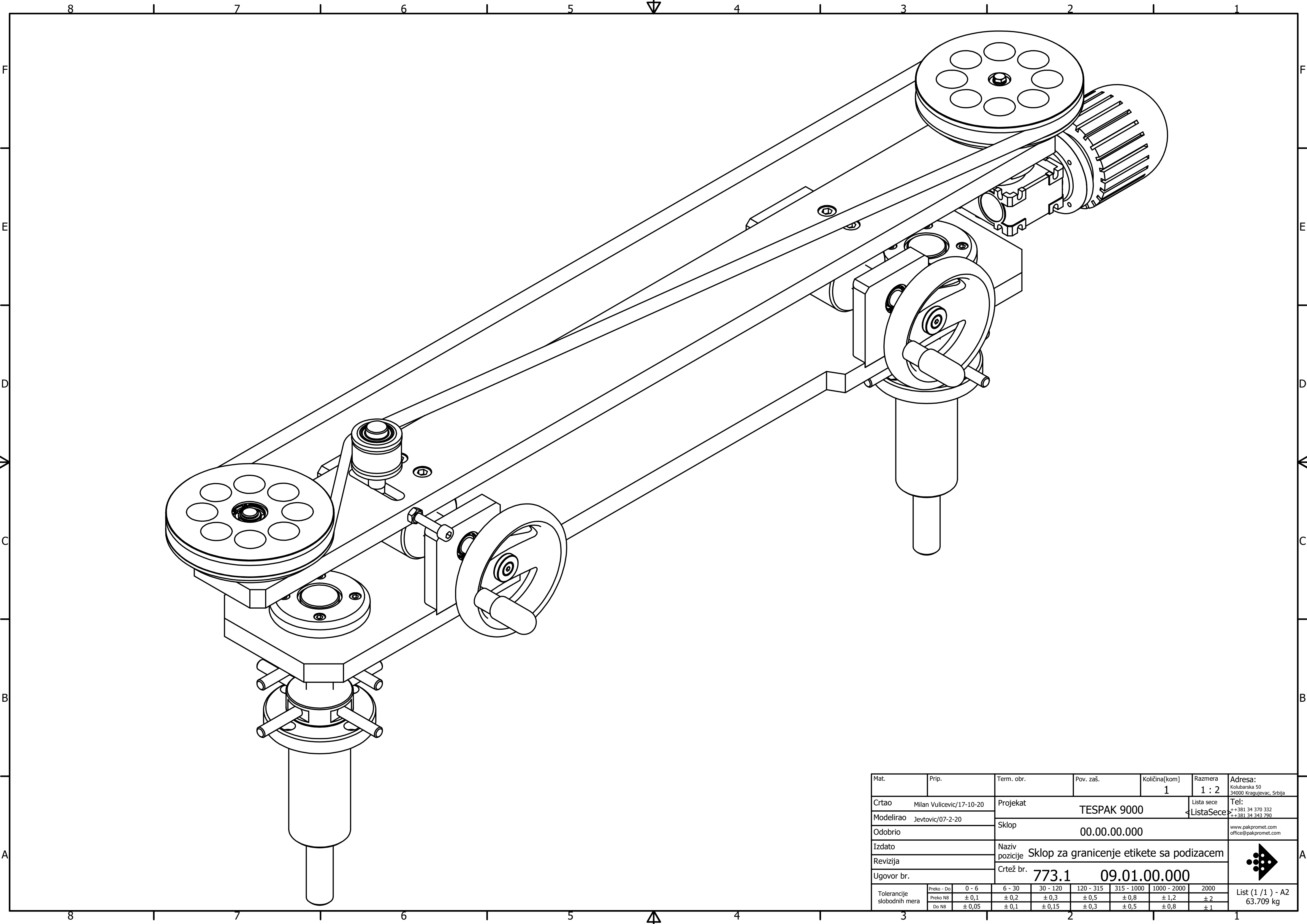
Mat.	Prip.	Term. obr.	Pov. zaš.	Količina[kom]	Razmera	Adresa:			
				1	1 : 5	Kolubarska 50 34000 Kragujevac, Srbija			
Crtao	Milan Vulicevic/17-10-20	Projekat	TESPAK 9000			Tel:			
Modelirao	Jevtovic/30-1-20	Sklop				00.00.00.000	00.00.00.000	+381 34 370 332 +381 34 343 790	
Odobrio						www.pakpromet.com office@pakpromet.com			
Izdato		Naziv pozicije	Centralni stub sa pogonom						
Revizija		Crtež br.	773.1 04.00.00.000						
Ugovor br.									
Tolerancije slobodnih mera	Preko - Do	0 - 6	6 - 30	30 - 120	120 - 315	315 - 1000	1000 - 2000	2000	List (2 / 3) - A2 N/A
	Preko N8	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	
	Do N8	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1	

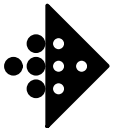


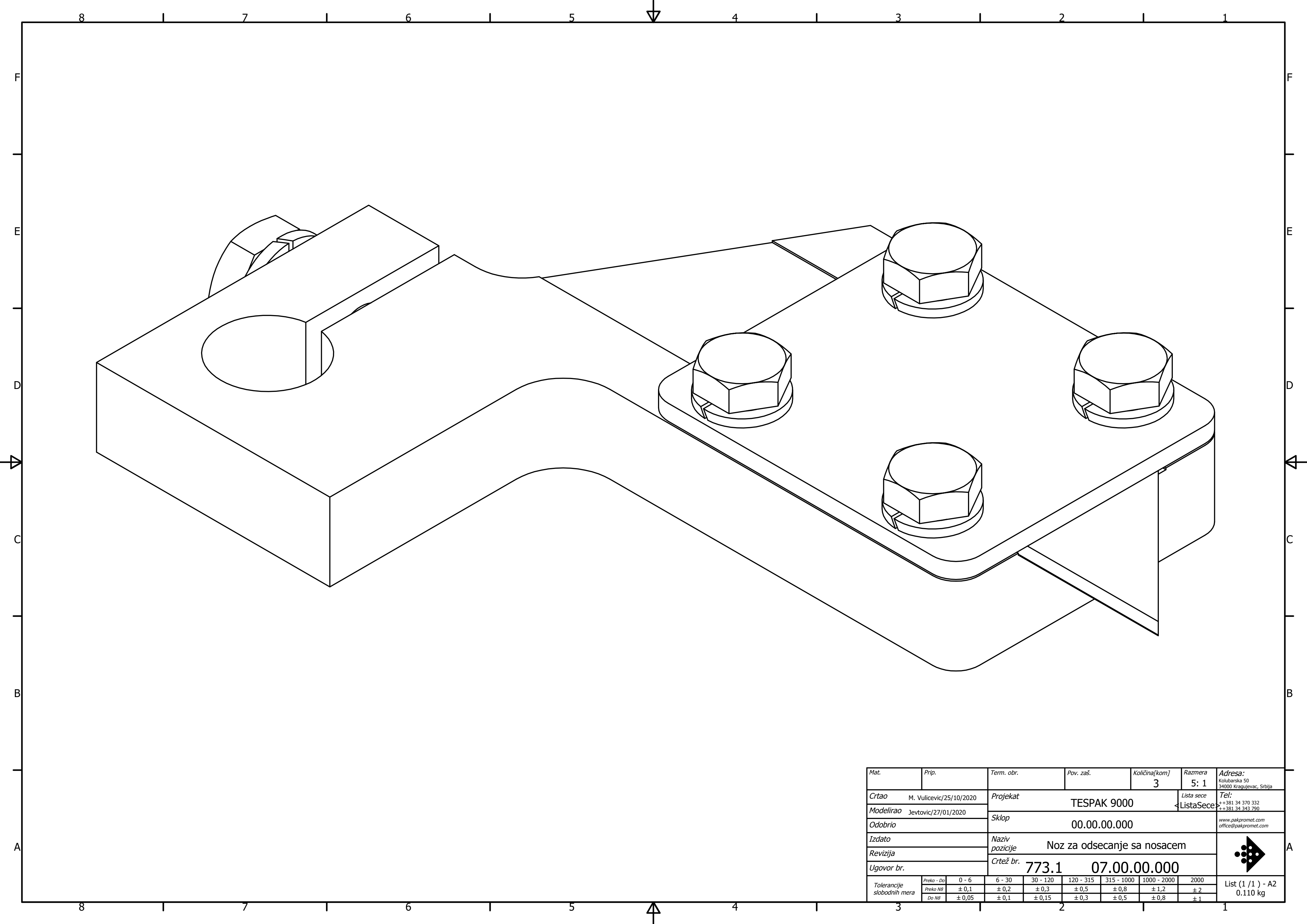
Mat.	Prip.	Term. obr.	Pov. zaš.	Količina[kom]	Razmera	Adresa:			
				1	1 : 5	Kolubarska 50 34000 Kragujevac, Srbija			
Crtao	Milan Vulicevic/17-10-20	Projekat	TESPAK 9000			Tel:			
Modelirao	Milan Vulicevic/30-1-20	Sklop				00.00.00.000	++381 34 370 332 +381 34 343 790		
Odobrio						www.pakpromet.com office@pakpromet.com			
Izdato		Naziv pozicije	Put folije sklop						
Revizija		Crtež br.	773.1 03.00.00.000						
Ugovor br.									
Tolerancije slobodnih mera	Preko - Do	0 - 6	6 - 30	30 - 120	120 - 315	315 - 1000	1000 - 2000	2000	List (2 / 3) - A2 77.401 kg
	Preko N8	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	
	Do N8	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1	

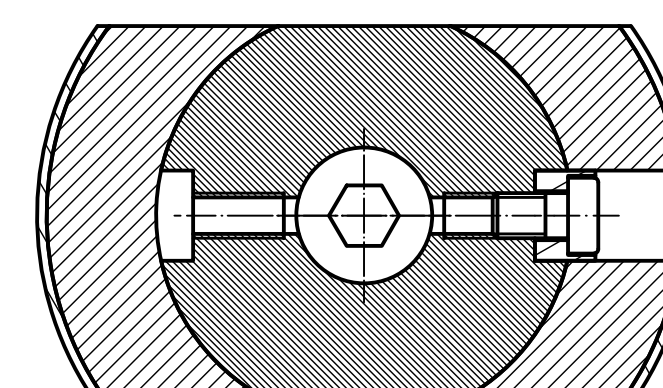
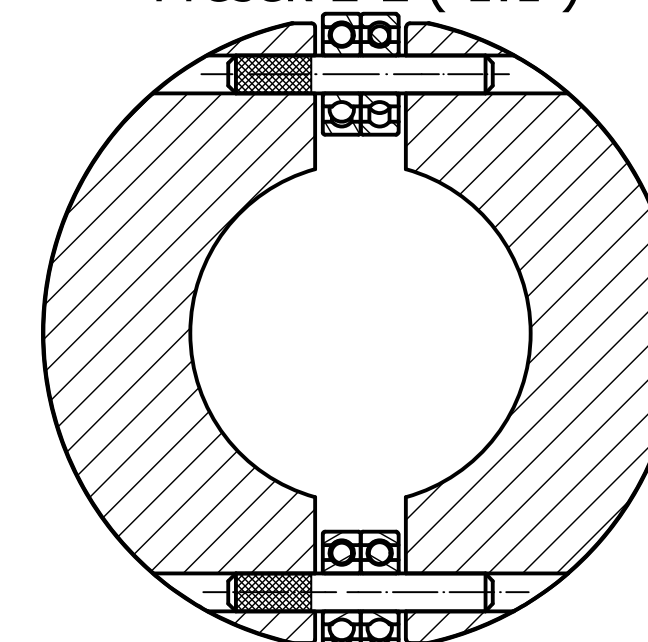
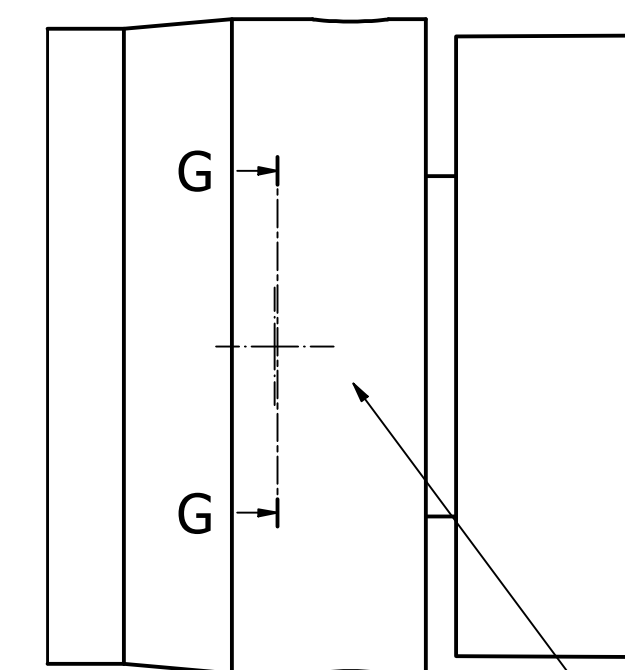
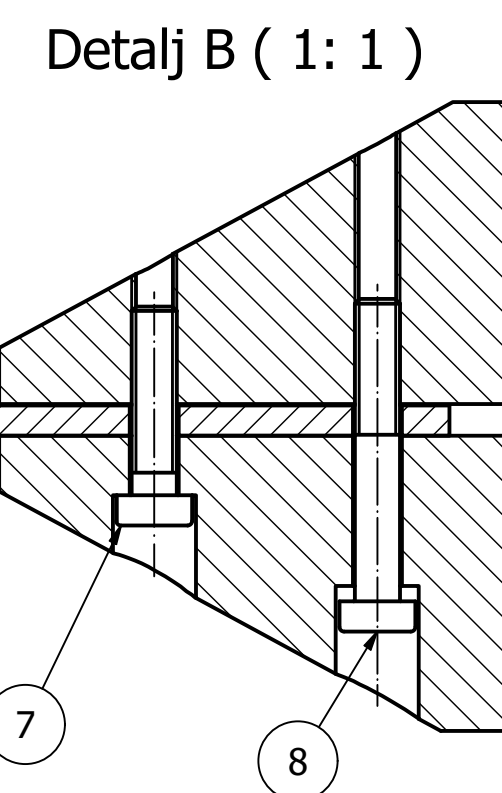
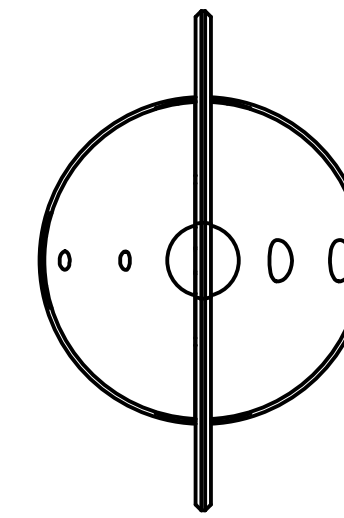


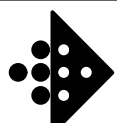
Mat.	Prip.	Term. obr.	Pov. zaš.	Količina[kom]	Razmera	Adresa:			
				1	1 : 5	Kolubarska 50 34000 Kragujevac, Srbija			
Crtao	Milan Vulicevic/17-10-20	Projekat				Lista sece	Tel:		
Modelirao	Maltesian/10-9-16	TESPAK 9000				ListaSece	++381 34 370 332 ++381 34 343 790		
Odobrio		Sklop					www.pakpromet.com office@pakpromet.com		
Izdato		Naziv							
Revizija	A.Zečević 27.11.2017	pozicije							
Ugovor br.		Uvodni puž							
		Crtež br.							
		773.1				02.00.00.000			
Tolerancije slobodnih mera	Preko - Do	0 - 6	6 - 30	30 - 120	120 - 315	315 - 1000	1000 - 2000	2000	List (1 / 1) - A3 N/A
	Preko N8	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	
	Do N8	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1	

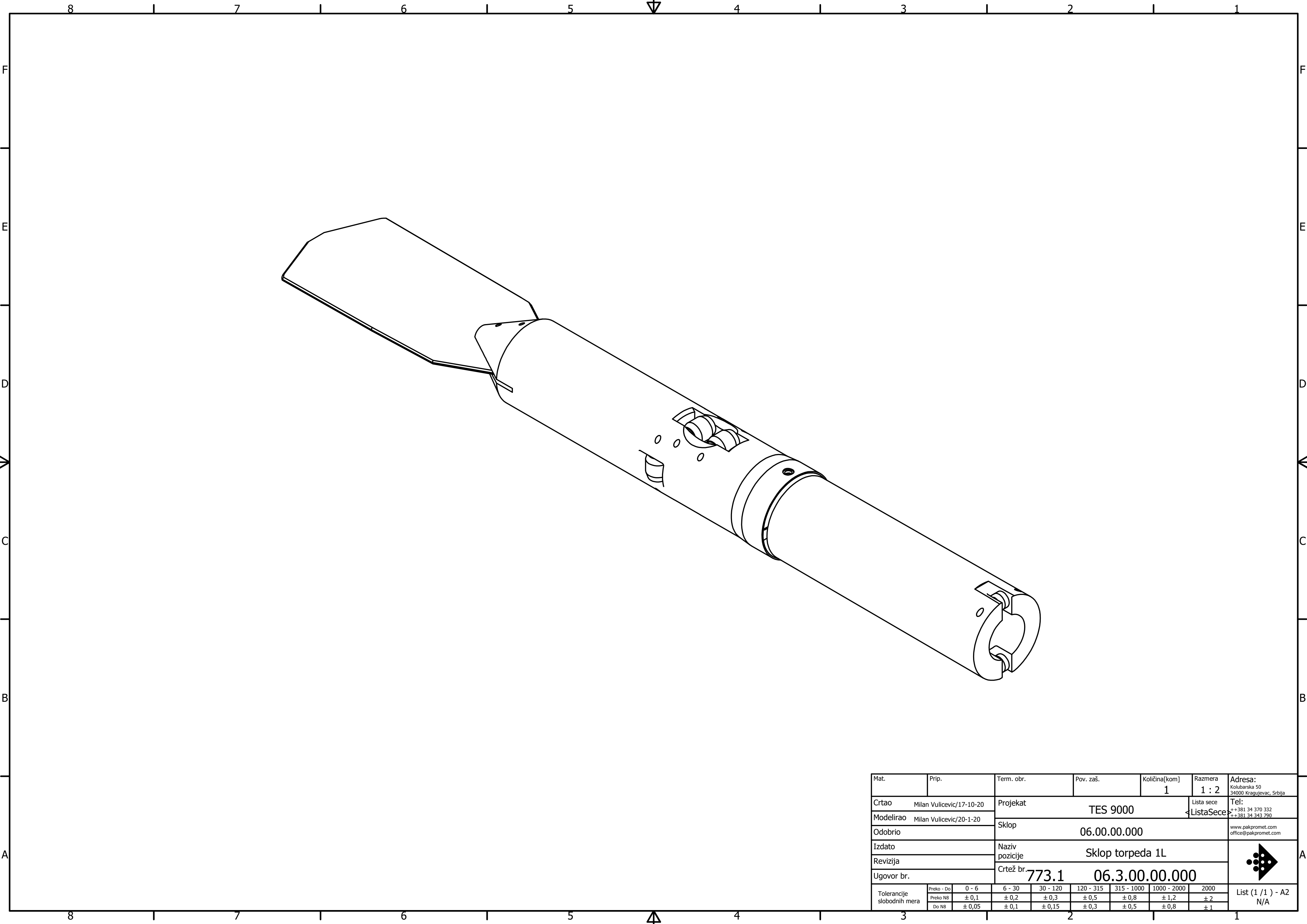


Mat.	Prip.	Term. obr.	Pov. zaš.	Količina[kom]	Razmera	Adresa:		
				1	1 : 2	Kolubarska 50 34000 Kragujevac, Srbija		
Crtao	Milan Vulicevic/17-10-20	Projekat	TESPAK 9000			Tel:		
Modelirao	Jevtovic/07-2-20	Sklop				00.00.00.000	Lista sece ListaSece	++381 34 370 332 ++381 34 343 790
Odobrio						www.pakpromet.com office@pakpromet.com		
Izdato		Naziv	Sklop za granicenje etikete sa podizacem					
Revizija		pozicije						
Ugovor br.		Crtež br.	773.1 09.01.00.000					
Tolerancije slobodnih mera	Preko - Do	0 - 6	6 - 30	30 - 120	120 - 315		315 - 1000	1000 - 2000
	Preko N8	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2
	Do N8	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1
						List (1 / 1) - A2 63.709 kg		





10	2		DIN 625 SKF - SKF 625	Single row ball bearings SKF	0.005 kg				
9	2		DIN 913 - M8 x 12	Hexagon Socket Set Screw	0.004 kg				
8	1		DIN 7984 - M6 x 40	Cylinder Head Cap Screw	0.011 kg				
7	1		DIN 7984 - M6 x 25	Cylinder Head Cap Screw	0.008 kg				
6	1	06.3.00.00.006	Plastika torpeda		0.018 kg				
5	6	06.3.00.00.005	Valjalk torpeda		0.050 kg				
4	6	06.3.00.00.004	Civlja za pozicioniranje lezajeva na torpedu 1L		0.005 kg				
3	1	06.3.00.00.003	Pero torpeda 1L		0.337 kg				
2	1	06.3.00.00.002	Torpeda 1L		3.536 kg				
1	1	06.3.01.00.000	Donji deo torpeda sklop		B-SKL 4.134 kg				
R. Br.	Kom.	Br. Poz.	Naziv pozicije		Opis pozicije	Kategorija	Masa		
Mat.	Prip.		Term. obr.	Rov. zaš.	Količina(kom/)	Razmera	Adresa:		
					1	1:2	Kulbaraka 50 34000 Kragujevac, Srbija		
Crtao	Ivana Bogicevic/03/08/2020		Projekat	TES 9000		Lista sece	Tel:		
Modelirao	Milan Vulicevic/20/01/2020		Sklop	06.00.00.000		ListaSece	+381 34 370 332 +381 34 343 790		
Odobrio							www.pakromet.com office@pakromet.com		
Izdato			Naziv pozicije	Sklop torpeda 1L					
Revizija			Crtež br.	773.1					
Ugovor br.					06.3.00.00.000				
Tolerancije slobodnih mera	Preko - do	0 - 6 ± 0,1 do 180 ± 0,05	6 - 30 ± 0,2 ± 0,1	30 - 120 ± 0,3 ± 0,15	120 - 315 ± 0,5 ± 0,3	315 - 1000 ± 0,8 ± 0,5	1000 - 2000 ± 1,2 ± 0,8	2000 ± 2 ± 1	List (1 / 1) - A1 N/A



Mat.	Prip.	Term. obr.	Pov. zaš.	Količina[kom]	Razmera	Adresa:			
				1	1 : 2	Kolubarska 50 34000 Kragujevac, Srbija			
Crtao	Milan Vulicevic/17-10-20	Projekat	TES 9000			Tel:			
Modelirao	Milan Vulicevic/20-1-20	Sklop	06.00.00.000			++381 34 370 332 ++381 34 343 790			
Odobrio						www.pakpromet.com office@pakpromet.com			
Izdato		Naziv	Sklop torpeda 1L						
Revizija		Crtež br.	773.1 06.3.00.00.000						
Ugovor br.									
Tolerancije slobodnih mera	Preko - Do	0 - 6	6 - 30	30 - 120	120 - 315	315 - 1000	1000 - 2000	2000	List (1 / 1) - A2 N/A
	Preko N8	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	
	Do N8	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1	

11. Литература:

- [1] С. Јовичић и Н. Марјановић, Основи конструисања, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, САД лабораторија: Крагујевац, 2011.
- [2] Г. Девеџић, САД/САМ технологије, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу: Крагујевац, 2009.
- [3] Л. Ивановић, С. Кузмановић, М. Вереш, М. Рацков и Б. Марковић, Индустрijски дизајн, Факултет инжењерских наука Универзитет у Крагујевцу: Крагујевац, 2015.
- [4] Г. Девеџић, С. Ђуковић, С. Петровић и Ј. Максић, 3D Моделирање производа, Факултет инжењерских наука Универзитет у Крагујевцу: Крагујевац, 2016.
- [5] AUTODESK, „AUTODESK,“ AUTODESK, [На мрежи]. Available: <https://www.autodesk.com/>. [Последњи приступ 11 10 2020].
- [6] E. STANDARD, „EUROPEAN STANDARD,“ <https://www.en-standard.eu/>. [Последњи приступ 18 11 2020].
- [7] В. Николић, Машински елементи, Факултет инжењерских наука Универзитет у Крагујевцу: Крагујевац, 2004.
- [8] М. Маркуш, „Индустријска пнеуматика, Машински факултет Универзитета у Подгорици, Подгорица, 2017.
- [9] S. Automation, „Stasto,“ <https://www.stasto.eu>. [Последњи приступ 18 11 2020].
- [10] Р. Глигорић, Машински елементи, Пољопривредни факултет Универзитета у Новом Саду: Нови Сад, 2015.