

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Примена рачунара у развоју производа

Број индекса: 337/2014

Војислав Н. Лукић
Конструисање и визуелизација РС рачунара
у CAD софтверу
мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. **Др Ненад Марјановић, ред. проф. - ментор**

2. _____

3. _____

Датум
одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да осмисли идејно и реализује конструктивно решење кућишта персоналног рачунара, са аспекта већег броја критеријума, уз визуелизацију свих припадајућих компоненти, смештених у кућишту.

Препоручена литература:

- [1] Waguespack C.: Mastering Autodesk® Inventor® 2015 and Autodesk® Inventor LT™ 2015, John Wiley & Sons, ISBN: 978-1-118-91006-1, 2014.
- [2] Chang K. H.: Product Design Modeling using CAD/CAE, Academic Press, ISBN: 978-0-12-398513-2, 2014.

Крагујевац, 22.02.2016.

ментор:
Др Ненад Марјановић, ред. проф.

Резиме

У овом раду дат је преглед свих виталних делова персоналних рачунара, уз посебан осврт на њихове карактеристике које директно утичу и условљавају конструкцију кућишта. Извршен је избор критеријума (механички, термички, функционални, ергономски, естетски, економски) који воде ка конкретној конструкцији кућишта. На крају дато је идејно и конструкционо решење кућишта персоналног рачунара које је оригинално и засновано на основним критеријумима коректног и поузданог функционисања свих припадајућих компоненти рачунара.

Кључне речи: Персонални рачунар, конструкција, кућиште

Abstract

In the paper, a general overview of all vital components of personal computers is presented, with a particular focus on their characteristics that directly affect the construction of the case. A selection of criteria was carried out (mechanical, thermal, functional, ergonomic, aesthetical, economical) which result in the construction of the case. At the end a conceptual solution of a case for a personal computer was given which is based on basic criteria of reliable function of all components.

Key words: Personal Computer, Case, Construction

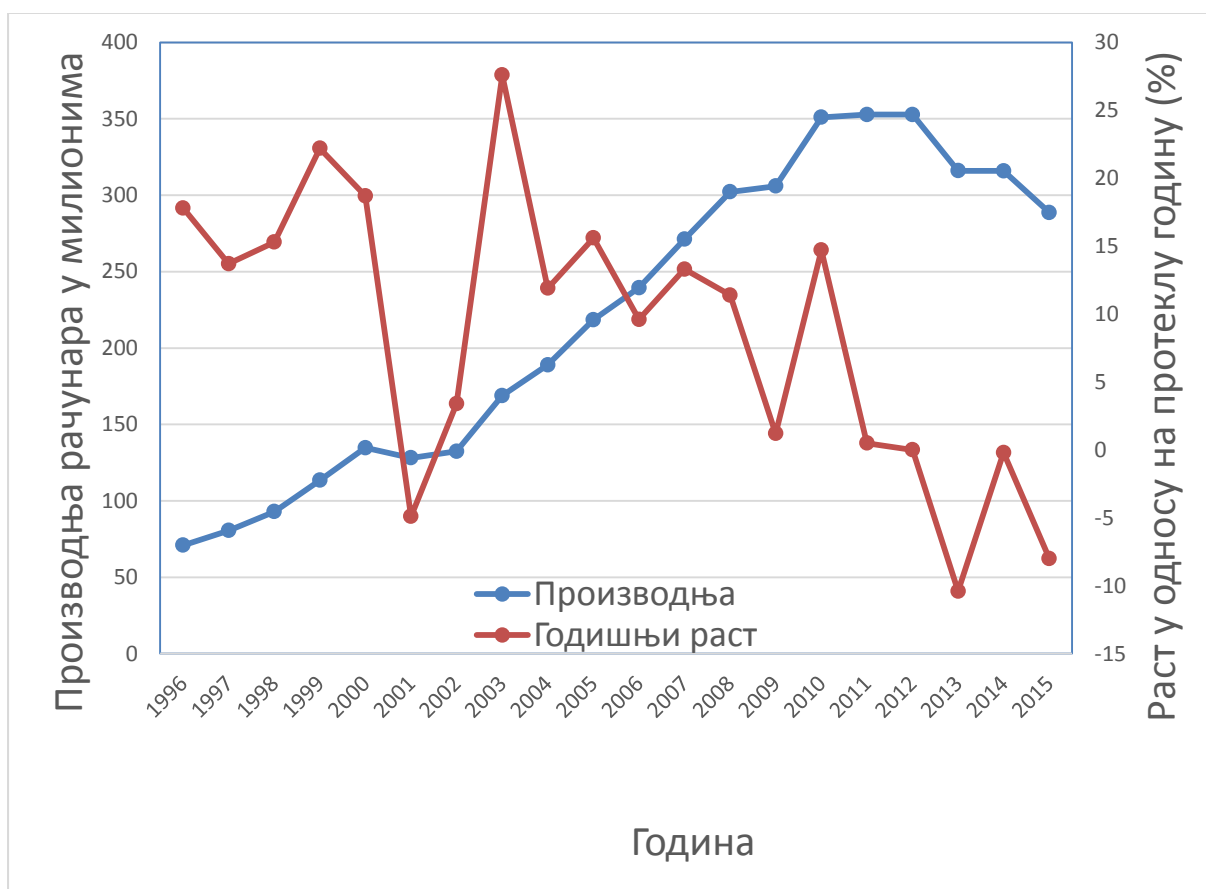
САДРЖАЈ

САДРЖАЈ	V
1 УВОД	1
2 СТРУКТУРА РАЧУНАРА.....	3
2.1 Хардвер.....	3
2.2 Софтвер.....	4
2.3 Кућиште	4
2.4 Матична плоча (Motherboard)	6
2.5 Централна процесорска јединица (CPU - Central Processing Unit) (Процесор)	10
2.6 Оперативна (радна) меморија (RAM – Random Access Memory)	13
2.7 Унутрашњи уређаји за чување података (Hard Drive - HDD, Solid State Drive - SSD)	14
2.8 Графичке картице (GPU - Graphics Processing Unit)	17
2.9 Напајање (power supply unit - psu)	22
2.10 Додатни вентилатори.....	25
3 РАСПОРЕД КОМПОНЕНТИ У КЛАСИЧНОМ КУЋИШТУ	28
3.1 Положај матичне плоче	28
3.2 Положај напајања	29
3.3 Положај кавеза за 3.5“ и 5.25“ уређаје	29
4 ПРОЈЕКТНИ ЗАХТЕВИ	30
5 КОНЦЕПТ КУЋИШТА.....	33
6 ЗАКЉУЧАК	45
7 ЛИТЕРАТУРА.....	46
8 ПРИЛОГ.....	47
8.1 Техничка документација.....	47

1 УВОД

Ниједна револуција у историји човечанства није уздрмала свет тако снажно и тако брзо, као што је то урадила и још увек ради, информациона револуција. Одмах после Другог светског рата почињу да се развијају машине засноване на бинарном коду и дигиталном сигналу, а које су прилагођене коришћењу једног корисника. То је био зачетак развоја персоналних рачунара (ENIAC, 1946.). Поменути развој је за садашње схватање света рачунара ишао релативно споро али су се већ почетком 80тих година прошлог века појавили неки модели персоналних рачунара (PC), који су имали већину особина које их карактеришу као персонални: били су то модели за масовну производњу, прилагођени једном кориснику, уз сасвим прихватљиву цену коштања (ZX Spectrum, Commodore 64, NEC PC-98, Amiga 1000, ...). Модели персоналних рачунара тих година су били у могућности да покрену одређене апликације, да омогуће кориснику креативност (програмирање), забаву али нису били у стању са се међусобно повежу ради брзе размене информација.

Паралелно са развојем персоналних рачунара, крајем 60тих година прошлог века појављује се модел умрежавања рачунара (ARPANET), који убрзо прераста у глобалну мрежу за размену информација, Интернет. Половином 90тих година прошлог века број корисника Интернета доживљава праву експлозију у САД, а неколико година касније и у целом свету. Масовно коришћење Интернета, даје снажан замах производњи персоналних рачунара на прелазу у нови век.



Слика 1.1 Производња персоналних рачунара у свету и годишње стопе раста

На слици 1.1 је приказана производња персоналних рачунара у свету (ограничено на desktop, laptop и netbook рачунаре), од 1996. до 2015. године са годишњим растом производње.

Са слике 1.1 се види снажан раст производње персоналних рачунара са развојем Интернета. Последњих година производња персоналних рачунара се приближно креће између 300 и 350 милиона комада, с тим да је последње 2-3 године забележено засићење тржишта и пад производње.

Машински инжењери у информационој револуцији немају водећу улогу али могу знатно допринети развоју сваког од виталних и пратећих делова персоналног рачунара. Незаобилазни део сваког РСa је његово кућиште где машински инжењер има свакако већи утицај на његов дизајн од, у овој сфери доминантних инжењера електротехнике. За милијарду и по персоналних рачунара, произведених у протеклих пет година, потребно је израдити исто толико кућишта, различите намене и конструкције.

За израду већине техничких производа широке потрошње, потребно је задовољити низ критеријума, од којих многи нису техничке природе. Производ треба да буде функционалан, сигуран, поуздан (или поуздан само до истека гарантног рока), ергономски дизајниран, нешкодљив по околину, јефтин, погодан за масовну производњу, што једноставнији, лако одржаван, естетски привлачан циљној групи потрошача, ... Већину ових критеријума треба да задовољи и персонални рачунар, односно његови витални делови, свакако и кућиште. Што се тиче естетске привлачности, што се тиче РСa, то се пре свега односи на делове видљиве кориснику, углавном монитор и кућиште.

Предмет овог рада је конструисање и визуелизација персоналног рачунара. У раду ће, поред визуелизације, посебно бити посвећена пажња конструкцији кућишта, где машински инжењер може да покаже креативност и знање без превеликог утицаја сфере електротехнике.

2 СТРУКТУРА РАЧУНАРА

Компјутер (*computer*) или рачунар је уређај који може да прихвати и упамти податке и инструкције са којима може да изврши дуг, сложен и понављајући низ операција с подацима, а резултате рачунања непосредно прикаже или сачува за будућу употребу.

Сваки рачунар се састоји из два битна дела: техничког и програмског. Технички део рачунара или хардвер (*hardware*) обухвата материјалне компоненте и састоји се од низа уређаја, чији су рад и функције међусобно усклађени. На Слика 2.1 приказана је структура рачунара.



Слика 2.1 Структура рачунара

2 . 1 ХАРДВЕР

Рачунар се састоји од основних компоненти: централног процесора, уређаја секундарне меморије и улазно-излазних уређаја.

Централни процесор или скраћено процесор извршава управљачке задатке и операције са подацима. Састоји се од управљачке јединице, аритметичко-логичке јединице и радне меморије.

Управљачка или контролна јединица надгледа и усклађује функционисање свих компоненти и рачунара као целине. При извршавању програмских инструкција она укључује у рад остале јединице и уређаје, у складу са израженим захтевима. Аритметичко-логичка јединица извршава основне аритметичке и логичке операције с подацима: сабирање, одузимање, множење, дељење и поређење вредности. Сложеније операције изражене у програму извршавају се претходним разлагањем на скуп основних аритметичких и логичких операција.

Радна (примарна или главна) меморија је део централног процесора и служи за чување програмских инструкција и података за текућу употребу. Радна меморија се

састоји од великог броја ћелија, флип-флопова. Битна карактеристика ове меморије је велика брзина приступа свакој адреси и велика брзина читања и писања података и инструкција. Осим тога, сви подаци са којима програм ради настају по активирању програма и губе се са окончањем програма, као и сам извршни програм. Ако подаци и програми желе да се сачувају за неку будућу употребу морају се сачувати у секундарној (спољашњој периферној, споредној) меморији.

Секундарну меморију сачињавају магнетски уређаји, чији је капацитет вишеструко већи од капацитета примарне меморије и служе за трајно чување потребних података. Приступ подацима је дискретни. Једном уписани подаци могу се обрисати или заменити другим подацима, па се магнетски медији могу вишеструко употребљавати. Међутим, време приступа подацима на секундарној меморији је знатно дуже од времена приступа примарној меморији.

Улазни и излазни уређаји омогућавају комуникацију са рачунаром: уношење, читање, уписивање и приказ података и програма. Они омогућују пренос и размену података и програма између спољашње околине и рачунара.

Под појмом „улаз“ подразумева се уношење или читање података с улазног уређаја у примарну или секундарну меморију, а појам излаз означава изношење-исписивање резултата обраде из меморије на излазни уређај и приказ тих резултата на неком излазном медију (екран, папир, ...).

2 . 2 СОФТВЕР

Хардвер рачунара може извршити улазне, рачунске и излазне операције. Софтвер рачунара одређује које ће се операције извршити и којим редоследом. На рачунару се разликују две врсте софтвера: системски и апликативни.

Системски софтвер је скуп програма за управљање и контролу рада уређаја, док је апликативни намењен подршци различитих активности и примена рачунара.

2 . 3 КУЋИШТЕ

Рачунарско кућиште (слика 2.2) или једноставно „кућиште“ је конструкција која у себи садржи већину компоненти рачунара (не рачунајући периферијске уређаје попут монитора, тастатуре, миша и других уређаја). Кућишта су углавном израђена од челичних лимова, мада су често присутни и други материјали, попут алуминијума, пластике, гуме, па чак и дрвета. Појављују се у вертикалној (*Tower*) и хоризонталној (*Desktop*) оријентацији (слика 2.3), у разним величинама, односно форматима који су првенствено одређени форматом матичне плоче, пошто је то компонента са највећим габаритом у рачунару. Најчешћи формати матричних плоча данас на тржишту су: АТХ, Micro АТХ и Mini ИТХ.



Слика 2.2 Лево: кућиште из 2016. године; десно: кућиште из 1996. године.

Рачунарска кућишта пре раних 2000. година су била веома грубе обраде. Огољени лимови, без икакве боје или заштитних премаза, минималних ојачања и без филтера за прашину. У каснијем периоду појављују се на тржишту модели у различитим бојама (осим раније, доминантне беле), са квалитетнијим материјалима, са већим пречницима подржаних вентилатора, са филтерима за прашину и са чак, неуобичајеним распоредом рачунарских компоненти.

Хоризонтално (Desktop) кућиште – Ова кућишта су предвиђена да буду у лежећем положају, најчешће на радном столу, док би монитор најчешће био постављен на самом кућишту. Оваква кућишта се често користе у канцеларијама и у учионицама. По унутрашњем распореду компоненти веома су слична вертикалним кућиштима.



Слика 2.3 Лево: Desktop кућиште; Десно: Tower кућиште. [2]

Вертикално (Tower) кућиште – Ова кућишта се чешће виђају код рачунара намењених личној употреби и предвиђена су да стоје на поду (обично на тврдој

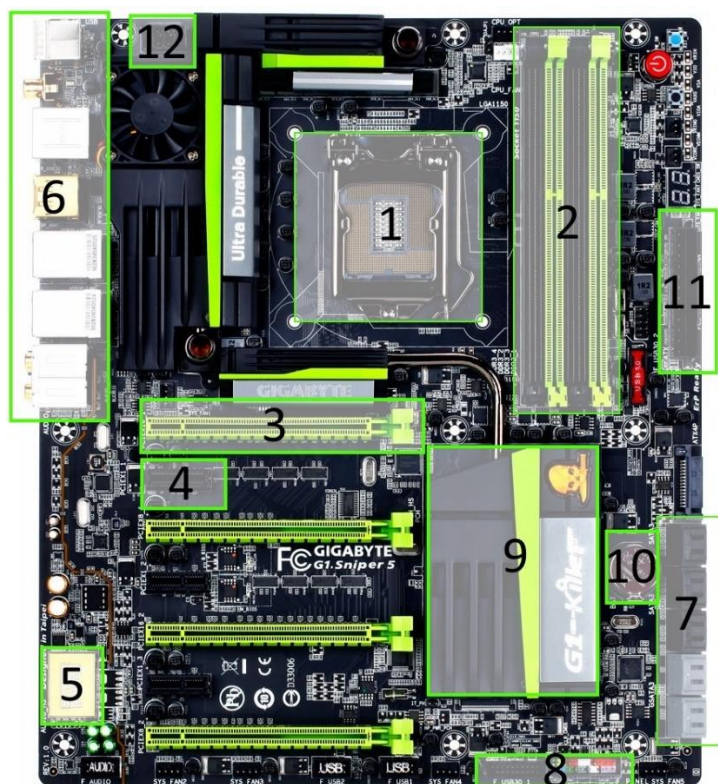
подлози), најчешће испод стола. Ова кућишта се изводе у четири величине, и то према највећем формату матичне плоче коју подржавају (табела 2.1).

Табела 2.1 Формати матичних плоча и кућишта

Micro Tower	Mini ITX
Mini Tower	Mini ITX, Micro ATX
Midi Tower	Mini ITX, Micro ATX, ATX
Full Tower	Mini ITX, Micro ATX, ATX, ATX XL, ATX-E...

2 . 4 МАТИЧНА ПЛОЧА (MOTHERBOARD)

Матична плоча (слика 2.4) је и најважнија компонента у рачунару, јер обједињује све компоненте у целину, коју знамо као рачунар. У матичну плочу се постављају: централни процесор (*CPU*), рам меморија (*RAM*), графичка картица (*GPU*), звучна картица, док се преко каблова повезују хард дискови (*HDD*), чврсти дискови (*SSD*), оптички уређаји (*CD/DVD/BR*), периферијски уређаји (монитор, тастатура, миш, звучници, итд.) и напајање (*PSU*).



1. Лежиште за централни процесор
2. Лежишта за RAM модуле
3. PCI Express x16
4. PCI Express x1
5. Процесор за звук
6. Input/Output прикључци
7. SATA прикључци
8. Прикључци за тастере за укључивање, ресетовање, предње 3.5 mm аудио прикључке и USB прикључке
9. Чипсет и хлађење за чипсет
10. CMOS батерија
11. 24-пински прикључак за напајање матичне плоче
12. 8-пински прикључак за напајање процесора

Слика 2.4 ATX матична плоча (Gigabyte G1.Sniper 5 Z87), [4].

Матичне плоче се класификују према свом формату. Три главна стандарда су: ATX, Micro ATX (mATX) и Mini ITX. Најлакши начин да се распознају ови стандарди поред габаритних димензија је и број PCIe/PCI слотова. Плоче ATX могу имати до

седам слотова за PCIe/PCI уређаје, Micro ATX до четири и на крају Mini ITX може имати само један такав слот.

2.4.1 Формат ATX (Advanced Technology eXtended)

Формат ATX (слика 2.5) је највећи формат (305x244 mm) и тренутно најраспрострањенији међу корисницима рачунара. Компанија Intel је развила овај формат 1995. године, не би ли побољшала AT формат (1987.), који је развила компанија IBM. Овај формат није прошао кроз значајне промене, осим измена застарелих прикључака, попут генерацијског скока са AGP и PCI прикључака на PCI Express.



Слика 2.5 ATX матична плоча (ASRock X99 OC Formula 3.1)

2.4.2 Микро АТХ (μАТХ)

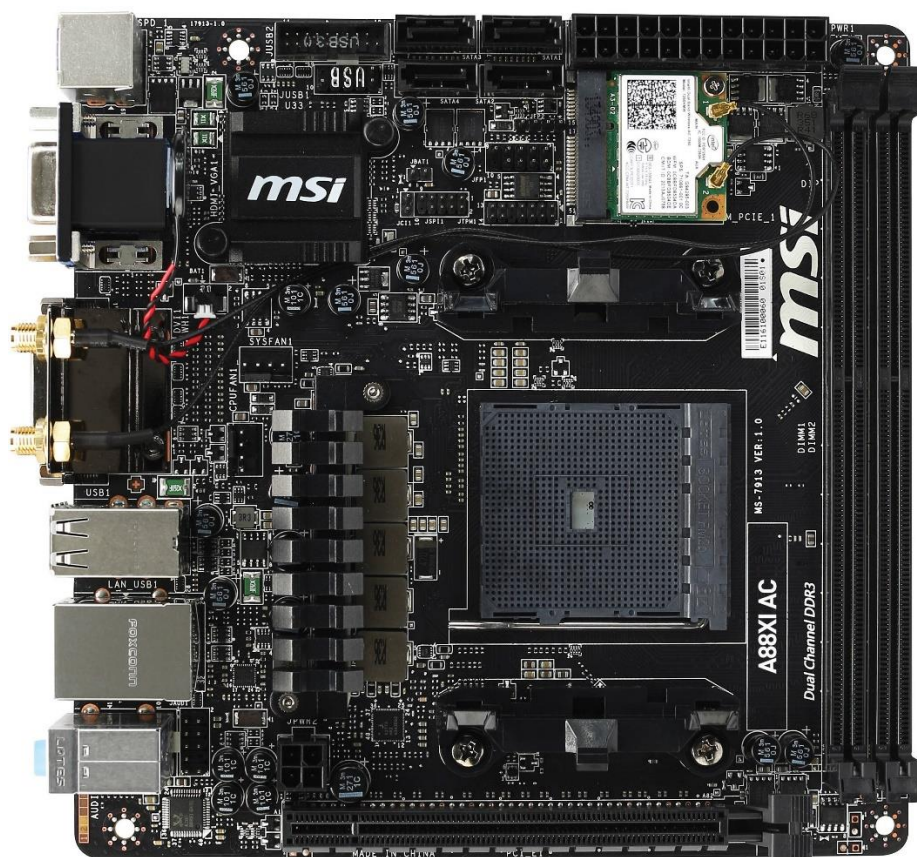
Микро АТХ (слика 2.6) је формат изведен скраћивањем АТХ формата (244x244 mm), за три PCI или PCIe прикључка. Најлакши начин да се разазнају АТХ и mATX плоче је број PCI или PCIe прикључака. АТХ плоче обично имају седам прикључака док mATX има четири. Главне предности mATX формата над АТХ форматом су мање габаритне димензије, мања потрошња електричне енергије и нижа цена од еквивалентних АТХ плоча. Микро АТХ формат види значајан раст у популарности у последњој деценији услед својих карактеристика.



Слика 2.6 Микро АТХ матична плоча (Asus P8Z77-M PRO)

2.4.3 Mini-ITX

Овај формат (170x170 mm) је развила компанија „VIA Technologies“ са циљем да направе компактан формат за рачунаре мале потрошње (слика 2.7). Четири отвора за монтажу се поклапају са отворима на ATX плочама, тако да су ове плоче компатибилне са било којим кућиштем које подржава два претходно поменути формата. Ове плоче имају само један PCI прикључак и генерално једно или два лежишта за RAM штапове и користе се у случајевима где су мале димензије расположивог простора и где се захтева висока енергетска ефикасност.



Слика 2.7 Mini-ITX матична плоча (MSI A88XI AC)

2. 5 ЦЕНТРАЛНА ПРОЦЕСОРСКА ЈЕДИНИЦА (CPU - CENTRAL PROCESSING UNIT) (ПРОЦЕСОР)

Централна процесорска јединица (слика 2.8) је најважнија компонента у рачунару после матичне плоче. Она управља радом свих делова рачунара и у њој се одвија обрада података, како својих, тако и података из других компонената. По питању термалних карактеристика, процесор поред графичке картице ослобађа највише топлоте у рачунару.



Слика 2.8 Централна процесорска јединица (Intel Core i7 4770K Haswell)

Услед велике количине топлоте коју рачунарски процесори ослобађају у раду, њих увек прати систем хлађења, да би се обезбедила пожељна радна температура. Топлотни излаз процесора се дефинише пројектованом топлотном снагом (*TDP* – *Thermal Design Power*) (табела 2.2). Овај параметар представља максималну пројектовану количину топлоте коју тај процесор може да ослободи при раду и изражава се у Ватима, W. Одступања од овог параметра постоје. Апликације специфично писане за тестирање стабилности система, могу да доведу то таквог оптерећења да процесор прекорачи свој TDP и потенцијално доведе до прегревања.

Табела 2.2 Процесори и неке њихове карактеристике

Назив	Број језгара (брзина), GHz	TDP, W	Цена, \$
Intel Core i7 6950X (Desktop)	10 (3.5)	140	1750
Intel Core i3 6100U (Laptop)	2 (2.3)	15	281
Intel Atom x7-Z8750 (Tablet)	4 (2,56)	2	37
AMD FX 8370 (Desktop)	8 (4,3)	125	190
AMD Sempron 2650 (Desktop)	2 (1.45)	25	25

Параметри процесора зависе од врсте уређаја у коме се користе, зато процесори у мобилним уређајима не смеју да имају висок *TDP*, првенствено јер је систем хлађења ограничен у случају лаптопова или га нема уопште, као код таблет рачунара.

Такође, *TDP* је пропорционална са потрошњом струје али то варира од произвођача до произвођача и како декларишу *TDP* за своје уређаје. Ово је веома важан параметар и за кућишта, јер ефектност хлађења процесора увелико зависи од протока ваздуха у кућишту.

2.5.1 Систем за хлађење процесора

Рани процесори нису трошили довољно електричне енергије да би им било потребно хлађење. Како су производни процеси постајали прецизнији, размак између транзистора се смањивао са неколико микрометара, до само пар десетина нанометара, а густина и број транзистора се повећавао пратећи Муров закон. Захтеви за хлађењем су се стабилизовали у опсегу од 50 W до 100 W (*TDP*), тако да се ни хладњаци нису значајно мењали у задње две деценије.



Слика 2.9 Пример вертикалног хладњака (Noctua NH-U9S)

Први хладњаци су били једноставне, оребрене алуминијумске плоче. Како је расла потрошња електричне енергије процесора, тако су расли и захтеви за хлађењем, додавањем вентилатора повећавао се проток ваздуха и тиме омогућавала интензивнија размена топлоте. Касније су се појавили и размењивачи топлоте израђени од бакарних цеви са расхладном течносту, које пролазе кроз десетине расхладних ребара од алуминијумског или бакарног лима.

У задњој деценији, системи хлађења течностима су почели да се појављују на тржишту, чиме су омогућили још веће расхладне капацитете (слика 2.10). Ови системи нису у широкој примени највише из економских разлога, јер су овакви системи готово увек скупљи од варијанте са класичним ваздушним хлађењем.



Слика 2.10 Систем хлађења флуидом (Corsair H80i V2)

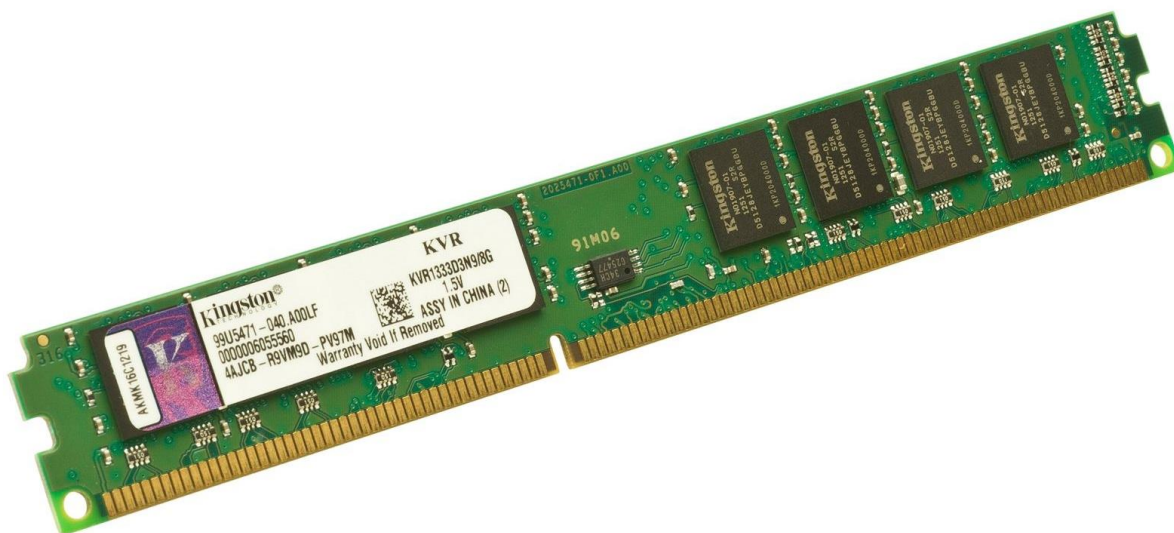
Други важан фактор који се мора узети у обзир је компатибилност кућишта и изабраног система за хлађење. Хладњак може бити превисок да би се кућиште затворило. Зато постоје и хладњаци ниског профила за положена кућишта или уска вертикална (Slim) кућишта, слика 2. 11.



Слика 2.11 Пример нископрофилног хладњака (Zalman CNPS7500-Cu)

2. 6 ОПЕРАТИВНА (РАДНА) МЕМОРИЈА (RAM – RANDOM ACCESS MEMORY)

Ова меморија је намењена привременом памћењу података, углавном се користи за памћење међурезультата и коначних резултата обраде података. У току времена захтеви за количином радне меморије су константно расли, од пар стотина килобајта у раним 90-им, до више стотина гигабајта данас и нема никаквих назнака да ће захтеви престати да расту.



Слика 2.7 Пример оперативне меморије (Kingston Value Ram 8Gb DDR3 1333Mhz)

Рам меморија генерално не ослобађа довољно топлоте да би захтевала активно хлађење, мада велики број произвођача поставља метална кућишта на меморије, како због хлађења, тако и због естетике. Много је једноставније и јефтиније обојити и стилизовати једноставан хладњак, него РСВ плочу, слика 2.12. Облик и величина оперативне меморије не утиче на одлуке у пројектовању кућишта, јер ће хладњак за процесор скоро увек бити виши од рам штапова. Чак и у случају да је хладњак за радну меморију превисок, произвођачи хладњака за процесоре су већ пустили у продају пре пар година, моделе хладњака који су компатибилни са веома високим меморијама.

2.7 УНУТРАШЊИ УРЕЂАЈИ ЗА ЧУВАЊЕ ПОДАТАКА (HARD DRIVE SOLID STATE DRIVE - SSD)

Два најраспрострањенија типа уређаја за чување података су “HDD” и “SSD” уређаји. Прва група, односно хард дискови (слика 2.13) су тренутно најчешћи медијум за чување података у личним рачунарима, првенствено због релативно великог капацитета за своју цену. Хард дискови су дуги низ година били једини избор за чување података, из простог разлога што су уређаји базирани на меморијским чиповима (SSD) имали премале капацитете и превисоке цене.



Слика 2.8 Пример Хард диска од 3.5 инча (Western Digital RED 2Tb)

Главна разлика између хард дискова и SSDова је у томе што хард дискови чувају податке на ротирајућим ($4900 - 15000 \text{ min}^{-1}$), чврстим дисковима, прекривеним магнетним материјалом, по којима пише покретна рука са магнетном главом на крају. Са друге стране SSDови функционишу тако што податке чувају на меморијским чиповима којима управља меморијски контролер. Због своје једноставне конструкције SSDови су врло брзо превазишли хард дискове (табела 2.3) по брзини читања и писања, времену одзива, енергетској ефикасности, количини ослобођење топлоте и отпорности на ударе.

Табела 2.3 Поређење једног харддиска и SSDa

	Western Digital Blue 1Tb	Samsung 850 Evo 1Tb
Капацитет	1000 Gb	1000 Gb
Брзина Читања/Писања	120 Mb/s	540/520 Mb/s
Потрошња при оптерећењу	7 W	4 W
Потрошња у “standby”	1 W	0.05 W
Цена	~70\$	~300\$

За просечног корисника највећа предност SSDa (слика 2.14) је знатно брзи одзив рачунара. Рачунару, чији је систем инсталиран на SSDу је потребно, тек неколико секунди за “стартовање” и већ је спреман за рад, док у случају хард диска то чекање се може отегнути и у минуте, у зависности од модела. Стартовање апликација је такође значајно брже, јер рачунар приступа подацима много брже него на хард диску.



Слика 2.9 Пример SSDa од 2.5“ (Samsung 850 EVO)

Тек од 2010. године, уочава се пробој SSDова на тржишту персоналних рачунара. Као и са свим новим технологијама, рани модели су били веома скупи, релативно непоуздани и нису имали велике капацитете. То стање се врло брзо променило. У року од само пет година просечна цена/Gb је пала са 10\$/Gb (~2010.) на 0.2\$/Gb (~2015.). Педесетоструки пад цена ових уређаја је довео до тога да се све чешће користе у персоналним рачунарима.



Слика 2.10 Хард диск високог капацитета испуњен хелијумом (HGST Ultrastar He10)

О метеорском успону SSD технологије сведочи то да су сви велики произвођачи хард дискова већ купили мање фирме, које се баве производњом SSDова, не би ли се укључили на тржиште са својим SSDовима, када хард дискови постану неисплативи и неконкурентни. Произвођачи хард дискова се суочавају са све већим проблемима са повећањем капацитета. Формат од 3.5 “ им не омогућава да користе веће дискове, па морају да пакују податке гушће и користе више дискова. Да би одржали брзине писања и читања, морају да повећају број обртаја, при чему отпор ваздуха постаје проблем, тако да сада на тржишту постоје хард дискови великог капацитета (8~10 Tb), испуњени хелијумом, слика 2.15.



Слика 2.11 Пример PCIe SSDa (Intel 750 Series 400Gb)

Док хард дискови достижу физичке границе својих могућности, SSDови полако али сигурно преузимају тржиште уређаја за чување података. У последњих пар година брзине читања и писања SSDова су достигле горњу границу стандардног SATA 3 (6Gbp/s) прикључка, тако да се од скора све чешће користе M.2 SSDови као и PCIe SSDови, који могу да постигну значајно веће брзине читања и писања (и до 4Gb/s у тренутку писања), слика 2.16. Поред тога, NVMe стандард омогућава SSD уређајима последње генерације да пређу брзине и од неколико гигабајта у секунди.

2 . 8 ГРАФИЧКЕ КАРТИЦЕ (GPU - GRAPHICS PROCESSING UNIT)

Када се спомену графичке картице, већини људи су прва асоцијација видео игре, мада далеко од тога да је то њихова једина примена. Графичке картице се генерално користе за обраду видео садржаја, било обраде видеа или тродимензионално моделирање. У задњој деценији се све више користе за процесе и прорачуне који могу да се лако паралелизују (слика 2.17).



Слика 2.127 Графичка картица (AMD R9 290X 4Gb)

Главна разлика између централног процесора и графичке картице је што процесор графичке картице има стотине до пар хиљада процесорских језгара, која су значајно мање комплексна од оних на централном процесору али тај велики број језгара омогућава распоређивање релативно једноставног посла на велики број језгара, као што је обрада видеа, где свако језгро добије један мали одељак видеа за обраду.

Два доминантна произвођача графичких картица су AMD (Advanced Micro Devices) и nVidia. AMD се примарно бавио производњом централних процесора али су 2006. године купили фирму ATI Technologies која је била главни конкурент фирми nVidia. Од 2010. године графичке картице мењају бренд од ATI на AMD,[8].

Велики део тржишта графичких картица чине подпроизвођачи, односно фирме које прерађују фабричке modele графичких картица, које AMD и nVidia произведу. У случају модела више класе, комплетно прераде графичку картицу и замене хлађење. Неке фирме чак праве више варијанти исте графичке картице.



Слика 2.13 Варијанте подпроизвођача nVidia GTX 1070 графичке картице:
 1) ASUS Turbo, 2) ASUS Dual, 3) Gigabyte Windforce,
 4) EVGA SC, 5) MSI TwinFroze V, 6) Zotac AMP

Као што се и види са слике 2.18, избор графичких картица је огроман због великог броја подпроизвођача, који се утркују око тога ко ће направити привлачнију графичку картицу са што више функција. У последњих пар година ово тржиште је постало толико конкурентно да већина купаца уопште и не разматра фабричке modele од AMD и nVidia, него већином траже модификован модел према њиховим потребама. Ово су генерално модели који су намењени игрању видео игара, мада то не значи да не могу да се користе за обраду видео или и 3Д садржаја.



Слика 2.149 Графичке картице за радне станице
 (Лево: AMD FirePro W8100 Десно: nVidia Quadro K6000)

Са друге стране постоје картице намењене видео продукцији, обради 3Д садржаја или обраде података. Овакве графичке картице немају агресиван дизајн и маркетинг које имају оне намењене видео играма, јер су циљна група и захтеви исте значајно другачији. Овакве графичке картице коштају вишеструко више од својих парњака за видео игре, јер су драјвери за ове картице другачије написани, што им омогућава да обраду видеа и 3Д садржаја обављају много ефикасније и брже. Ово је и даље извор контроверзе, јер се дешавало да је неке графичке картице, намењене видео играма, могуће модификовати заменом BIOSa да би их драјвери препознали као графичке картице за радне станице (слика 2.19). Са друге стране ове графичке картице су пројектоване са коришћењем у серверским кућиштима, где је проток ваздуха ограничен и компоненте генерално раде на максималном оптерећењу, при високим температурама у дугим временским периодима. Због просторног ограничења у серверским кућиштима, ове графичке картице углавном имају издувни тип хладњака.

Графичке картице имају неколико карактеристичних типова хлађења. У овом раду фокус ће бити на два најраспрострањенија типа, издувни тип хладњака (слика 2.20) и отворени односно циркулишући тип (слика 2.21).



Слика 2.15 Издувни систем хлађења (nVidia GTX Titan 6Gb)(hexus.com)



Слика 2.16 Систем отворених хладњака (AMD HD 7990)(anandtech.com)

Кључне разлике између ова два система се огледају у начину довођења ваздуха до размењивача топлоте. Код издувног система, графичка увлачи ваздух из предњег дела кућишта док топао ваздух избацује ван кућишта кроз отворе око својих портова. Са друге стране, отворен систем функционише тако што целом површином графичке картице усисава ваздух помоћу великих вентилатора.

Предност издувног типа хладњака као предност има то што топао ваздух избацује ван кућишта, чиме не доприноси загревању осталих компоненти. Овај тип се користи у системима где се користе више од једне графичке картице и у системима где је циркулација ваздуха у кућишту превише ограничена за отворен тип.

Отворен тип хладњака са друге стране има предности нижи ниво буке и већи расхладни капацитет (мада то зависи од протока ваздуха кроз само кућиште). Овакав систем се чешће користи за графичке картице намењене за видео игре, јер ти корисници обично имају само једну графичку картицу у својим системима. Модели за радне станице и сервере имају издувни тип, јер у тим системима је често присутно мноштво картица које би ослобађале превише топлоте у кућишту, уколико би имале отворени хладњак.



Слика 2.22 Систем хибридног хладњака (EVGA 1080 Hybrid)(overclockers.uk)

Хибридни тип хладњака (слика 2.22), комбинује ваздушни и течни систем хлађења. Систем течног хлађења хлади само процесорско језгро графичке картице, јер је

то део графичке који ослобађа највише топлоте и уједно је део графичке који ентузијаста највише "оверклокују". Вентилатор хлади остале делове графичке, попут меморијских чипова и VRM модула за регулацију напона. Ова комбинација независних система хлађења је добра, јер температуре које језгро може да толерише (чак и преко 90°C), не могу меморијски чипови и модули за регулацију напона. Док овакав тип хлађења диже потенцијал за оверклоковање, он уједно заузима пуно простора, јер поред тога што захтева PCIe порт, потребан је и 120 mm отвор са довољно простора изнад за неометан рад размењивача топлоте.

Овакви системи хлађења су прилично ретки првенствено због своје високе цене и просторних захтева, тако да за сада налазе примену само код ентузијаста за видео игре и оверклоковање.

2 . 9 НАПАЈАЊЕ (POWER SUPPLY UNIT - PSU)

Главна сврха напајања (слика 2.23) је да конвертује наизменичну струју у једносмерну напона +3,3 V, +5 V и +12 V. Поред конвертовања наизменичне у једносмерну струју, напајање има улогу регулисања напона, што је веома важна улога, јер су компоненте у рачунару веома осетљиве на варијације напона. Прикључци за напајања су релативно стандардизовани, мада неких прикључака попут молекс прикључака има све мање јер су застарели.



Слика 2.17 Типови напајања према модуларности: Горе: класично не модуларно напајање (Corsair CX750), Доле десно: полу модуларно напајање (Thermaltake Smart SE 530), Доле лево: потпуно модуларно напајање (Cooler Master V550)

Најчешћи формат напајања је АТХ, док за сервере и компактне рачунаре постоје други формати. Већина познатијих произвођача декларише снагу својих напајања према снази коју може +12 V шина да испоручи, мада често мање познати произвођачи декларишу снагу тако што саберу излазну снагу на +12 V +3.3 V и +5 V. Често се може израчунати реална излазна снага на спецификацијама, једноставним множењем јачине струје у Амперима на +12 V излазу са 12 што даје стварну излазну снагу напајања.

ATX-400WB+P4

ATX Switching Power Supply

AC INPUT: 220V/4A/50Hz

OUTPUT	+3.3V	+5V	+12V	-12V	-5V	+5VSB	P/G
	28A	40A	18A	1.0A	0.5A	2.0A	OK

FUSE: 250V/5A

CAUTION! Do not remove this cover under any circumstances.

DECLARATION

This power supply hold numerous multinational patents. Any copying or reproduction of any sort will be prosecuted to the fullest extent of the law.

MODEL:PWXT-400A

Made in China

MODEL / 型号 / 型號 / 모델: RPS0009

POWER SUPPLY / 전원 공급 장치

PART NUMBER: CP-9020083 / 75-010836

AC INPUT

AC 입력

100V - 240V • 12A • 6A • 47Hz - 63Hz

DC OUTPUT

DC 출력

+3.3V

+5V

+12V

-12V

+5Vsb

MAX LOAD

최대 부하

25A

25A

70.8A

0.8A

3A

MAXIMUM

COMBINED

WATTAGE

최대 결합 와트

150W

850W

9.6W

15W

총功率

總功率

총 전력

TOTAL POWER: 850W

Слика. 2.24 Лево: Спецификације напајања мање познатог произвођача (АТХ-400WB)
Десно: Спецификације напајања реномираног произвођача (RM850i) [9]

На слици 2.24 приказане су спецификације једног напајања мање познатог произвођача и спецификације напајања познатог произвођача. Декларисане снаге напајања са реалном снагом се лако проверавају. У случају АТХ-400WB на +12 V излазу је 18 А, ако помножимо напон са јачином струје, добија се излазна снага.

$$I * U = P,$$

$$18 \text{ A} * 12 \text{ V} = 216 \text{ W} - \text{X-tec ATX-400WB (400W)},$$

$$70,8 \text{ A} * 12 \text{ V} = 849.6 \text{ W} - \text{Corsair RM850i (850W)}.$$

Као што види из једначине, напајање АТХ-400WB нема излазну декларисану снагу од 400 W, него 216 W. Уколико би корисник направио грешку да употреби овакво напајање на рачунару, који је предвиђен за 400 W, рачунар би функционисао нормално, све док не би дошао под веће оптерећење, које би довело до коришћења више од 216 W. У најбољем случају, рачунар ће се само угасити без озбиљнијих последица, у најгорем, напајање ће имати катастрофалан отказ при чему може оштетити и неколико других

виталних компоненти. Компоненте које прве страдају у оваквим случајевима су матичне плоче и графичке картице.

Важност напајања за рачунарски систем је вишеструка. Квалитетна напајања коригују варијације напона, поседују системе за заштиту од прекомерне јачине струје и напона и осигураче (слика 2.25).



Слика. 2.25 Лево: Напајање Corsair AX760i
Десно: Изглед софтвера за надгледање и контролу напајања

Од скоро нека напајања долазе и са директном дигиталном везом за рачунар, што омогућава кориснику да добије податке директно из напајања о потрошњи струје рачунара, степену ефикасности, температури компоненти у напајању, варијације улазног напона и брзине окретања вентилатора. Исто како неквалитетно напајање може да угрози цео рачунар, тако може и квалитетно да га спасе.

2.10 ДОДАТНИ ВЕНТИЛАТОРИ

Додатни вентилатори имају улогу да побољшају проток ваздуха кроз кућиште и тиме обезбеде ниже радне температуре компоненти. За пројектовање кућишта, најважнији фактор код вентилатора је подржани пречник вентилатора (слика 2.26).



Слика 2.26 Вентилатор пречника 120 mm

Пречници вентилатора могу да се крећу од 40 mm па и до преко 250 mm. Најчешћи пречници додатних вентилатора у употреби су: 80, 92 и 120 mm. Вентилатори пречника 140 mm нису тако честа појава, али њихова примена је већа код кућишта која су дизајнирана за бешуман рад.

Проблем са којим се сусрећу вентилатори малих пречника (пречник мањи од 92 mm), се огледа у томе што електромотор који га покреће заузима већу релативну површину од електромотора на вентилатору од 140 mm, слика 2.27.



Слика 2.27 Лево: Вентилатор пречника 60 mm; Десно: Вентилатор пречника 140 mm

Смањена активна површина директно утиче на смањен проток ваздуха и врло често да би вентилатори малог пречника постигли довољан проток морају да раде на значајно већем броју обртаја, што уједно повећава и ниво буке, а уједно скраћује век вентилатора.

Облик лопатица значајно утиче на радне карактеристике вентилатора. На основу облика лопатица вентилатори се деле на вентилаторе оптимизоване за већи проток ваздуха и вентилаторе оптимизоване за високу разлику притисака (напор) (слика 2.28).



Слика 2.28 Лево: Вентилатор оптимизован за висок напор; Десно: вентилатор оптимизован за већи проток ваздуха

Прва група, која је уједно и најчешћа, вентилатори оптимизовани за већи проток ваздуха, користе се у случајевима где нема значајних препрека протоку ваздуха.

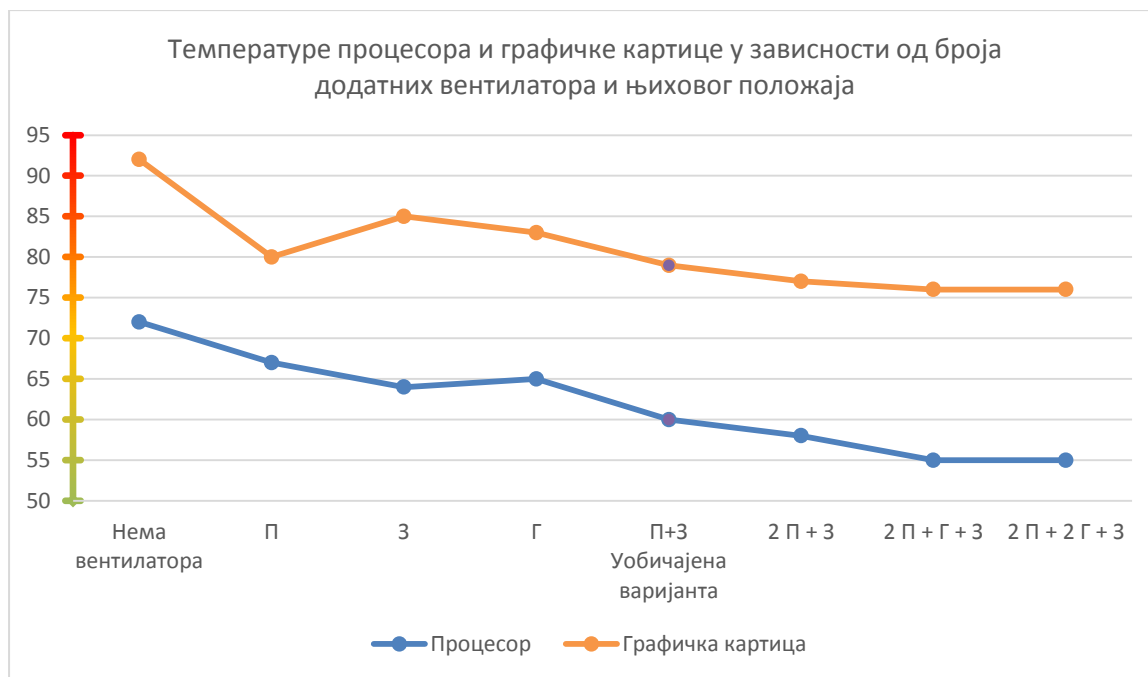
Вентилатори оптимизовани за висок напор се користе у случајевима где постоје значајни локални отпори протоку ваздуха, на пример у случају кавеза са пуно хард дискова или радијатора за систем течног хлађења.

Најлакши начин распознавања ових вентилатора је по броју лопатица и њиховој ширини. Прва група има већи број ужих лопатица, док у другој групи вентилатори имају знатно мањи број лопатица, које су шире и покривају скоро целу активну површину вентилатора.

У већини случајева вентилатори су присутни на сваком кућишту, од најједноставнијих канцеларијских кућишта, до веома квалитетних кућишта за професионалце и ентузијасте. Да би се спречило прегревање унутрашњих компоненти рачунара, није довољно струјање ваздуха услед разлике у температури (гравитационо струјање). Зато се постављају вентилатори, јер врло лако могу да значајно побољшају одржавање стабилних термичких услова рада.

Табела 2.4 Температуре процесора и графичке картице у кућишту у зависности од броја и положаја вентилатора. [8]

	CPU(°C)	GPU(°C)
Без вентилатора (0)	72	92
Само предњи вентилатор (1)	67	80
Само задњи вентилатор (1)	64	85
Само горњи вентилатор (1)	65	83
Предњи и задњи вентилатори (2)	60	79
Два предња и задњи вентилатори (3)	58	77
Два предња, горњи и задњи вентилатори (4)	55	76
Два предња, два горња и задњи вентилатори (5)	55	76

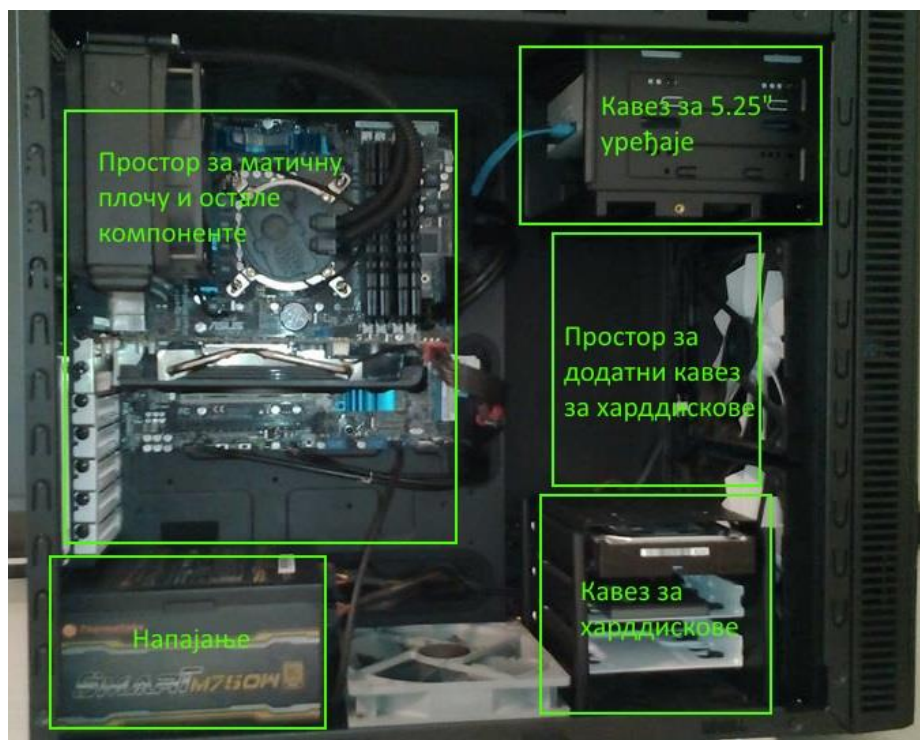


Слика 2.18 Температура процесора у функцији броја и положаја вентилатора, П – предња страна, З – задња страна

У табели 2.4 се уочава да додавањем само два вентилатора, радна температура компоненти у кућишту се може снизити и за преко 10°C, што је и најчешћи број вентилатора код кућишта масовне производње. Додавањем трећег и сваког наредног вентилатора добици су приметни али све мањи (слика 2.29).

3 РАСПОРЕД КОМПОНЕНТИ У КЛАСИЧНОМ КУЋИШТУ

Матична плоча је компонента са највећим габаритним мерама у рачунару и највећи формат матичне плоче коју кућиште подржава увелико одлучује о димензијама самог кућишта и распореду осталих компоненти.



Слика 3.1 Распоред компоненти у класичном рачунарском кућишту (Fractal Design - DefineR4)

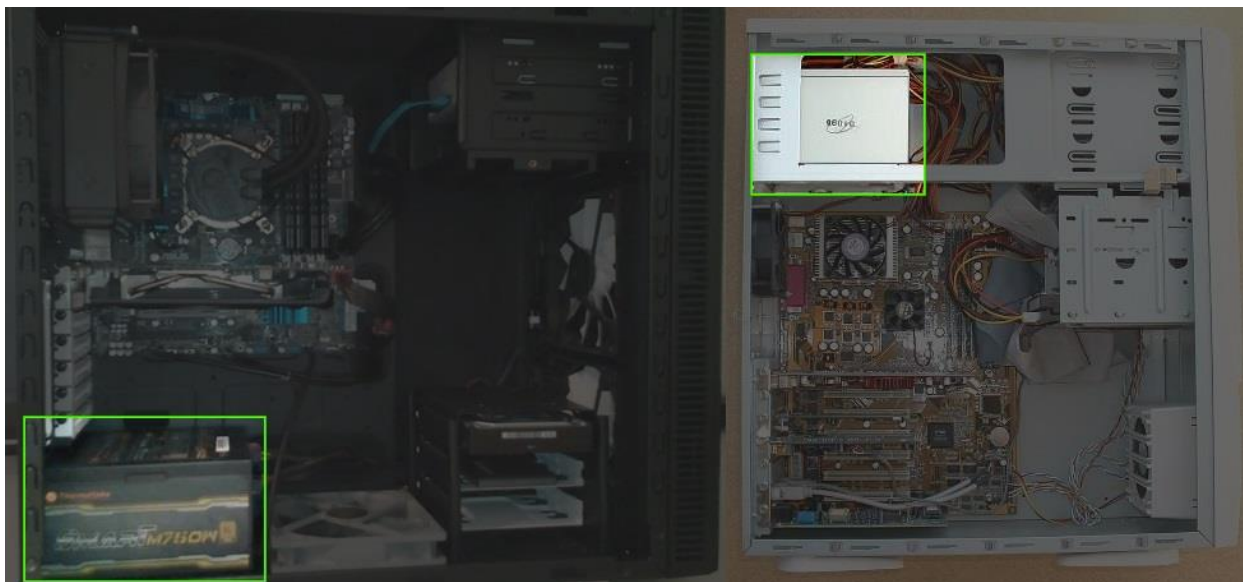
На пример, на слици 3.1 се види класичан пример рачунарског кућишта које подржава сва три могућа формата матичних плоча.

3 . 1 ПОЛОЖАЈ МАТИЧНЕ ПЛОЧЕ

Због положаја улазно/излазних прикључака (*Input/Output* или *I/O*) и спољних прикључака за *PCI* уређаје, матична плоча мора, у већини случајева, да буде директно ослоњена *I/O* страном на један од зидова кућишта, не би ли корисник могао да повеже периферијске уређаје на рачунар. Мењање оријентације матичне плоче је присутно код неких кућишта али је и даље веома ретка појава.

3 . 2 ПОЛОЖАЈ НАПАЈАЊА

Код старијих модела кућишта, напајање је постављено на врху кућишта али у току последње деценије, све више кућишта има лежиште за напајање на дну кућишта (слика 3.2).



Слика 3.2 Лево: напајање постављено на дну; десно: напајање постављено на врху кућишта

Главна предност постављања напајања на дно кућишта је што омогућава одвојен проток ваздуха за напајање и тиме смањује количину топлоте која се ослобађа у унутрашњост кућишта. Друга предност је нижа радна температура напајања, која омогућава вентилатору за хлађење напајања да ради на nižем броју обртаја и тиме смањује буку. Највећа мана овог положаја је што су меке подлоге попут тепиха непожељне за само напајање.

3 . 3 ПОЛОЖАЈ КАВЕЗА ЗА 3.5“ И 5.25“ УРЕЂАЈЕ

Кавези за ове уређаје често имају неколико различитих решења, мада најчешће решење оријентише ове уређаје тако да може лако да им се приступи са једне стране кућишта без потребе за скидањем друге плоче. Број подржаних 3.5“ и 5.25“ уређаја, такође значајно утиче на габаритне мере кућишта и проток ваздуха.

4 ПРОЈЕКТНИ ЗАХТЕВИ

Механичко пројектовање електронских производа је изазован посао, како за производног инжењера, тако и за машинског инжењера. Са механичког становишта од кућишта се захтева да има: одговарајуће естетске и структурне карактеристике, да обезбеђује довољно хлађење компонената, да омогући релативно лако састављање и растављање рачунара и да омогући лак приступ одређеним компонентама, ради измена или додавања додатних компоненти.

Пројектовање кућишта утиче на многе аспекте производа. Прво и најважније кућиште обезбеђује механичку подршку за компоненте система. Унутрашње компоненте као што су: матична плоча, хард диск, напајање и графичка картица. Постоље мора бити довољно круто како би се обезбедила ригидност матичне плоче и уједно стабилност компоненти прикључених на исту. Кућиште мора да заштити компоненте од потенцијалних оштећења и од лаквих удара. У исто време, димензије кућишта треба да буду у границама које дефинише његов облик али и коначна цена коштања. Концепт кућишта треба да је такав да обезбеди потребно одвођење топлоте из система.

Поред свих ових захтева, кућиште треба да задовољи и естетске чак и стилске критеријуме изгледа и да буде ергономски обликовано за кориснике.

Пројектовање кућишта се ради у CAD окружењу, као што је *Autodesk Inventor*. Ови системи омогућавају тро-димензионално представљање кућишта, које омогућује пројектанту визуелизацију и приказ коначног производа.

Системи CAD окружења омогућују пројектантима креирање фајлова из којих се могу лако израдити калупи. Стерео литографско моделирање користи процес ласерске полимеризације како би се формирали прототипови делова, без већег ангажовања средстава за производњу калупа. Овај поступак се користи и за тестирање спрезања са деловима који нису направљени од пластике.

Кућишта се првенствено израђују од челичних лимова, примарно због задовољавајућих механичких карактеристика челика и веома ниске цене масовне обраде лимова. Поред челика се најчешће користе разне врсте пластика, а међу најпопуларнијим је акрилонитрил-бутадиен-стирен (*ABS Acrylonitrile-butadiene-styrene*). Гумени елементи на рачунарским кућиштима се углавном користе да ублаже вибрације компоненти или спрече клизање руке при хватању или подизању кућишта.

Обрада површина је важан аспект у пројектовању кућишта и може значајно утицати на естетику кућишта а и цену производње. Лимови кућишта се готово увек боје са спољашње стране, док са унутрашње стране се чешће боје квалитетнији модели. Брушени алуминијум је чест избор за квалитетна кућишта али се челик и даље користи за носећу конструкцију. Полиране површине се избегавају зато што су отисци прстију лако уочљиви, па ће кућиште бити чисто од отисака само непосредно после распакивања. Брушене површине и површине бојене бојама у праху немају овај проблем.

Интегрисање улазно/излазних конектора, индикаторских лампи, хлађења, напајања, дискова, значајно компликује пројектовање кућишта. Ови захтеви отежавају пројектовање калупа и компромис између интегритета структуре са једне стране и естетике са друге.

Приликом дефинисања коначног концепта кућишта треба водити рачуна да:

- Заобљене ивице и углови ако су адекватно профилисани дају бољи естетски утисак и могу да побољшају комфор корисника.
- Метална кућишта одају утисак квалитета и имају одличне термичке и структурне предности.
- Пластични материјали су лакши и јефтинији од метала, али одају утисак нижег квалитета и могу се лако изгребати.
- Пластична кућишта се могу обрадити да изгледају као метална применом различитих завршних техника као што су платинирање и коришћење метализираних боја.
- Пластика се може обликовати са много скупљим смолама и текстурираним финишом или једноставним премазивањем да се постигне изглед високог квалитета.
- Ивице и углови треба да буду оборени.

Још један проблем са којим се суочавају пројектанти је одвођење топлоте из система. Прекомерно загревање електронских компонената доводи до скраћења животног века компоненте и деградације перформанси услед термалног кочења. Коефицијент преноса топлоте је условљен бројним факторима:

- Енергетска потрошња компоненти
- Број вентилатора и њихово усмерење
- Тип хлађења система (ваздушно или течно)
- Препреке протоку ваздуха кроз кућиште
- Број компоненти у систему

Решавање проблема хлађења је директно повезано са топлотом коју емитује процесор. Пројектована топлотна снага (*TDP-Thenrmal Design Power*) је ниво снаге који емитује процесор. Овај параметар је врло значајан за стабилна кућишта као и за преносиве рачунаре код којих директно утиче на дужину трајања батерије. Уколико дође до прегревања, већина модерних процесора ће покренути термално кочење, односно смањење брзине и перформанси па чак и комплетан престанак рада док се температура не сведе на дозвољен ниво.

Проблем оптималног одвођења топлоте је условљен и везивањем хладњака за компоненте. Тежња је да се контактна површина повећа између два елемента у споју. Пошто се површина процесора не може повећати, остаје једино да се ефикасније искористи доступна површина. Термална паста или компатибилни термални филмови се користе пошто увек постоји непланарност споја између површине хладњака и компоненте. Ово су специјални материјали који имају веома ниску термичку отпорност док остварују неопходну механичку усклађеност.

Као мера компактности паковања електронских компонената користи се фактор слагања (*Stak Factor*), који представља однос површине штампане плоче PCB (*Printed*

Circuit Board) према површини производа. Поред ове величине користи се и густина елемената штампане плоче *PCB* (однос површине уређаја према површини штампане плоче).

На пример *Boothroy Dewherst, Inc.*, [12] је развила методу за анализу могућности производње производа, а која се примењује и код електронских производа. За ове потребе су развили програмски пакет који анализира геометрију, тежину, димензије, дебљине, материјал и даје процену цене производње. Цена коштања целог склопа и интеграције се такође могу добити из овог програмског пакета. Један део *DFA (Design For Assembly)* анализе је одређивање *DFA* индекса који је мерило које узима у обзир укупан број делова и ефикасност склапања и креира однос између оптималног теоријског времена за монтажу, које се постиже са датим бројем делова и стварно процењеним временом склапања, [17].

5 КОНЦЕПТ КУЋИШТА

Како би се дошло до оптималне конструкције кућишта рачунара, формирана је листа захтева и жеља, коју би ова конструкција требало у што већој мери да испуни (табела 5.1).

Табела 5.1 Пут ка одабиру оптималне конструкције кућишта рачунара

Листа захтева и жеља	Захтев	Жеља
Функција		
Заштита унутрашњих компонената од спољних утицаја	+	
Омогућава сигурну монтажу унутрашњих компоненти	+	
Подаци битни за извршење функције		
Подржани формати матичних плоча		
Мини ITX	+	
Micro ATX	+	
ATX		+
Подржани формати додатних уређаја		
2.5“ Подршка	+	
3.5“ Подршка	+	
5.25“ Подршка		+
Омогућено монтирање ATX напајања разних дужина		+
Предњи I/O	+	
Додатни вентилатори	+	
Радна својства		
Ергономска својства		
Звучна изолација на панелима	+	
Филтери за прашину на отворима за вентилаторе		+
Засебан PWM контролер за вентилаторе		+
Клизајући предњи I/O		+
Технолошка својства		
Комплетна израда од лимова (челик 0.5 mm или легура од челика и алуминијума)	+	
Што већа примена завртњева због лакше монтаже и демонтаже и замене делова		+
Испорука		
Економски услови		
Цена (пројектовање + материјал + израда) не треба да буде виша од 200€		+

Усвојене су следеће карактеристике рачунара, које даље дефинишу и карактеристике самог кућишта.

1. Намена рачунара (лични рачунар, кућна, канцеларијска, општа употреба)
Намена рачунара за који се кућиште израђује је најважнији фактор који утиче на све дизајнерске одлуке везане за кућиште.

2. Одабир формата (mATX)

Ово је погодан формат због мањих димензија од пуне ATX плоче, што доводи до смањења габарита кућишта. Други мање значајни фактори су мања потрошња струје и нижа цена матичне плоче.

3. Израда основне плоче за матичну

Плоча је положена хоризонтално. Ово решење смањује оптерећење на матичну плочу, поготову у случајевима где је габаритни хладњак монтиран на матичну плочу. Овај положај је веома погодан уколико се користе мањи формати матичних плоча попут mATX и mITX, што директно утиче на смањење ширине самог кућишта.

4. Ојачање носача матичне плоче

Ојачање је потребно да се спречи угибање носеће плоче према матичној плочи. Матична плоча такође даје крутост носачу, што смањује потребну крутост система.

5. Одстојне навртке

Одстојни (*standoff*) навртке имају као сврху да направе довољан размак између матичне плоче и носеће плоче да не би дошло до директног налегања. Директно налегање у неким случајевима може изазвати кратак спој између погрешно лемљених тачака, што у већини случајева има кобне последице за саму матичну плочу, а често и на остале компоненте.

Као секундарни ефекат, повећавају крутост споја између матичне плоче и носача стварањем тог истог размака.

6. Постављање матичне плоче и провера центрирања рупа

Отвори на матичним плочама су релативно великог пречника (4 mm) са циљем да, уколико рупе на плочи нису тачно избушене или има одступања мера од стандардних код И/О отвора, могу да се лако коригују при монтажи.

7. Постављање напајања

У зависности од енергетских захтева рачунара, варираће и габарити самог напајања, а и количина каблова у самом кућишту. Потрошња рачунара утицаће директно и на количину топлоте, коју рачунар одаје у своју околину. Зато је потребно одабрати место за напајање у кућишту које ће имати простора, како за напајања различитих уређаја, тако и количину пропратних каблова. У овом случају, место на којем се налази напајање омогућава да вентилатор (уколико га има) може да увлачи ваздух из спољашње средине, уместо да само циркулише већ топао ваздух из кућишта. Одабрани положај такође омогућава несметан прилив ваздуха и допушта кориснику да постави кућиште на подлоге попут тепиха, које би иначе ометале проток ваздуха.

8. Кавез за хард дискове

У овом случају је одабран класичан дизајн кавеза за хард дискове са пар мањих измена. Кавез је окренут ка задњој страни кућишта где су сви прикључци за интерфејсе. На кавезу се налази плоча са SATA и SATA power портовима, која омогућавају кориснику да измењује хард дискове у току рада без отварања остатка кућишта, једноставним уклањањем задње плоче, која покрива кавез за хард дискове. Кавез подржава 6 хард дискова формата 3.5“, а носећа плоча подржава монтажу два 2.5“ хард диска или SSDa. Уколико корисник жели да уместо 3.5“ користи уређаје од 2.5“, кавез је могуће извадити из кућишта и заменити га кавезом за уређаје од 2.5“. Проток

ваздуха за хлађење је омогућен једним вентилатором од 120 mm који увлачи ваздух са леве стране кућишта.

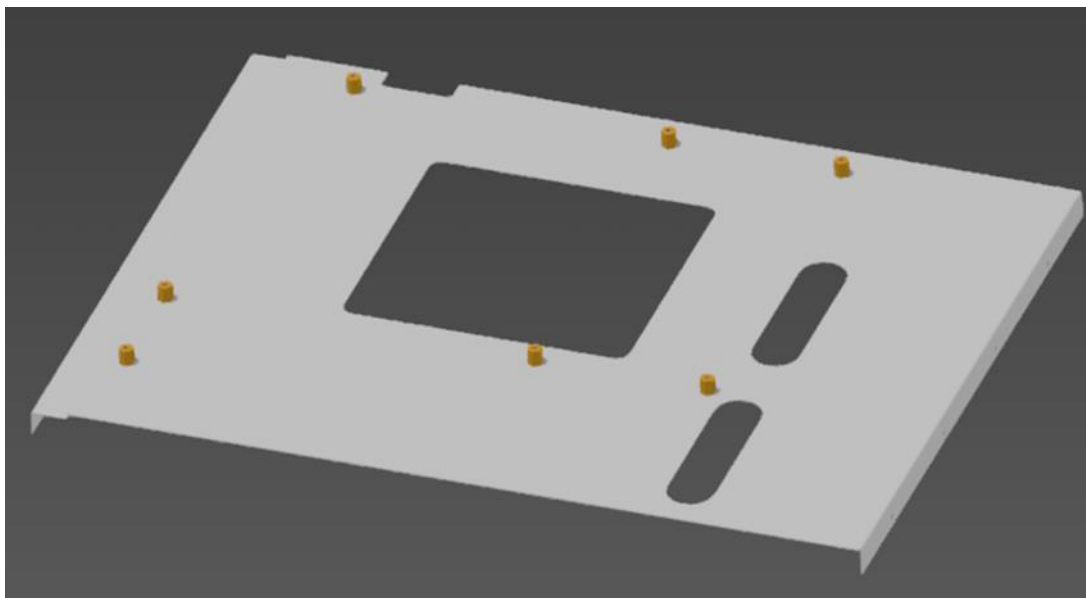
9. Отвор 5.25“

Хоризонтално или вертикално решење? Ово друго би спречавало вертикално паковање кућишта у паровима.

Отвор од 5.25“ обично коришћен за оптичке читаче, је одавно изгубио на популарности и значају. Данас ови отвори се највише користе за контролере за вентилаторе, а од скора и као hotswap кавези за 2.5“ SSDове или HDDове. Проблем код 5.25“ је просто питање габарита. Остављати тај отвор као опцију жртвује превише простора у кућишту за сврхе, релативно малог значаја.

На основу анализе карактеристика главних компоненти рачунара и анализе тржишта, према горе изложеној процедури, изведено је концептуално решење рачунарског кућишта. Формат, односно величина матичне плоче је кључни фактор у дефинисању димензија кућишта. У овом случају одабран је mATX формат. Овај формат омогућава прикључивање и до четири PCIe уређаја на матичну плочу, што је више него што је већини корисника потребно. Пун ATX формат има превелике габаритне мере због додатних PCIe прикључака које већина корисника неће никад искористити. Док са друге стране мини ITX формат има мале габаритне димензије али то носи са собом чињеницу да су могућности повезивања додатних компоненти крајње оскудне. Ове плоче готово увек имају само два прикључка за рам меморију, један PCIe прикључак, и углавном четири SATA прикључка, док већина већих плоча има шест до осам. Тако да док би mITX формат омогућио мање габаритне мере кућишта, превише би ограничио могућности проширивања а тиме и потенцијално тржиште.

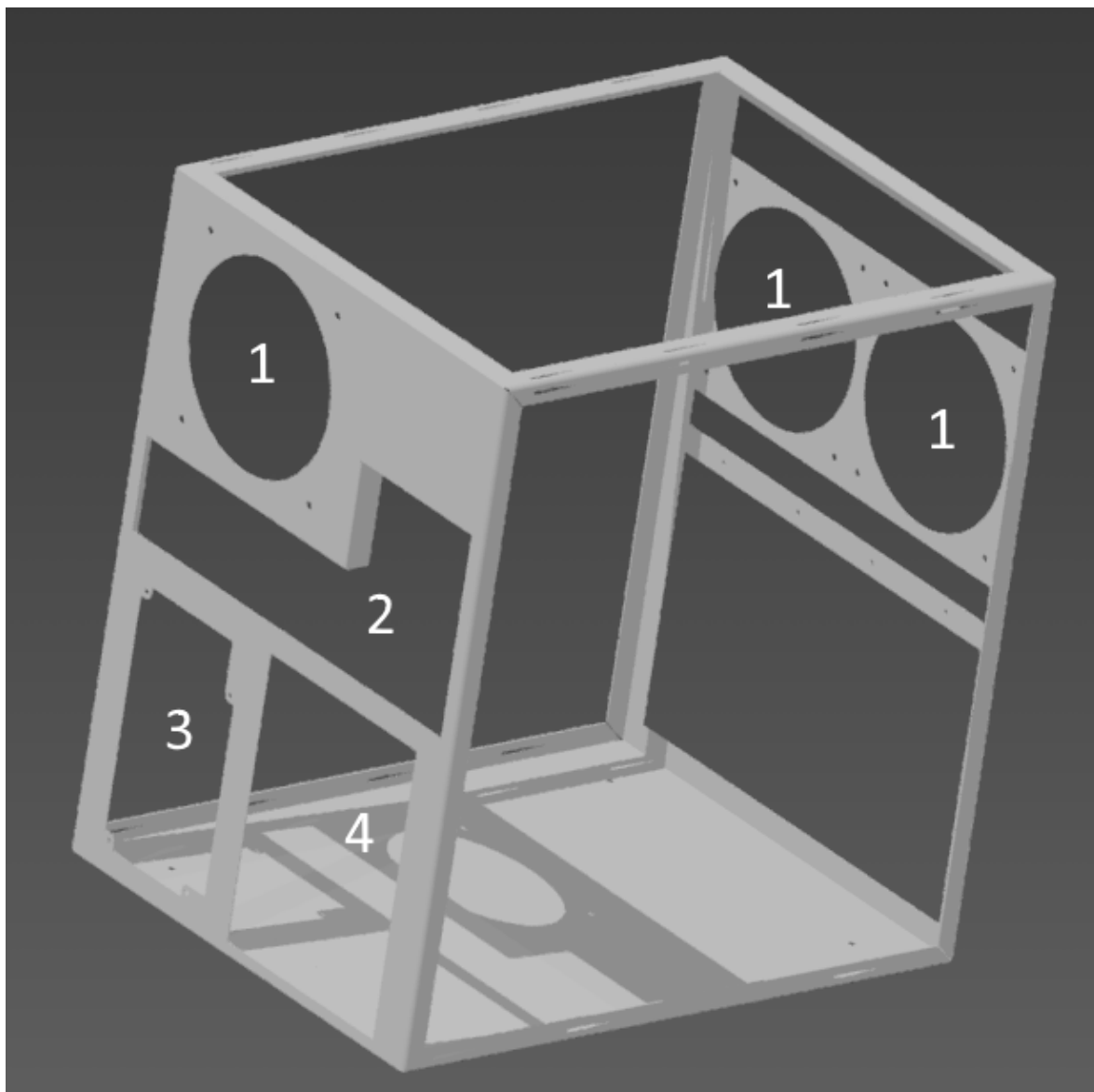
Концепт кућишта је изведен у програмском пакету *Autodesk Inventor 2016 Professional*. Техничка документација кућишта дата је у прилогу.



Слика 5.1 Носећа плоча за матичну плочу

На слици 5.1 приказана је носећа плоча за матичну плочу, на којој се уочавају три отвора. Већи отвор, правоугаоног облика је постављен да би се омогућила монтажа

тежких хладњака које је неопходно монтирати на носећој плочи са супротне стране матичне плоче. Овај отвор није критичан али олакшава инсталацију компоненти.



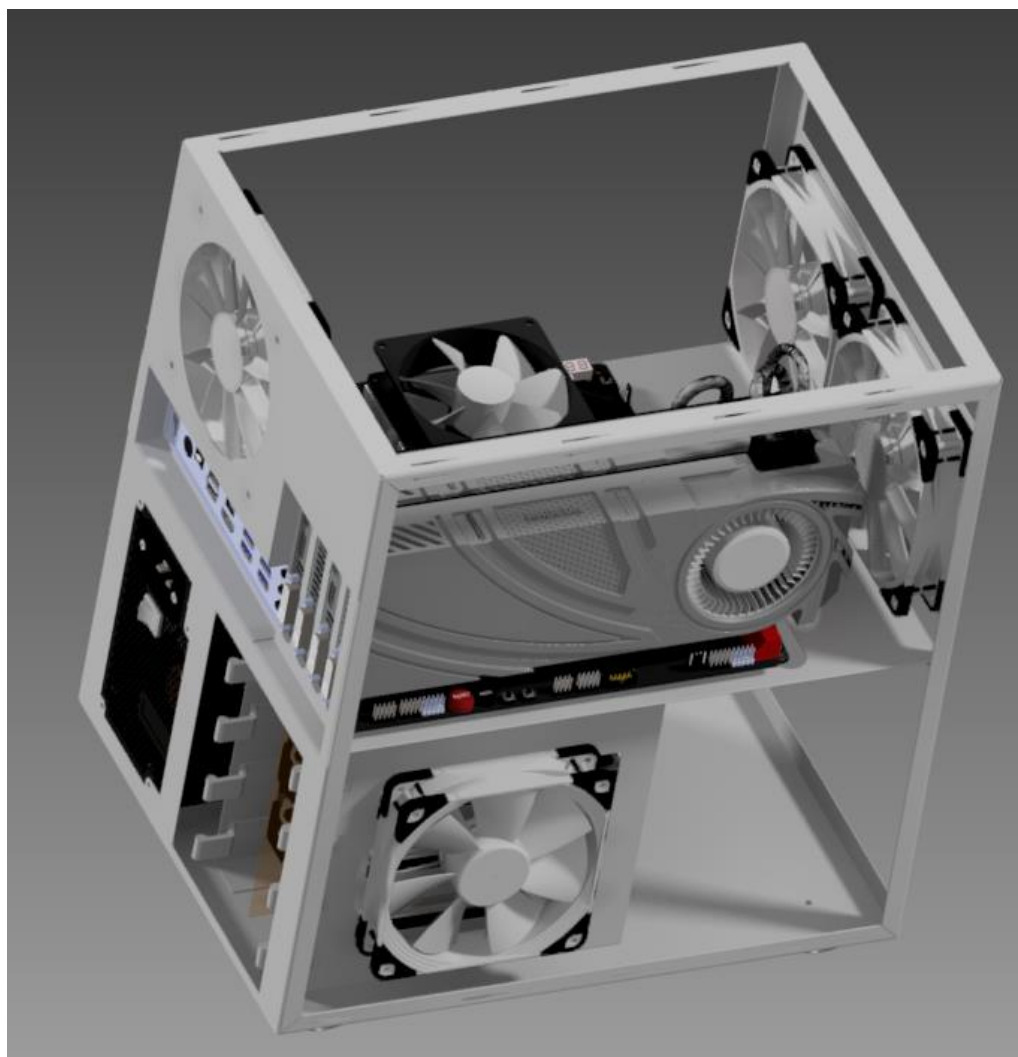
Слика 5.2 – Носећи структура кућишта са отворима за: 1) Вентилаторе, 2) I/O отвор, 3) отвор за напајање, 4) отвор за лакши приступ хард дисковима

Друга два отвора на плочи су намењена лакшем вођењу каблова и они могу да побољшају проток ваздуха у кућишту. На носећој плочи предвиђени су и одстојници за матичну плочу. Ови завртњи спречавају да спојеви остварени лемљењем на матичној плочи дођу у директан контакт са челичном подлогом и да побољшавају крутост матичне плоче и носеће плоче.

После дефинисања формата матичне плоче, утврђује се распоред компоненти унутар кућишта, у односу на положај матичне плоче. На организацију положаја компоненти у кућишту утиче пуно фактора. Пројектант жели да омогући ефикасније спровођење каблова да не би отежавали проток ваздуха услед чега би било потребно уграђивати додатне вентилаторе, што би повећавало цену кућишта. Са друге стране, пројектант мора да има на уму међусобна повезивања компоненти, поготову са

напајањем. Матична плоча се обично повезује са напајањем преко два кабла. Графичке картице могу да захтевају један до три додатна напонска кабла. HDD и SSD такође захтевају директну везу са напајањем, као и контролери за вентилаторе и CD/DVD/BR читачи. Ова међусобна повезаност компоненти додатно компликује оптимално конципирање кућишта.

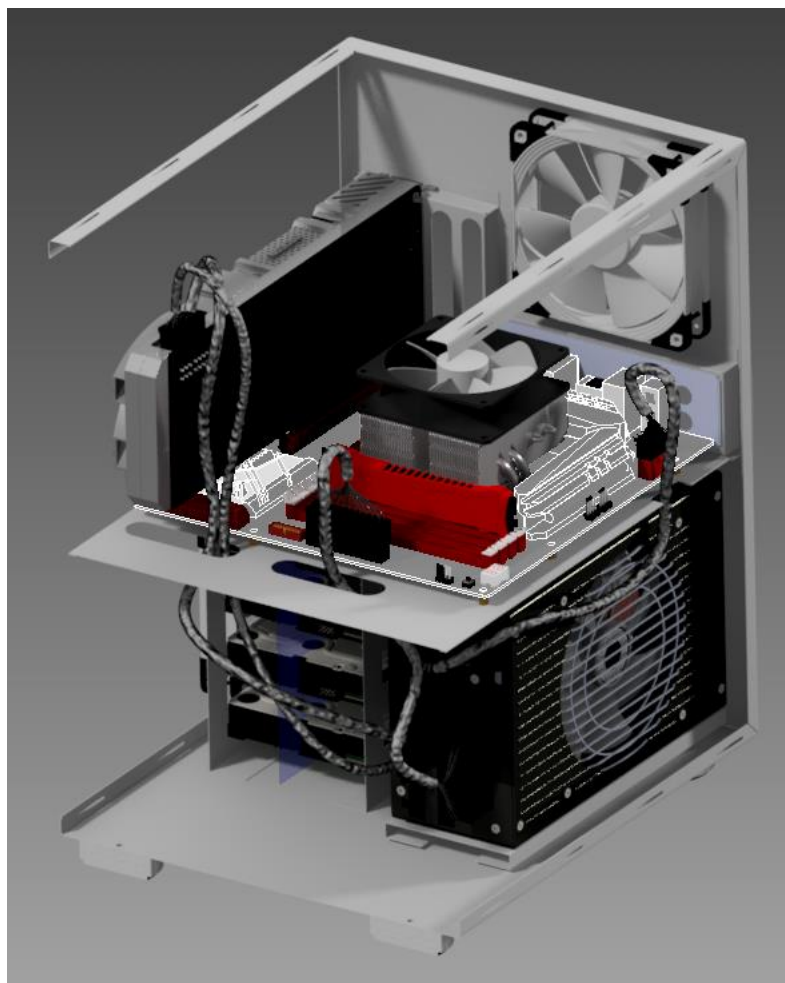
На слици 5.2 могу да се виде отвори на скелету кућишта за додатне вентилаторе који су у нивоу матичне плоче и отвори за екстерне прикључке за матичну плочу, док на нивоу испод матичне плоче могу да се виде отвори за монтажу напајања и за приступ HDD.



Слика 5. 3 Приказ кућишта са већином инсталираних компоненти

На слици 5.3 приказано је кућиште са инсталираним компонентама при чему се може уочити да су компоненте које се прикључују директно на матичну плочу заједно са матичном плочом издвојене од остатка компоненти. То је зато, што те исте компоненте имају највеће топлотно оптерећење и тиме захтевају најинтензивније хлађење. Изоловањем компоненти са највећим топлотним излазом од остатка система смањује се међусобно загревање компоненти и смањује потреба за хлађењем компоненти са мањим топлотним излазом. Напајање је постављено по углом од 90° да

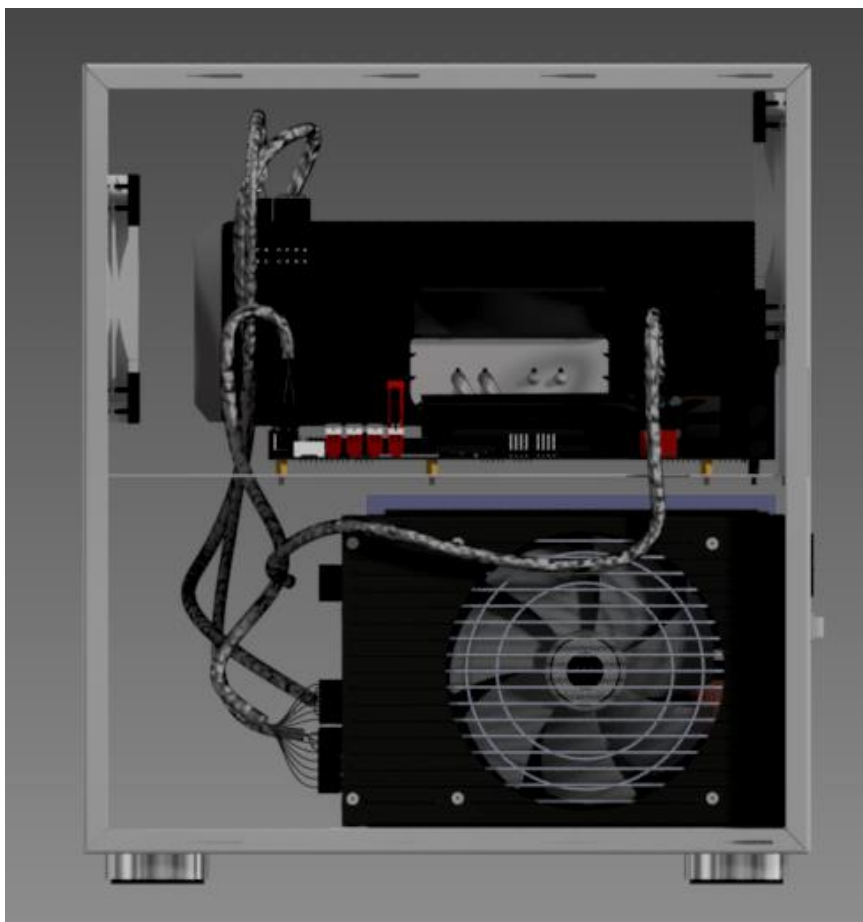
би могло да се хлади ваздухом из околине директно, а не да циркулише већ топао ваздух из кућишта и подиже температуру целом систему. Оваква оријентација напајања омогућава постављање кућишта на меке подлоге, попут тепиха. Вентилатори су оријентисани тако да два предња усисавају хладан ваздух, док задњи избацује топао ваздух. Ова асиметрија протока ваздуха је честа појава на кућиштима са филтерима за прашину, јер већи број усисних вентилатора повећава ваздушни притисак у кућишту тек толико да умањи улазак прашине у кућиште слободним струјањем ваздуха, тако да се највећи део прашине скупља на филтерима за прашину.



Слика 5. 4 Пресек кућишта са прикљученим кабловима

На слици 5.4 могу да се виде напонски каблови и њихове предвиђене путање кроз кућиште. Оваквим распоредом каблова смањујемо препреке протоку ваздуха кроз горњу половину кућишта где је неометан проток и најпотребнији. Отвори у носећој плочи омогућавају ефикасно спровођење каблова до одговарајућих компоненти. Такође, се може видети напајање у бочно положеном положају што му омогућава да вентилатором усисава ваздух ван кућишта што му даје независан проток ваздуха и спушта радну температуру. Оваква композиција напајања је такође омогућила да се кућиште сузи на ширину mATX плоче и да се постави кавез за 3.5" уређаје поред. У колико би напајање било у уобичајеном положају и усисавало ваздух са доње стране, било би потребно преоријентисати 3.5" кавез, при чему би HDD-овима оса ротације дискова била управна на осу деловања силе земљине теже. Ово није значајан проблем за

HDD али произвођачи препоручују да оса ротације диска и оса деловања силе земљине теже буду макар приближно подударне.

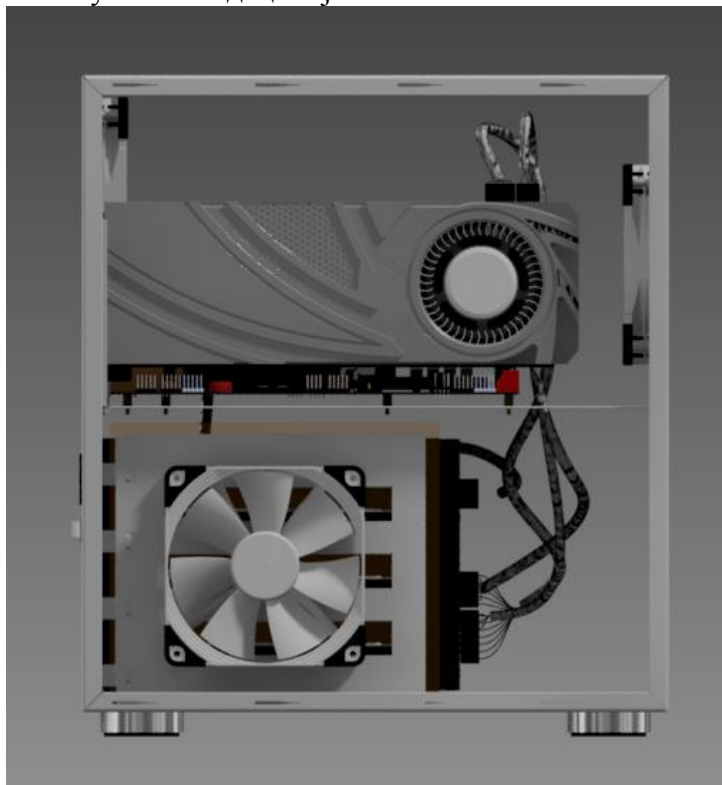


Слика 5. 5 Поглед на кућиште са десне стране

Пројектовање кућишта за лични рачунар на први поглед делује једноставно због релативно једноставних кућишта на тржишту али као што је то најчешће случај, једноставност производа не значи и да је процес, чији је резултат исти производ, био једноставан. На тржишту које је презасићено производима који су превише слични један другоме, произвођачи покушавају да учине свој производ, макар и привремено јединственим и посебним. Овакав приступ је резултовао кућиштима, обојеним разним јарким и живописним бојама раних 2000их година, после чега су произвођачи покушавали да се истакну осветљењем и додатним вентилаторима. Тек једну деценију касније су почели да се устаљују произвођачи који су правили „зрела“, технички осмишљена кућишта, попут „Fractal Design“, „Corsair“ и „Lian Li“. Ова кућишта су карактеристична по минималистичком изгледу, брушеним металним површинама, неутралних боја од црне, сиве и беле, све до елоксираног алуминијума. Карактеристична су четвртаста кућишта, где се ивице обарају само довољно да се корисник не повреди при руковању кућиштем. Осветљење је минимално, ако га уопште има, филтери за прашину су постављени на већини уисних места за вентилаторе, што смањује потребу за честим чишћењем. Естетски изглед предметног кућишта је инспирисан поменутом филозофијом дизајна али иде и корак даље у неким аспектима.

Постоје бројни разлози зашто се већина произвођача држи опробаног, раванског распореда компоненти. По питању искоришћења простора, овакав распоред је међу

најефикаснијим распоредима на тржишту, зато смо и видели врло мало промена од раних 90их година, како због ефикасног распореда компоненти, тако и због формата матичних плоча који се нису мењали деценијама.



Слика 5. 6 – Поглед на кућиште са десне стране

При организацији унутрашњости кућишта, постоје бројни фактори на које конструктор мора да обрати пажњу и има на уму при конципирању производа:

- Хладњак за процесор мора да има неометан пут протока ваздуха
- САТА каблови за хард дискове не могу да буду веома дугачки због деградације сигнала, тако да путања каблова од хард диска до матичне плоче мора да буде релативно кратка ($<300\text{ mm}$),
- Могућност ефикасног спровођења каблова,
- Омогућен проток ваздуха свим компонентама. Пожељно је да се исте те компоненте расхлађују ваздухом из околине, а не унутрашњости кућишта,
- Лак приступ и могућност измене хард дискова (хотсваповање, односно измена хард диска док је систем у раду),
- Лак приступ уграђивању свих компоненти. Овај аспект постаје тежи да се оствари како расте ефикасност искоришћења унутрашњег простора кућишта,
- Једноставна конструкција, ради лакше и брже производње,
- Компатибилност са разном додатном опремом, од већих вентилатора до размењивача топлоте за системе течног хлађења,
- Естетски изглед кућишта,
- Ергономија кућишта и
- Предњи прикључци за периферне уређаје.

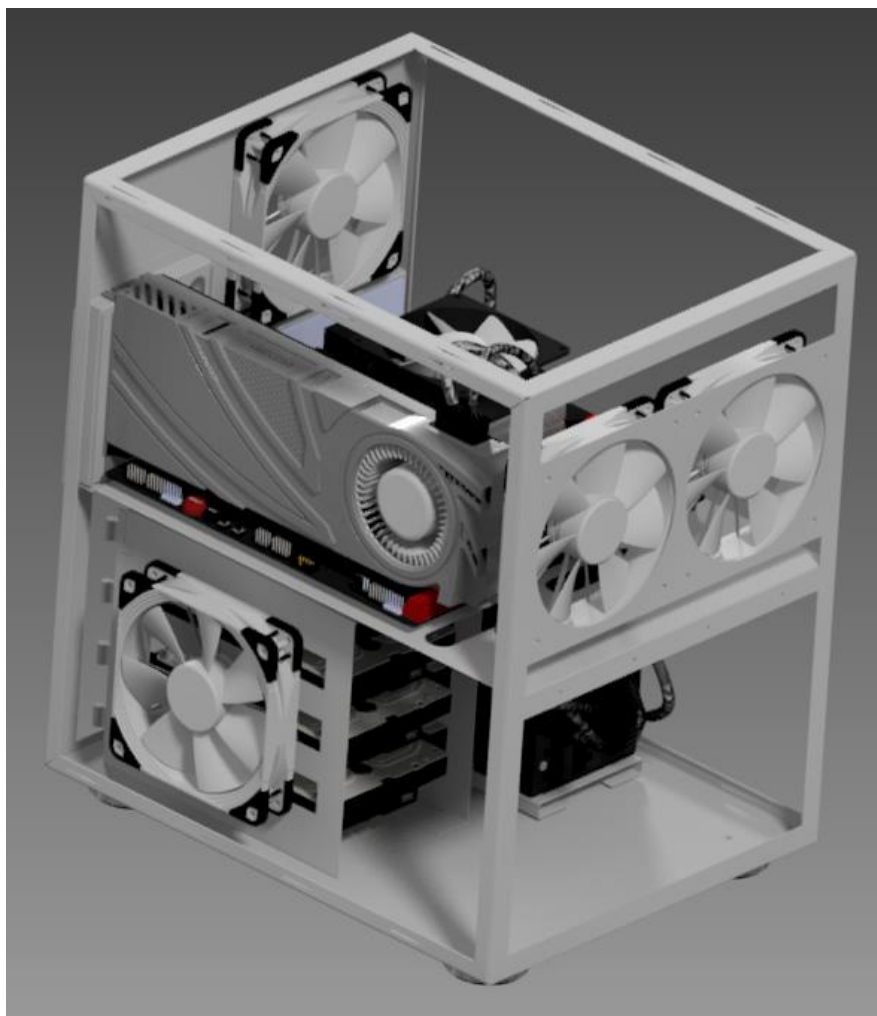
Већа ефикасност искоришћења простора у кућишту доводи до ниже цене производње, јер се за исте димензије и број компоненти користи мање материјала за

израду кућишта, што оставља произвођачу могућности додавања додатних функција, вентилатора, прикључака или само ниже продајне цене. Са друге стране, ова кућишта су веома подложна прегревању, поготову ако нису присутни додатни вентилатори и ако је велики број 3.5“ и 2.5“ уређаја уграђен у кавез. Филтери за прашину и предња врата на квалитетнијим моделима би само погоршали овај проблем. То је примарни проблем који ово кућиште решава.



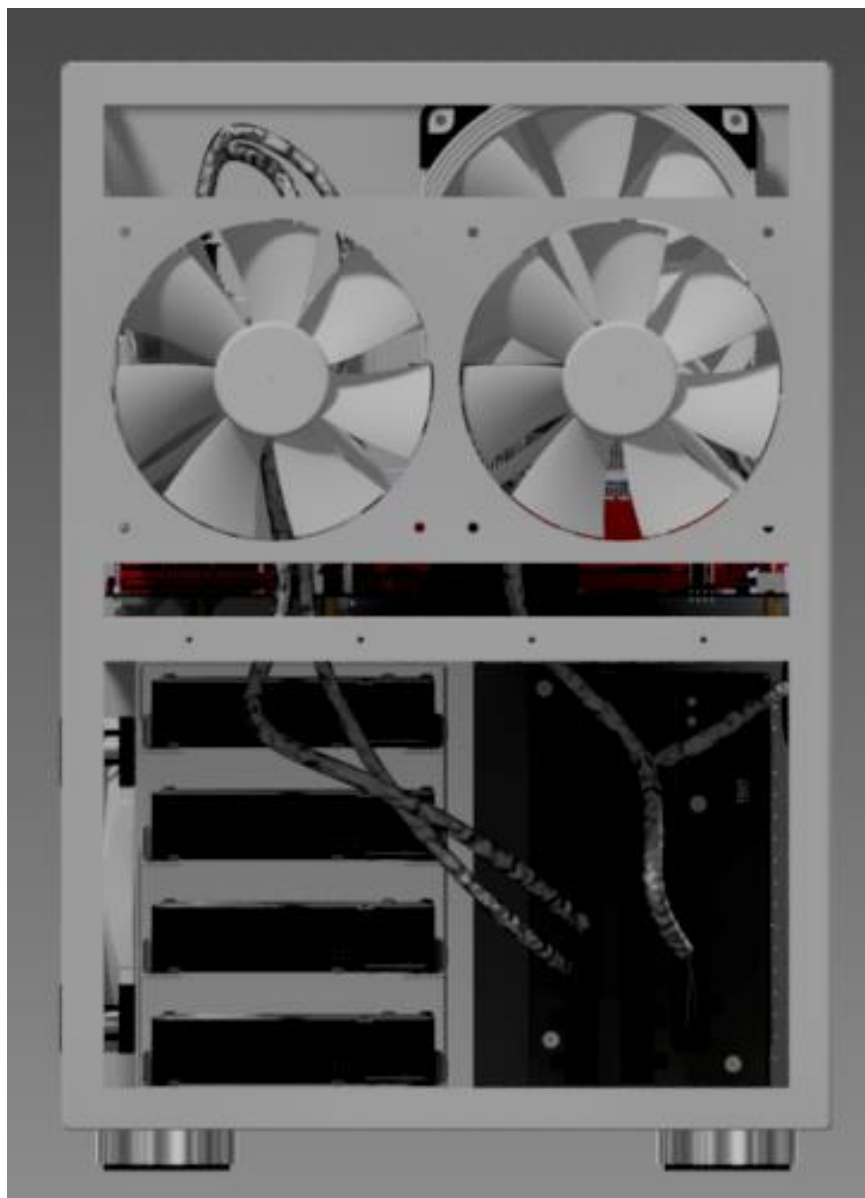
Слика 5.7 – Поглед на кућиште одозго.

Као што је претходно наведено, „најтоплије“ компоненте су у горњој половини кућишта где проток ваздуха није спутан кавезима за хард дискове, кабловима или 5.25“ уређајима. Оваква подела протока ваздуха смањује потребу за хлађењем доњих компоненти, јер су мање изложене топлом ваздуху од горњих компоненти.



Слика 5.8 Концепт кућишта са уграђеним компонентама

При пројектовању овог кућишта, једноставна контрола ослобођене топлоте је била примаран циљ. Једноставна, у смислу да могу да се обезбеде боље топлотне карактеристике уз што једноставнију конструкцију, а да се при томе не изгубе додатне функције који многи корисници и ентузијаста траже као резултат компромиса.

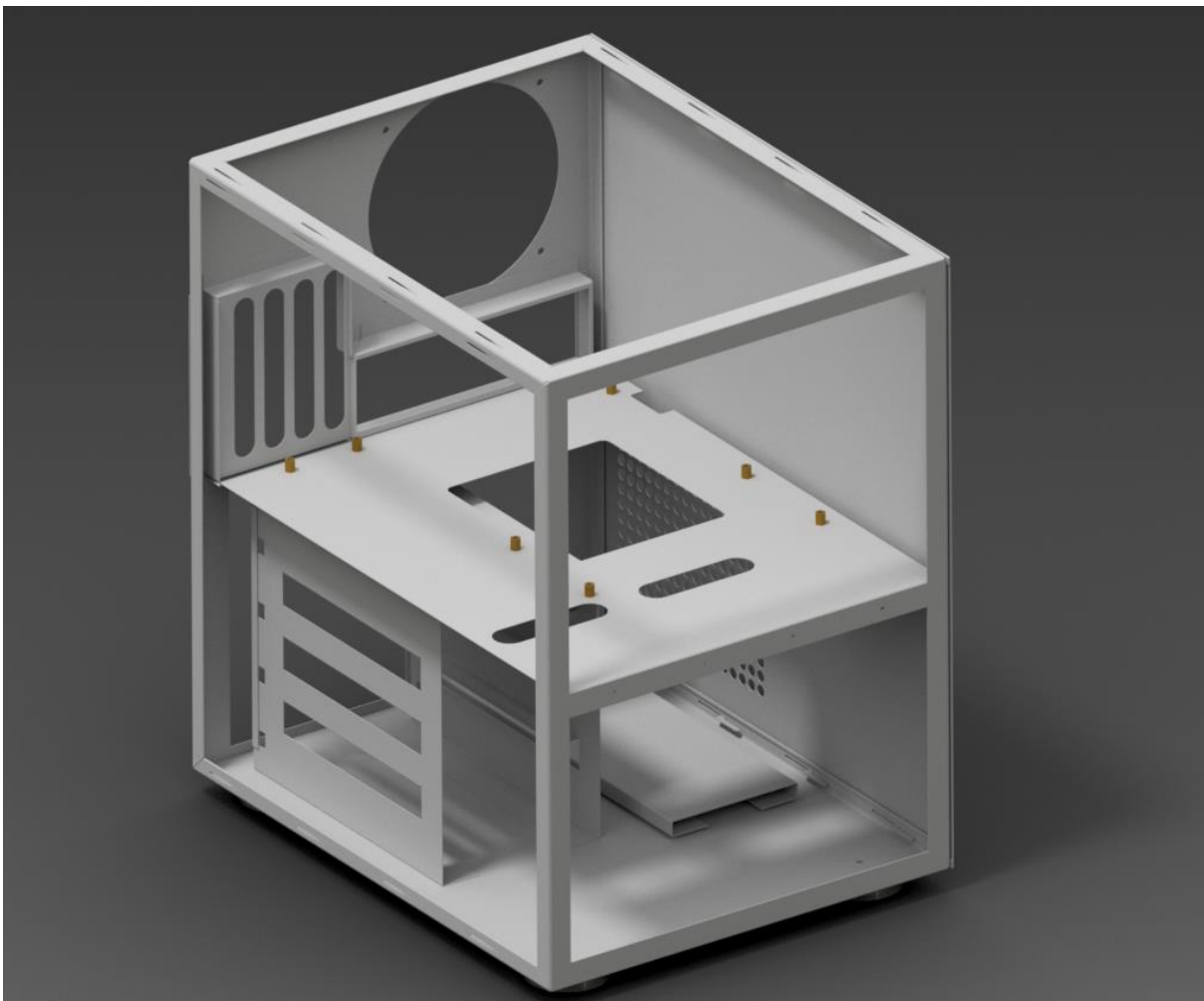


Слика 5.7 – Приказ кућишта са предње стране.

Предложени концепт кућишта има веће габаритне мере од класичних високих кућишта првенствено због раздвајања уређаја за чување података и напајања од остатка компоненти.

Оваквим концептом решено је неколико проблема који су чести код стандардних кућишта (слике 5.8, 5.9 и 5.10):

1. Предњи вентилатори су постављени ближе компонентама које ослобађају највише топлоте у рачунару (Процесор, графичке картице).
2. Проток хладног ваздуха до најтоплијих компоненти није отежан кавезом за уређаје за чување података или сувишним кабловима.
3. Уређајима за чување података може се лако приступити отварањем задњег поклопца, без потребе да се скида панел са стране.
4. Простор за сувишне каблове не модуларних напајања је предвиђен у предњем доњем делу кућишта чиме се смањује ометање протока ваздуха.



Слика 5.10 – Приказ кућишта без компоненти.

6 ЗАКЉУЧАК

Конструкција кућишта персоналног рачунара је скопчана са низом захтева и проблема. Посебна пажња, приликом осмишљавања предметног кућишта је посвећена стабилном и неометаном контролом и одвођењем ослобођене топлоте. Једноставна конструкција у циљу обезбеђења бољих топлотних карактеристике уз што једноставнију конструкцију, а да се при томе не изгубе додатне функције који многи корисници и ентузијастички траже, била је идеја водилца, при реализацији конструкционог решења предметног кућишта.

У раду је предложен концепт кућишта, који има веће габаритне мере од класичних високих кућишта, која се могу наћи на тржишту, првенствено због раздвајања уређаја за чување података и напајања од остатка компоненти.

Оваквим концептом решено је неколико проблема који су чести код стандардних кућишта и то: предњи вентилатори се постављају ближе компонентама које ослобађају највише топлоте у рачунару (процесор, графичке картице), проток хладног ваздуха до најтоплијих компоненти није отежан кавезом за уређаје за чување података или сувишним кабловима, уређајима за чување података може се лако приступити отварањем задњег поклопца, без потребе да се скида панел са стране, простор за сувишне каблове немодуларних напајања је предвиђен у предњем доњем делу кућишта.

Решење кућишта је оригинално, колико то масовна и разнолика производња рачунара дозвољава, засновано пре свега на критеријуму олакшаног и стабилног функционисања елемената рачунара.

7 ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://www.asus.com/> приступљено 25.04.2016.
- [2] <http://www.lian-li.com/en/> приступљено 26.12.2016.
- [3] <https://www.msi.com/> приступљено 25.04.2016.
- [4] <http://www.gigabyte.com/> приступљено 25.04.2016.
- [5] <http://noctua.at/> приступљено 25.04.2017.
- [6] <https://www.techpowerup.com/cpubdb/images/cpus/1459.jpg> прступљено 30.08.2016.
- [7] <http://www.silentpcreview.com/article169-page3.html> приступљено 30.08.2016.
- [8] http://www.arnnet.com.au/article/358774/ati_re-branded_amd/приступљено 05.09.2016.
- [9] <http://www.pcper.com/> приступљено 13.01.2017.
- [10] <https://www.overclockers.co.uk/> приступљено 03.06.2017.
- [11] <http://www.corsair.com/> приступљено 03.06.2017.
- [12] www.dfma.com/приступљено 03.06.2017.
- [13] Waguespack C.: Mastering Autodesk® Inventor® 2015 and Autodesk® Inventor LT™ 2015, John Wiley & Sons, ISBN: 978-1-118-91006-1, 2014
- [14] Jamnia A.: Practical Guide to the Packaging of Electronics, Thermal and Mechanical Design and Analysis, CRC Press, Taylor&Francis Group, ISBN: 978-1-4200-6531-2, 2009.
- [15] Eppinger S., Ulrich K.: Product Design and Development, ISBN: 978-007-108695-0, McGraw-Hill, 2012.
- [16] Chang K. H.: Product Design Modeling using CAD/CAE, Academic Press, ISBN: 978-0-12-398513-2, 2014.
- [17] Haskell B: Portable Electronics Product Design and Development, McGraw Hill, ISBN 0-07-141639-0, 2004.
- [18] Марјановић Н.: Методе развоја производа, Факултет инжењерских наука, Скрипта са предавања, 2016.

8 ПРИЛОГ

8 . 1 ТЕХНИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА

Слика 8. 1 Цртеж предње плоче

Слика 8. 2 Цртеж десне плоче

Слика 8. 3 Цртеж леве плоче

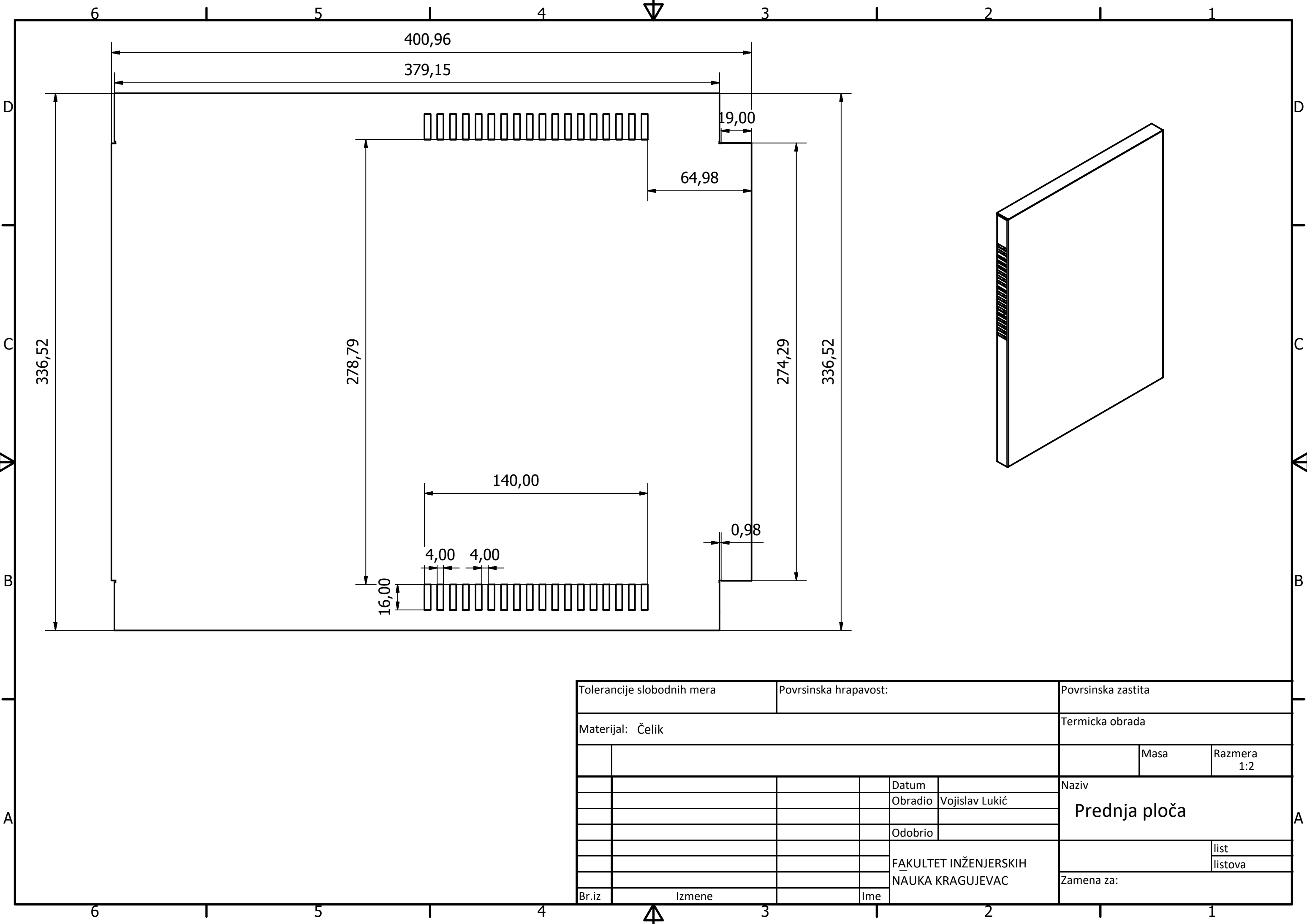
Слика 8. 4 Цртеж горње плоче

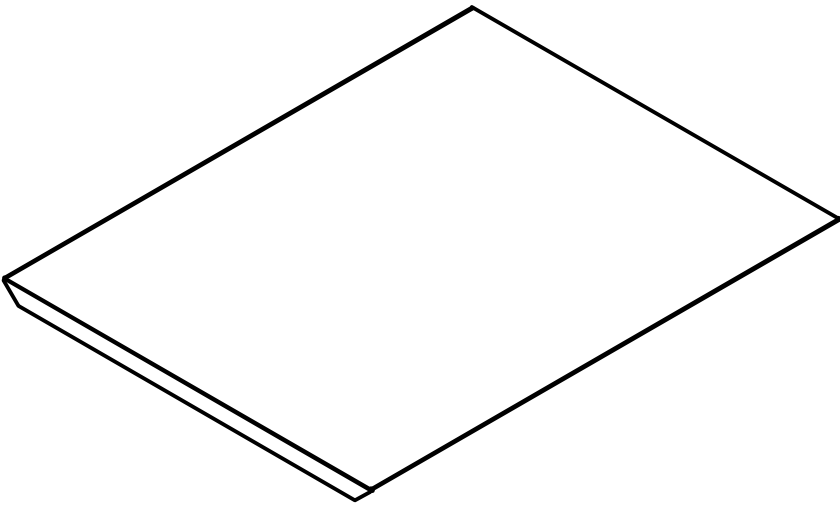
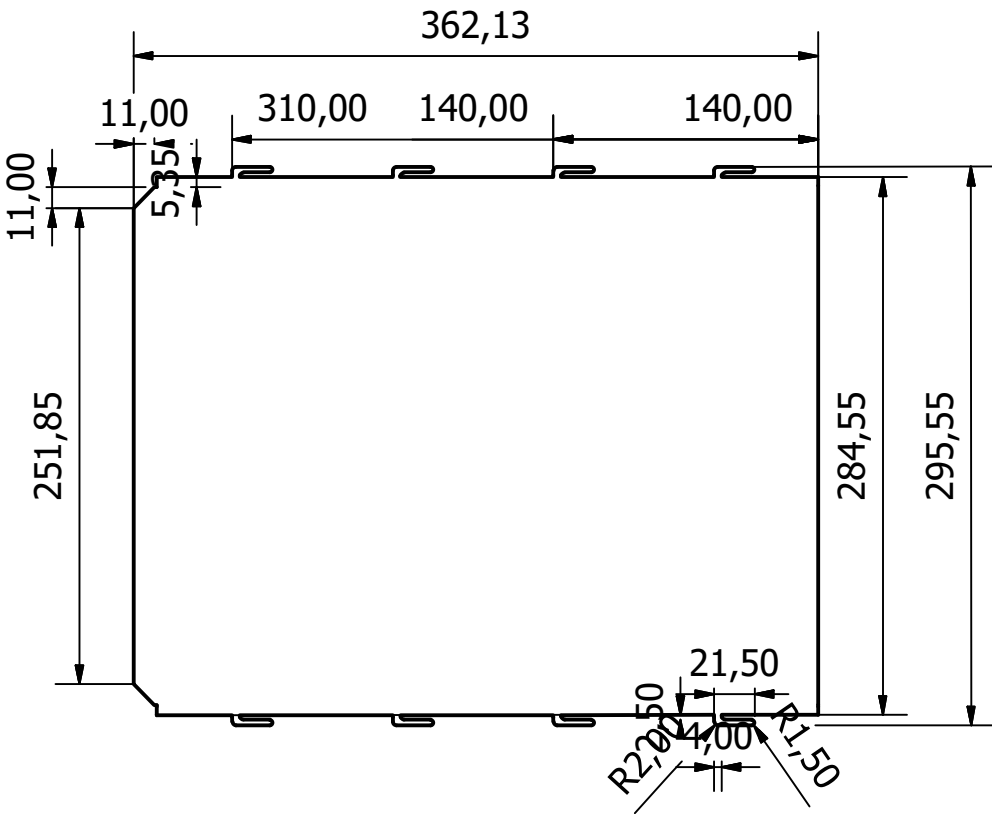
Слика 8. 5 Цртеж носеће плоче матичне плоче

Слика 8. 6 Цртеж подлоге за напајање

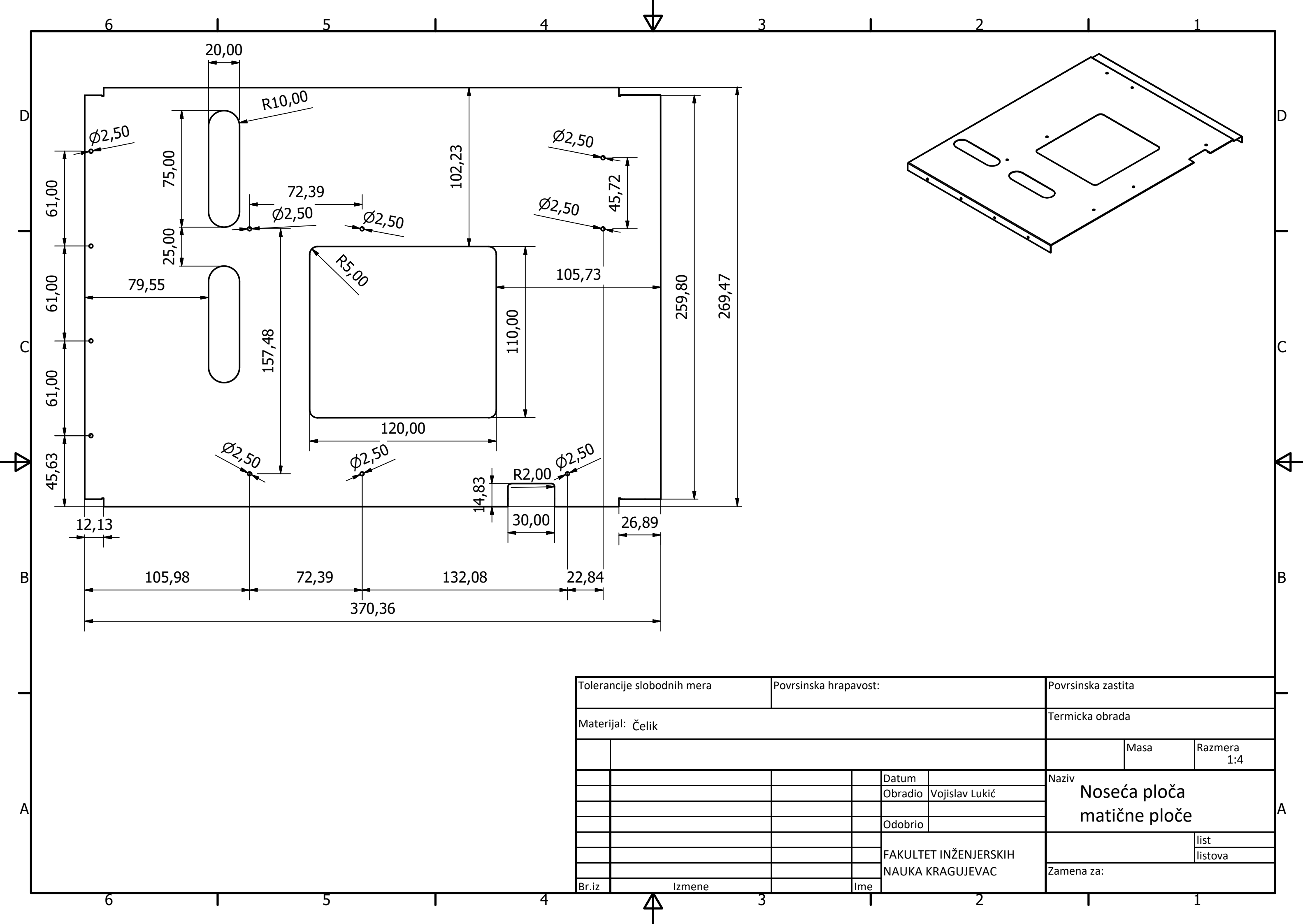
Слика 8. 7 Цртеж кавеза за HDD-ова

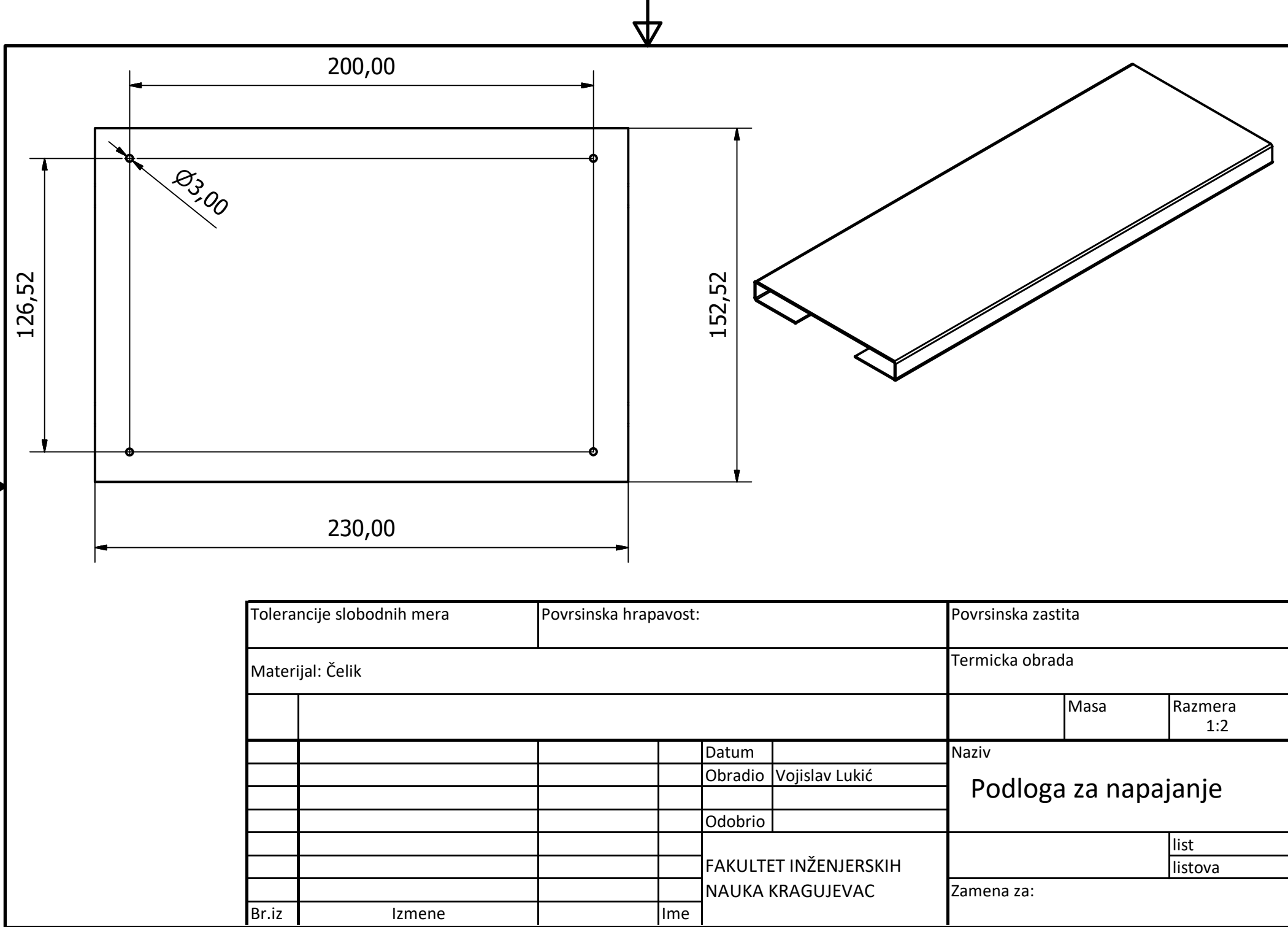
Слика 8. 8 Цртеж носеће структуре кућишта

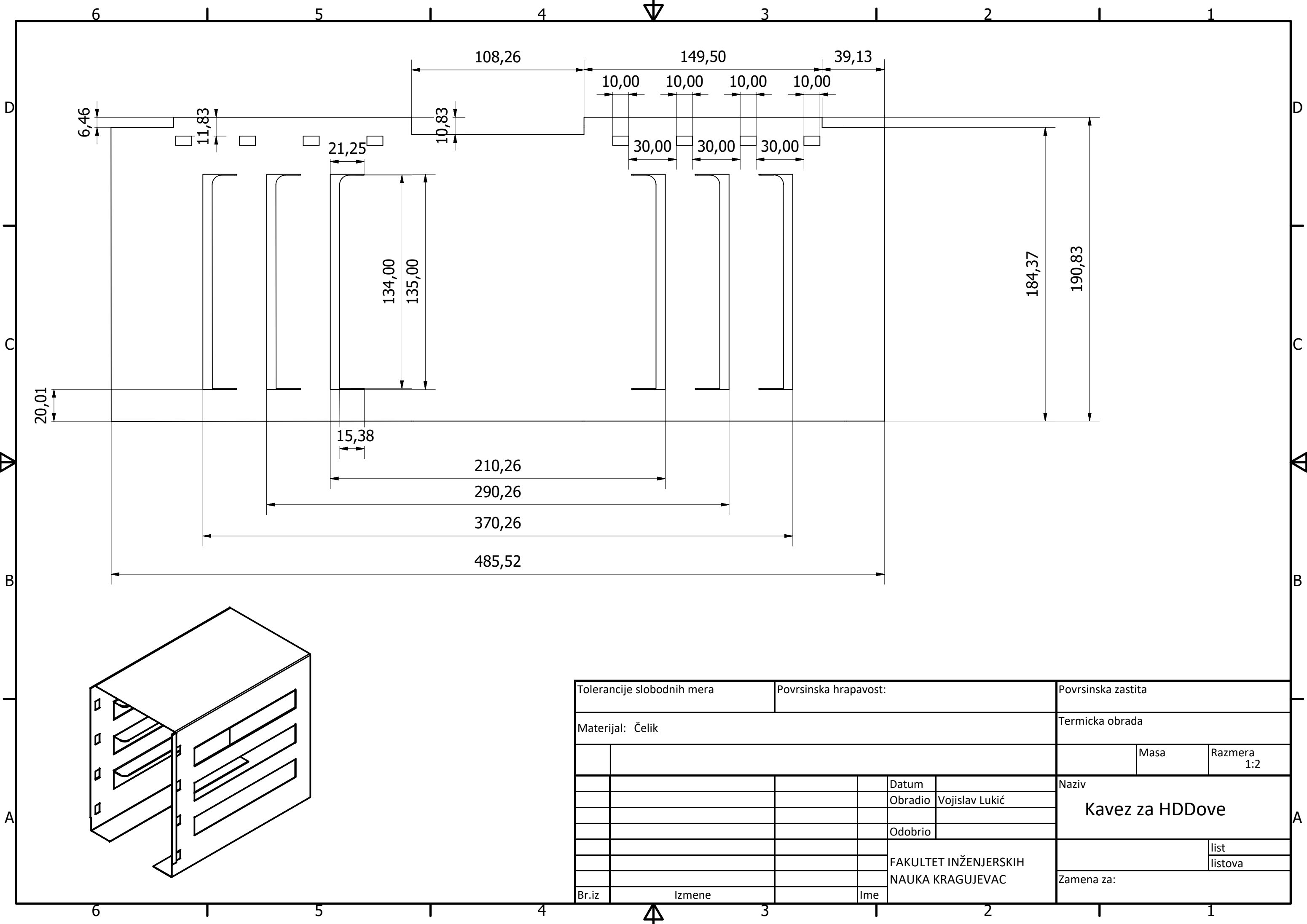




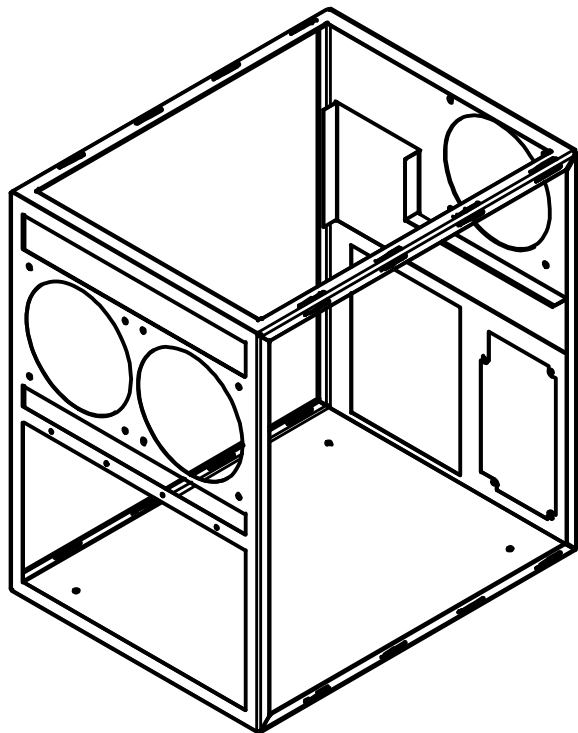
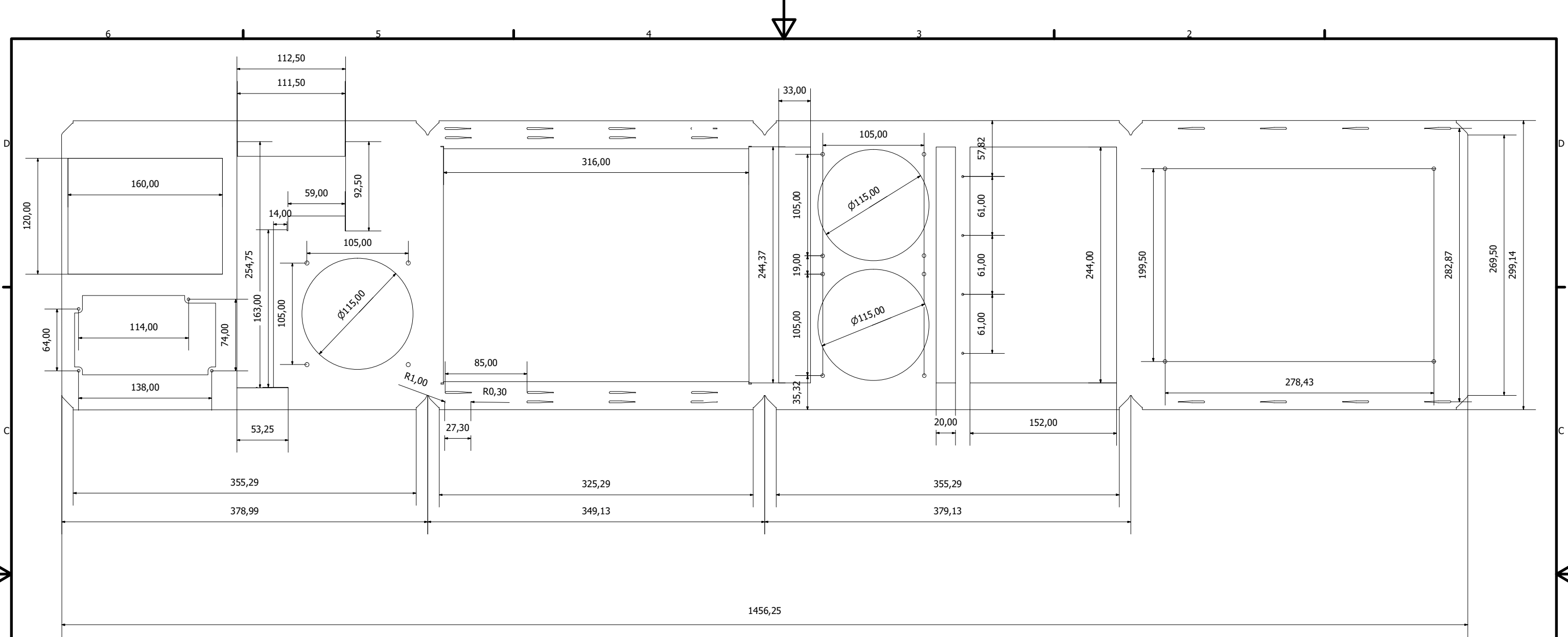
Tolerancije slobodnih mera			Povrsinska hrapavost:			Povrsinska zastita		
Materijal: Čelik						Termicka obrada		
							Masa	Razmera 1:4
				Datum		Naziv Gornja ploča		
				Obradio	Vojislav Lukić			
				Odobrio				
				FAKULTET INŽENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC				list
								listova
Br.iz	Izmene			Ime	Zamena za:			







Tolerancije slobodnih mera			Povrsinska hrapavost:			Povrsinska zastita		
Materijal: Čelik						Termicka obrada		
							Masa	Razmera 1:2
				Datum		Naziv Kavez za HDDove		
				Obradio	Vojislav Lukić			
				Odobrio				
				FAKULTET INŽENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC				list
								listova
Br.iz	Izmene			Ime	Zamena za:			



Tolerancije slobodnih mera			Povrsinska hrapavost:				Povrsinska zastita			
Materijal: Čelik							Termicka obrada			
								Masa	Razmera 1:4	
				Datum			Naziv Noseći skelet kućišta			
				Obradio	Vojislav Lukić					
				Odobrio						
				FAKULTET INŽENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC						list
										listova
Br.iz	Izmene			Ime	Zamena za:					