

INFORMACIJA

o realizaciji projekta „Unaprijeđenje energetske efikasnosti u javnim zgradama“, sa prijedlogom za dalju implementaciju projekta

1. Informacija o realizaciji projekta

Projekat „Unaprijeđenje energetske efikasnosti u javnim zgradama“ se realizuje po osnovu Ugovora o kreditu i Ugovora o grantu, potpisanim u decembru 2019. godine i Posebnog ugovora, potpisanog u avgustu 2020. godine, između Vlade Crne Gore i KfW banke.

Za realizaciju projekta obezbijedena su sredstva iz kredita KfW banke u iznosu od 45 miliona eura, zatim grant od strane Evropske komisije, preko Regionalnog fonda za energetske efikasnost (Reep Plus), kroz Western Balkan Investment Framework (WBIF) u iznosu od 4.785.067,87 eura. Takođe, predviđeno je i da Vlada Crne Gore obezbijedi sopstveni doprinos do iznosa od 10 miliona eura.

Za implementaciju projekta zaduženo je Ministarstvo kapitalnih investicija, u saradnji sa Ministarstvom prosvjete, Ministarstvom finansija, Ministarstvom rada i socijalnog staranja i Upravom za katastar i državnu imovinu.

Cilj projekta je poboljšanje energetske efikasnosti u odabranim administrativnim objektima, obrazovnim i socijalnim ustanovama, za koje se troškovi za energiju i vodu pokrivaju iz budžeta Crne Gore, kao i podršku u ispunjavanju obaveza propisanih Zakonom o efikasnom korišćenju energije, a koje su proizašle iz EU direktiva. Osim navedenog, smatra se da će postizanje cilja projekta doprinijeti smanjenju emisije gasova sa efektom staklene bašte i postizanju planiranog nacionalno određenog doprinosa (INDC/ PNOD). Takođe, očekuje se i pozitivan uticaj na upošljavanje domaćih građevinskih i konsultantskih firmi, što treba da doprinese održavanju kontinuiteta njihovih prihoda, kao i očuvanju postojećih i stvaranju novih radnih mjesta.

Projektom će biti obuhvaćeno sledeće:

- izgradnja administrativnog objekta površine 5000-8000 m², za potrebe državnih organa, koji će biti projektovan i izgrađen po visokim standardima energetske efikasnosti;
- rekonstrukcija i adaptacija administrativnih objekata u nadležnosti Uprave za katastar i državnu imovinu, a sve u skladu sa Planom rekonstrukcije službenih zgrada u državnoj svojini za period 2020-2022.godine, što predstavlja obavezu proizašlu iz transponovanja EU Direktive o energetske efikasnosti;
- rekonstrukcija i adaptacija obrazovnih i socijalnih ustanova sa ciljem optimizacije potrošnje energije i poboljšanja uslova za boravak i rad korisnika, a sve u cilju ispunjenja obaveza definisanih Zakonom o efikasnom korišćenju energije ("Sl. list Crne Gore" br. 57/14, 03/15 i 25/19);
- implementacija Centralnog informacionog sistema za monitoring potrošnje energije i vode u javnom sektoru i podrška javnom sektoru u uspostavljanju sistema za energetske menadžment, što takođe predstavlja zakonom definisanu obavezu;
- realizacija niza pratećih mjera koje su podrška implementaciji zakonske regulative, a koje su većinom proizašle iz EU Direktive o energetske efikasnosti i Direktive o energetske performansama zgrada,
- prateće konsultantske usluge.

Planirano da se veći dio sredstava iz kredita (do 60%) koristi za finansiranje radova na primjeni mjera energetske efikasnosti, dok bi se preostala sredstva koristila za finansiranje pratećih radova, neophodnih za pripremu objekta za primjenu mjera energetske efikasnosti ili za njihovu zaštitu, odnosno radova na poboljšanju uslova za boravak i rad korisnika, kao i pratećih konsultantskih usluga.

Osim navedenog, za potrebe finansiranja radova, koje je neophodno izvesti na pojedinim objektima, a koji se ne mogu finansirati iz sredstava kredita, Vlada Crne Gore će u skladu sa Posebnim ugovorom, obezbijediti sopstveni doprinos u iznosu od 10 miliona eura. Planirano je da se sredstva iz sopstvenog doprinosa koriste za:

- nabavku zemljišta i plaćanje usluga komunalnog opremanja za izgradnju novog objekta, kao i za nabavku namještaja i opreme (4 miliona eura);
- sufinansiranje rekonstrukcije objekta H u Domu za stare „Grabovac“ u Risnu (1,5 milion eura);
- unaprijeđenje uslova za rad u obrazovnim ustanovama (dodatni radovi na obezbjeđenju pristupačnosti, radovi na unaprijeđenju računarske mreže, dodatna sredstva za rekonstrukciju sportskih sala, dodatna sredstva za rekonstrukciju učionica i sl.) (4,5 miliona eura).

Implementacija projekta je počela u julu 2020. godine sa rokom završetka do decembra 2026. godine.

Od početka implementacije projekta do kraja oktobra 2022.godine sprovedene su sledeće aktivnosti:

- Pripremljena je tenderska dokumentacija i sproveden tenderski postupak za odabir konsultantske firme za podršku pri implementaciji projekta. Ugovor sa Konsultantom na implementaciji projekta je potpisan u februaru 2022.god. Realizacija ugovora je u toku;
- Pripremljena je tenderska dokumentacija, sproveden tenderski postupak i odabran Konsultant za izradu Detaljnih energetskih pregleda. Realizacija ugovora je u toku;
- Pripremljena je tehnička dokumentacija za rekonstrukciju objekta H u Domu za stare „Grabovac“ u Risnu, kao i tehnička dokumentacija za adaptaciju JU OŠ „Njegoš“ Kotor, JU Srednja ekonomsko-ugostiteljska škola Nikšić i JU Gimnazija „25.maj“ Tuzi;
- Završen je pretkvalifikacioni postupak za tender za izvođenje radova na rekonstrukciji i adaptaciji objekta H u Domu za stare „Grabovac“ u Risnu, JU OŠ „Njegoš“ Kotor, JU Srednja ekonomsko-ugostiteljska škola Nikšić i JU Gimnazija „25.maj“ Tuzi;
- U toku je tenderski postupak za odabir izvođeča radova na rekonstrukciji i adaptaciji objekta H u Domu za stare „Grabovac“ u Risnu (klaster I);
- U toku je priprema tenderske dokumentacije za rekonstrukciju i adaptaciju JU OŠ „Njegoš“ Kotor, JU Srednja ekonomsko-ugostiteljska škola Nikšić i JU Gimnazija „25.maj“ Tuzi (klaster III);
- U toku je implementacija Centralnog informacionog sistema za monitoring potrošnje energije i vode u javnom sektoru, koji se realizuje u tri faze. Faza I je završena. Kako bi se nastavilo sa fazama II i III neophodno je potpisivanje aneksa ugovora;
- Završena je analiza lokacije na kojoj je planirana izgradnja novog administrativnog objekta.

2. Informacija o izgradnji novog objekta

Na sjednici Vlade Crne Gore, koja je održana 14. oktobra 2021. godine, usvojena je informacija o korišćenju dijela parcela k.p.2221/2 i k.p.2215/1 KO Podgorica II, koje spadaju u UP5, zona B, DUP „Nova Varoš 2“ radi izgradnje administrativnog objekta za potrebe državnih organa, kroz projekat „Unaprijeđenje energetske efikasnosti u javnim zgradama“. Zaključkom sa iste sjednice data su zaduženja vezano za pribavljanje Urbanističko-tehničkih uslova.

Na osnovu pribavljenih Urbanističko-tehničkih uslova, izvršena je analiza lokacije i izvršeni su proračuni, radi analize mogućnosti postizanja *Energy Puls* standarda ili standarda za zgrade *Nulte potrošnje*. Zaključak navedenih analiza je sledeći:

- na lokaciji postoji objekat koji nije završen, a za koji nisu obezbijeđena parking mjesta, pa ih je neophodno obezbijediti u ostalom dijelu parcele;
- na preostalom dijelu parcele je moguće izgraditi dva objekta ukupne površine nadzemnih etaža 11.000 m² sa zajedničkom podzemnom garažom površine 12.000m²;
- površina novih objekata na predmetnoj lokaciji je 23.000m², dok je u okviru projekta planirana izgradnja objekta površine 5000-8000m², što znači da će troškovi biti značajno veći od planiranih;
- položaj i geometrija objekta su takvi da nije moguće postići uslove standarda *Energy Puls* pri čem je vrlo zahtjevno zadovoljiti uslove standarda *Nulte potrošnje (NZEB Plus)*;
- analizom lokacije je zaključeno da bi parcijalna izgradnja bila vrlo složena.

Kako na predmetnoj lokaciji nije moguće izgraditi objekat koji bi ispunjavao ciljeve projekta, tj. objekat u skladu sa *Energy Puls* standardom ili standardom za zgrade *Nulte potrošnje (NZEB Plus)*, niti je moguće iz sredstava projekta finansirati izgradnju objekta veličine predviđene planskom dokumentacijom, neophodno je definisati način korišćenja sredstava planiranih za izgradnju navedenog objekta, a sve iz razloga da bi se omogućila implementacija projekta i smanjili troškovi vezani za kašnjenje u povlačenju sredstava.

Predlažu se dvije opcije:

- preusmjeravanje sredstava na izgradnju objekta sa Jedinственe liste prioriternih infrastrukturnih objekata, a koji je u nadležnosti ministarstva/institucije, koje su uključene u realizaciju ovog projekta, tj. u nadležnosti Ministarstva prosvjete, Ministarstva rada i socijalnog staranja ili Uprave za katastar i državnu imovinu;
- preusmjeravanje sredstava na rekonstrukciju i adaptaciju obrazovnih ustanova.

Opcija koja se predlaže za usvajanje jeste izgradnja Studentskog doma na Cetinju. Objekat se nalazi na Jedinствenoj listi prioriternih infrastrukturnih projekata po brojem 1.1.2 (Sektor društvene djelatnosti) i u nadležnosti je Ministarstva prosvjete. Lokacija za izgradnju objekta je obezbijeđena i u vlasništvu je države Crne Gore, dok parcelom raspolaže Univerzitet Crne Gore. Takođe, ne postoje prepreke vezane za pribavljanje Urbanističko-tehničkih uslova. Planirani objekat je površine do 3000m² nadzemnih etaža i kapaciteta za smještaj 180 studenata.

Preostala sredstva, predviđena projektom za izgradnju novog objekta, bi se koristila za rekonstrukciju i adaptaciju obrazovnih ustanova.

Rok za povlačenje sredstava iz kredita decembar 2026. godine. Za postupak konkursa, izrade tehničke dokumentacije, sprovođenje tenderskog postupka neophodno je najmanje 18 mjeseci, dok je za izvođenje radova neophodno najmanje 24 mjeseca, tako da je implementacija ovog segmenta projekta u kritičnoj fazi.

Raspisivanje javnog konkursa za novu administrativnu zgradu bilo je predviđeno za mart 2022.godine, i nije realizovano iz navedenih razloga, tako da već postoji kašnjenje u implementaciji projekta, koje izaziva troškove vezane za povlačenje sredstava, tako da je neophodno donijeti odluku o preusmjeravanju sredstva.

Za prijedlog za izmjenu postoji saglasnost Koordinacionog odbora, koji je zadužen za praćenje realizacije projekta, a koji čine predstavnici Ministarstva kapitalnih investicija, Ministarstva prosvjete, Ministarstva vanjskih poslova i Uprave za imovinu.

Aneks 1 - Zapisnik sa XI sjednice Koordinacionog odbora

Aneks 2 - Analiza lokacije pripremljena od strane Studio Synthesis (izvod)

Aneks 3 - Proračun energetske karakteristike zgrada sa preporukom, pripremljena od strane Fraunhofer Instituta, sa prevodom

Aneks 1 - Zapisnik sa XI sjednice Koordinacionog odbora

**XI sjednica Koordinacionog odbora
za realizaciju projekta "Unaprijeđenje energetske efikasnosti u javnim zgradama"**

Zapisnik

Projekat: Unaprijeđenje energetske efikasnosti u javnim zgradama u Crnoj Gori
Predmet: XI sjednica Koordinacionog odbora
Datum: 4. novembar 2022. godine
Mjesto: Ministarstvo kapitalnih investicija
Dostavljeno: **Ministarstvo kapitalnih investicija:** Admir Šahmanović, Nikola Vujošević
Ministarstvo prosvjete: Maša Stevović, Vesna Krivokapić
Ministarstvo finansija: Katarina Živković, Bojana Boljević
Ministarstvo rada i socijalnog staranja: Miloš Pejković
Uprava za katastar i državnu imovinu: Ljubiša Kojović, Zorica Golubović
Jedinica za implementaciju: Sandra Šipčić, Dražen Karadaglić
PMO/Fichtner: Udo becker, Viktor Marković
KfW: Ana Brailo

XI sjednica Koordinacionog odbora za realizaciju projekta "Unaprijeđenje energetske efikasnosti u javnim zgradama u Crnoj Gori " održana je sa slijedećim dnevnim redom:

1. Status projekta i odluke vezane za dalju implementaciju

1. Status projekta i odluke vezane za dalju implementaciju

1. Završen je pretkvalifikacioni postupak za odabir ponuđača za tendere za objekte iz klastera I (Dom za stare u Risnu) i klastera III (Srednja elektro-ekonomska škola Nikšić, Gimnazija „25.maj“ Tuzi, OŠ „Njegoš“ Kotor).
2. U toku je tenderski postupak za klaster I. Rok za dostavljanje ponuda je 22.12.2022.godine. Potpisivanje ugovora je planirano za mart 2023.god.
3. Tender za klaster III je u pripremi i biće dostavljen do 20.11.2022.god. Potpisivanje ugovora je planirano za april 2023.god. Ministarstvo prosvjete treba da imenuje svog predstavnika u tenderskoj komisiji za klaster II, najkasnije do kraja novembra 2022.godine.
4. Od 15.11.2022.god počinje snimanje postojećeg stanja i priprema podloga za objekte iz klastera IV i klastera VI. Izvođenje radova kod ove grupe objekata je planirano za 2024.godinu.
Ministarstvu finansija, Ministarstvu vanjskih poslova i Predsjedniku upućen je zahtjev da definišu termin kada bi moglo da se planira izvođenje radova u ovom objektu. Odgovor je dostavljen iz kabineta Predsjednika. Ostale institucije nisu dostavile odgovor.
Tehnička dokumentacija za rekonstrukciju i adaptaciju ovog objekta je spremna. Procijenjeno vrijeme za sprovođenje tenderskog postupka i izvođenje radova je 24 mjeseca. Sredstva rezervisana za ovaj klaster iznose 10% budžeta za cijeli projekat. Imajući u vidu kompleksnost cijelog procesa, koji uključuje obezbjeđenje alternativnog smještaja za korisnike i samo izvođenja radova, neophodno je da se odluka o realizaciji ovog dijela projekta donese najkasnije u martu/aprilu 2023.godine. Ukoliko se odluka po ovom pitanju ne donese do definisanog termina neophodno je da se razmotri mogućnost preusmjeravanja sredstava na rekonstrukciju i adaptaciju obrazovnih ustanova.
5. Raspisivanje javnog arhitektonskog konkursa za novu administrativnu zgradu je planirano za mart/april 2022.godine, ali je odloženo do daljnjeg. Naime, nakon analize lokacije i izrade proračuna o potrošnji došlo se do zaključka da objekat na lokaciji, koju obuhvataju k.p.2221/2 i k.p.2215/1 KO Podgorica II, koja je dodijeljena odlukom Vlade Crne Gore od 14.10.2022.godine, i izgrađen u skladu sa UTU-ima, ne može da zadovolji zahtjeve za postizanje NZEB+ ili ENPlus standarda. Takođe, potrebna sredstva za izgradnju značajno premašuju budžet projekta (opredijeljeno 10 mil EUR+4 mil za opremanje, potrebno 30 mil EUR, bez opremanja). S obzirom da je za ovaj segment projekta opredijeljeno 20% budžeta projekta, i obzirom da je vrijeme neophodno za realizaciju 4 godine, neophodno je da se donese odluka o daljim koracima. Prijedlog je da izgradnju ovog objekta zamjeni izgradnja Studentskog doma na Cetinju, koji se nalazi na Jedinstvenoj listi prioriternih infrastrukturnih projekata i u nadležnosti je Ministarstva prosvjete. Ovaj objekat je površine 3000m², nadzemnih etaža i uklapa se u predviđeni budžet. Navedeno bi omogućilo i da se tri obrazovne ustanove, koje su se nakon evaluacije našle na dnu liste (Rožaje, Gusinje i Plav) uključe u projekat.
Za Studentski dom ne postoje prepreke u planskoj dokumentaciji. Lokacija je vlasništvo države, s tim što je pravo korišćenja prenijeto na Univerzitet Crne Gore. Na parceli nema objekata za rušenje i do parcele postoji pristupni put. Na susjednoj parceli je postoji objekat Likovne akademije i planirana je izgradnja objekata Dramske i Muzičke akademije.
6. U martu 2023.godine uspostavljena je prva faza Centralnog informacionog sistema za monitoring potrošnje energije i vode u javnom sektoru. Takođe, u martu 2023.godine Izvođač je dostavio zahtjev da mu se odobri povećanje ugovorene cijene za 15%, uslijed povećanja cijena na tržištu. Zahtjev je razmatran od strane Konsultanta i više puta je tražena dopuna, da bi se na kraju Konsultant izjasnio početkom jula 2023.godine pozitivno. Kako se radi o visokom iznosu sredstava koja treba odobriti, od strane Ministarstva kapitalnih investicija zatraženo je mišljenje nezavisnog Konsultanta, koje se očekuje do sredine novembra 2023.godine. Sve navedeno je razlog zbog čega je obustavljeno potpisivanje aneksa ugovora kojim bi se omogućila implementacija faza II i III.

7. Neophodno je da Ministarstvo prosvjete, Ministarstvo rada i socijalnog staranja i Uprava za imovinu počnu sa uspostavljanjem sistema za energetske menadžment.

ZAKLJUČCI:

1. Ministarstvo prosvjete treba da imenuje predstavnika u tenderskoj komisiji za klaster III, najkasnije do novembra 2022.godine. Predloženo je da Ministarstvo kapitalnih investicija opredijeli naknadu za rad u tenderskoj komisiji.
2. Ministarstvu finansija i Ministarstvu vanjskih poslova biće ponovo poslat dopis sa zahtjevom za izjašnjavanje vezano za rekonstrukciju zgrade u kojoj se nalaze.
3. Koordinacioni odbor usvaja prijedlog da se administrativni objekat, čija je izgradnja planirana na k.p.2221/2 i k.p.2215/1 KO Podgorica II, zamijeni sa objektom sa Jedinstvene liste prioriternih infrastrukturnih projekata, za koji je nadležna neka od institucija koja je uključena u projekat (Ministarstvo prosvjete, Ministarstvo rada i socijalnog staranja i Uprava za imovinu). Razlozi za zamjenu administrativnog objekta sa drugim objektom je nemogućnost da se objekat izgradi u skladu sa standardom NZEB+ ili ENPlus, što je definisano kao cilj projekta, neophodna finansijska sredstva su značajno veća od predviđenog budžeta, kao i činjenica da kašnjenje u realizaciji ovog segmenta prouzrokuje finansijske troškove.

Usvojen je prijedlog da se umjesto izgradnje administrativnog objekta, u okviru projekta planira izgradnja Studentskog doma na Cetinju. Ovo je prijedlog koji treba uputiti Vladi Crne Gore na razmatranje i usvajanje. Ukoliko se prijedlog usvoji, biće upućen zahtjev KfW banci za izmjenu Posebnog ugovora. S druge strane, nakon usvajanje prijedloga od stame Vlade Crne Gore, neophodno je da Ministarstvo prosvjete pristupi pribavljanju UTU-a, geodetskih podloga i geotehničkim istraživanjima, kao i da definiše programski zadatak, u cilju pripreme poziva za javni arhitektonski konkurs.

Zapisnik pripremila:
Sandra Šipčić

Aneks 2 - Analiza lokacije, pripremljena od strane Studio Synthesis (izvod)

A 3D architectural rendering of a building complex, showing several interconnected rectangular volumes. The buildings are rendered in a light gray color against a textured, light gray ground. The text is centered over the middle of the image.

USVOJENA VARIJANTA 3
PROSTORNI PROGRAM
_SELECTED OPTION 3
SPATIAL PROGRAM ANALYSIS

1. Overview

Studio Synthesis has been engaged by Ministry of Capital Investments of Montenegro Directorate for Energy and Energy Efficiency on behalf of KfW for preparation of ToR for Public Architecture Contest for Concept Design for new NZEB/ENPlus building based on the issued planning conditions.

The Government of Montenegro ("GoM") has received a financing from KfW Development Bank ("KfW") in the form of a loan and co-financing from the REEP-PLUS, toward the cost for the Project: "Promotion of Energy Efficiency in Public Buildings - Greening Public Infrastructure in Montenegro" (Project). The Project shall be implemented by the Ministry of Capital Investments of Montenegro (MoCI).

The task of Studio Synthesis is to prepare inputs based on the issued planning conditions for ToR for Public Architecture Contest for Concept Design for a New NZEB/EnPlus building, which will be constructed within a project.

The Contract for these Consultancy services has been signed on 29.10.2021 between Studio Synthesis (the Consultant) and the Ministry of Capital Investments of Montenegro (the Client).

Basic input documents for preparation of the ToR for Public Architecture Contest for Concept Design for a New NZEB/EnPlus building are:

Urbanistic and Technical Conditions for UP 5, Zone B, within Detail Urban Plan "Nova Varoš 2" – izmjene i dopune (UTC in text) derived from the relevant planning document No. 08-352/18-563 dated 24.10.2018.

- Geodetic Survey
- Architectural and Landscape Main Design the Existing building of CANU

Four different scenarios that went through bioclimatic, spatial and volumetry analysis have been prepared. Following the location analysis, the selected option for further elaboration due to favorable position in terms of orientation and spatial benefits for the whole lot is option 3 further elaborated through the functional organization program.

2. Project Objectives

Scope of the work:

The project "Promotion of Energy Efficiency in Public Buildings - Greening Public Infrastructure in Montenegro" ("the Project") through this project concerns the new construction of highly efficient new ministerial complex (Nearly-Zero (NZEB) or Plus-Energy House) on the location in Vaka Djurovica Street.

The budget for the Project is co-financed by the Regional Energy Efficiency Programme for Western Balkans (REEP PLUS), in total amount of 4.7 mil EURO and Montenegrin contribution in the amount up to 10 mil EUR.

The objectives of the project:

- to contribute to reducing greenhouse gas emissions and achieving the Intended Nationally Determined Contribution (INDC)
- A holistic approach aims at complete building and is not focused on individual measures.
- The minimum technical standards specified for all constructions according to Montenegrin regulations, newest EU Directives, ISO Standards acc. To ISO 52000 and DIN V 18599. These standards will ensure high quality and energy efficiency of the buildings.
- Main project task will be construction of a new ministerial building according to the NZEB or Energy Plus standard in phase II of the site construction with the underground garage and the phase III would be the 2nd Ministerial building.

Site construction is divided in phases as follows:

- Phase I – completed (existing building)
- Phase II – nZeB Public Administration - Ministry Building with the underground garage
- Phase III - Public Administration - Ministry Building

The Design brief predicts development of 2 new buildings each 5600m², with GF+6, and development of underground levels sufficient to accommodate all required parking lots for 2 new buildings as per UTCs, while providing additional parking lots for existing building. Remaining capacities of the existing building will be allocated in the future public garage next to the Stadium as per UTCs.

The designer has the obligation to further develop two new buildings using suggested functional program as per analysis below.

The concept design should further explore potential connection between two new buildings on upper levels to allow flexibility in use and optional allocation of one more Ministry.

However, the independency in functionality of phase II – the first building to be build as nZeb is required. Design should allow phasing in construction, therefore.

With reference to the existing building at the location at the southernmost part of the plot, the connections to the existing parking on level 2 should be provided and reference made to the existing absolute levels on connection points.

Info on the existing building:

Building Height: + 26.14 roof top which refers to +72.71 ms.l.

Absolute level of Ground floor: +0.00 which refers to +46.57 m.s.l.Trieste

Height of Level -1: -3.30 Height of level -2 : -6.30

Garage entrance should be considered on the secondary street as per the brief. The garage entrances do not require mandatory position as per the brief and can be separated, however, minimal number of entrances/exits should be provided as per the Rulebook on technical requirements for protection of car garages from fire and explosions (Official gazette of Montenegro 9/2012) with reference to the allocated No.of parking lots and the size of the garage. Efficiency of the parking design should be between 27.9sqm per parking lot up to 37.2 sqm per parking. There are no requirements for the additional technical rooms on level -3, however, different arrangement of these as per levels can be considered due to requirements for more compact building and clean shapes due to seismic reasons. The treatment of connection zone toward phase I existing building should be considered due to construction of additional underground floors.

Suggested grid to be used to accommodate maximal number of parking lots is 8,0m with local adjustments. The legally required distance to the exits is mandatory to be followed which refers to 25m evacuation distance to the pressurized lobby or direct external exit and 20m from the corners with no alternative exits.

Landscape arrangement has been suggested within this ToR, however, the designer can arrange different spatial program. A Gathering common space as well as allowed circulation to the secondary street on ground floor level should be maintained. Percentage of green areas should not be below 20% allowing shadow during summer months and protection from the dominant winds during winter period. Green roof area on top of the garage should be minimum 1m when garage rooftop is not calculated in the parameters.

3. Functional program

Functional program has been considered as per one Ministry with 10 directorates each containing 10 sectors with up to 18 employees per building.

The scheme provides modular concept of a directorate to consists of 3x6 person offices that have a lot for the head of the sector and a small internal meeting area. This scheme allows for flexibility in size of the directorates that can be divided into smaller units or a number of employees per sector can be greater to allow expansion and ministries internal systematization flexibility.

The designer could propose alternative schemes, but flexibility in use is mandatory.

Analytically and as per the Rulebook on measures of protections on the work place ("Official gazette of Montenegro 34/14) minimal allocation of the internal space per employee should not be below 3m². As per international standards as per typology of personel for head of the sectors more sqm should be allocated.

Functional requirements and connection between various functional groups should be followed from the functional schemes provided within this document.

Each floor with the directorate should keep toilets, kitchenette, archive, maintenance room, rack room, meeting rooms for cca 15 persons and offices as per functional analysis diagrams.

Ministry cabinets with follow up rooms should have Ministry cabinets, reception zone, meetings rooms as per the scheme and be isolated from the public communication in the rest of the ministerial area for security reasons.

Accessibility for the disabled at all above ground levels and a parking allocation on level -1 in the proximity of entrances are mandatory requirements. 5% of parking spaces should be considered for disabled.

Technical specifications for the underground areas should be considered as per the functional scheme, while the arrangement and the positioning of the rooms can be further developed. Externally, heat pumps and AC units in total area of 250sqm should be allocated away from the main communication routes and the main square visually hidden.

4. Materialization

Materialization should be contemporary by using locally available materials such as wood, stone, glass with neutral color scheme. Flat roofs should be designed with green roofs where possible. Shading elements should be considered with reference to the bioclimatic analysis. References are a part of the competition material.

5. Overview of the planning parameters

The relevant planning document and Urban and Technical Conditions (UTC) derived from it provides constrains and limitations for the site development. Table 01 below presents the overview of the planning parameters.

The relevant planning document and Urban and Technical Conditions (UTC) derived from it provides constrains and limitations for the site development. Except main urban parameters following constrains have been identified:

- Public parking next to the street Ulica 1 with 9 parking lots on grade as per planning document.
- Building line offset:
 - o 5m west
 - o 0m east
 - o 10m south
 - o 10m north
- Underground building line – up to 1m to the neighboring plot
- Maximal 80% of urban plot area for underground facilities
- Ground floor – up to 1,2m above terrain

Relevant planning document	Detail Urban Plan "Nova Varoš 2" – alterations and additions
Urban plot No.	UP5, zone B
Urban plot area	7.079,47 m ²
Cadaster plot No.	2221/2, 2215/1 K.O.Podgorica II
Cadaster plot Area Total	10.744,00 m ²
Usage	Central Functions
Usage and derived constrains	
Lot occupancy	0.80
Maximal area allowed to be cover by buildings	5.674,00 m ²
Buildability index	3,00
Max. gross building area	21.276,00 m ²
Max . GBA of underground areas	5.663,576m ²
Building Height	/
Maximal number of above ground floors	GF + 6
Maximal number of underground floors	2 Basements
Greenery percentage	20-30%
Existing Building capacities as per Design – Phase 01	
Dedicated subplot area	
Lot coverage area	807.70 m ²
GBA of underground garages (L-2)	803,73 m ²
GBA of underground areas calculated in GBA	807.70 m ²
GBA of above ground areas	5.379,39 m ²
GBA total calculated as per UTC	6.187,09 m ²
Total GBA	6.990,82 m ²
Existing Building capacities as per UTC – Phase 01	
Lot coverage area	850,00m ²
GBA total calculated as per UTC	5.951,00 m ²
Remained capacities	
Lot coverage area	4,813.576 m ²
GBA	15.051,32 m ²
Capacities for the subject building – Phase 02	
Lot coverage area	850 ,00 m ²
GBA	5.600,00m ²
Capacities for the subject building – Phase 03	
Lot coverage area	850 ,00 m ²
GBA	5.600,00m ²

KONCEPTUALNO RJEŠENJE VARIJANTE 3

_CONCEPT DESIGN FOR OPTION 3

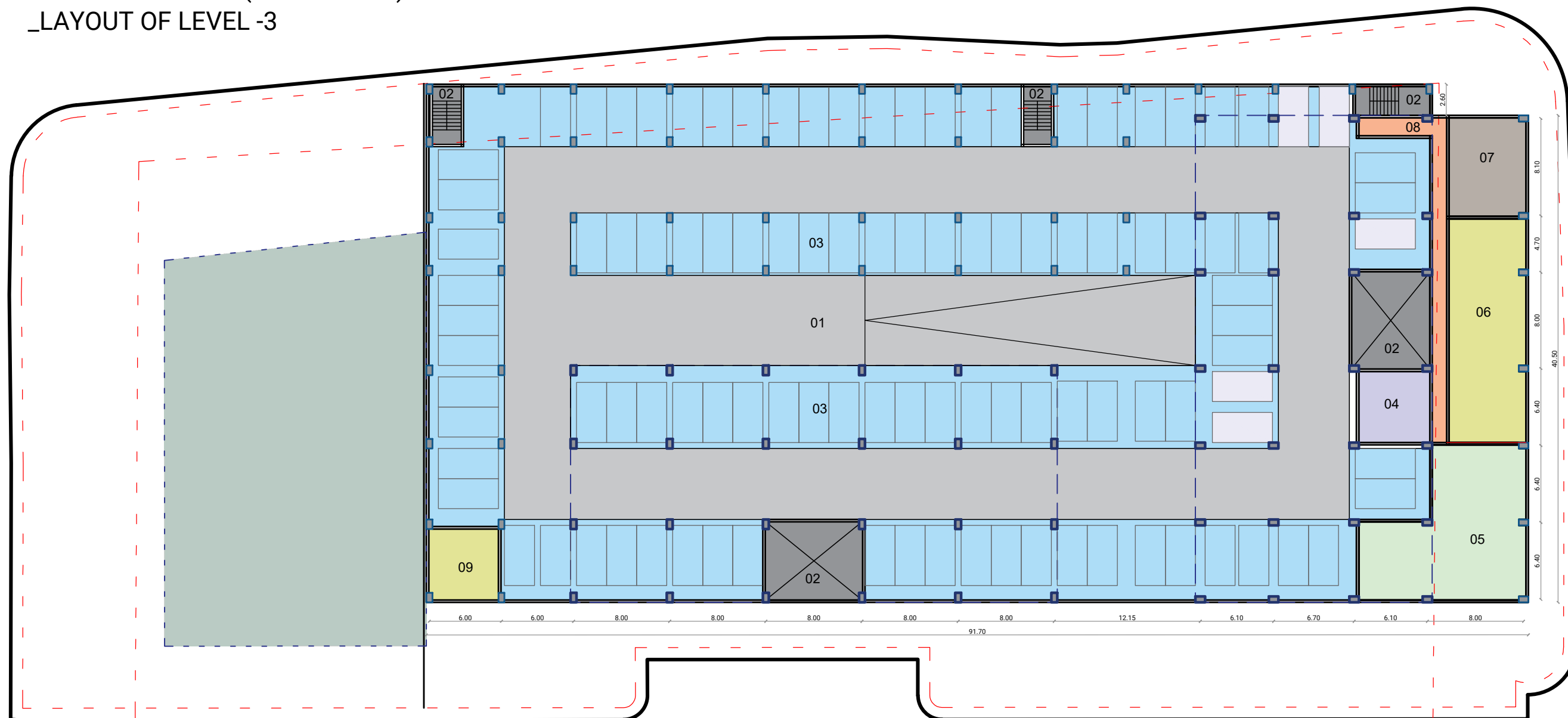
SITUACIJA SA OSNOVOM PRIZEMLJA
_SITE PLAN WITH GROUND FLOOR LAYOUT



	OB1	OB2
ET -3	3932	
ET -2	3932	
ET -1	3932	
TOTAL BELOW GROUND/ UKUPNO PODZEMNE ETAŽE	11796	
PRIZ/GF	640	800
1.SPRAT/ 1ST FLOOR	800	800
2.SPRAT / 2ND FLOOR	800	800
3 SPRAT / 3RD FLOOR	800	800
4.SPRAT / 4TH FLOOR	800	800
5.SPRAT/ 5TH FLOOR	800	800
6.SPRAT / 6TH FLOOR	800	800
TOTAL ABOVE GROUND/ UKUPNO NADZEMNE ETAŽE	5440	5600
TOTAL GBA/UKUPNO BGP	22836	
PARKING MJESTA /PARKING LOTS	298	
MINISTARSTVA / MINISTRY	2	
DIREKTORAT /DIRECTORATE	2X10= 20	
DIREKCIJA / SECTORS	18X3+2x2 = 58	

OSNOVA ETAŽE -3 (-9.90/+36.60)

_LAYOUT OF LEVEL -3



OSNOVA ETAŽE -3 (-9.90) / LAYOUT OF LEVEL -3 (-9.90)

POSTOJEĆI OBJEKAT
_EXISTING FACILITY

UKUPNA POVRŠINA ETAŽE 3932 M2
_TOTAL FLOOR AREA 3932 M2

PREGLED POVRŠINA

_OVERVIEW OF AREAS

01 **PROSTOR GARAŽE 1414 m2**
_GARAGE SPACE 1414 m2

04 **PREDPROSTOR 34.81 m2**
_LOBBY 34.81 m2

07 **ODLAGANJE OTPADA I POMOĆNE PROSTORIJE 52 m2**
_WASTE DISPOSAL AND AUXILIARY SPACES 52 m2

02 **PROSTOR STEPENIŠTA 142 m2**
_STAIR SPACE 142 m2

05 **DEPOI ZA ARHIVU 138 m2**
_ARCHIVE DEPOSITS 138 m2

08 **KORIDOR 42 m2**
_HALLWAY 42 m2

03 **PROSTOR PARKINGA 1851 m2 - 105 pm**
_PARKING SPACE 1851 m2 - 105 ps

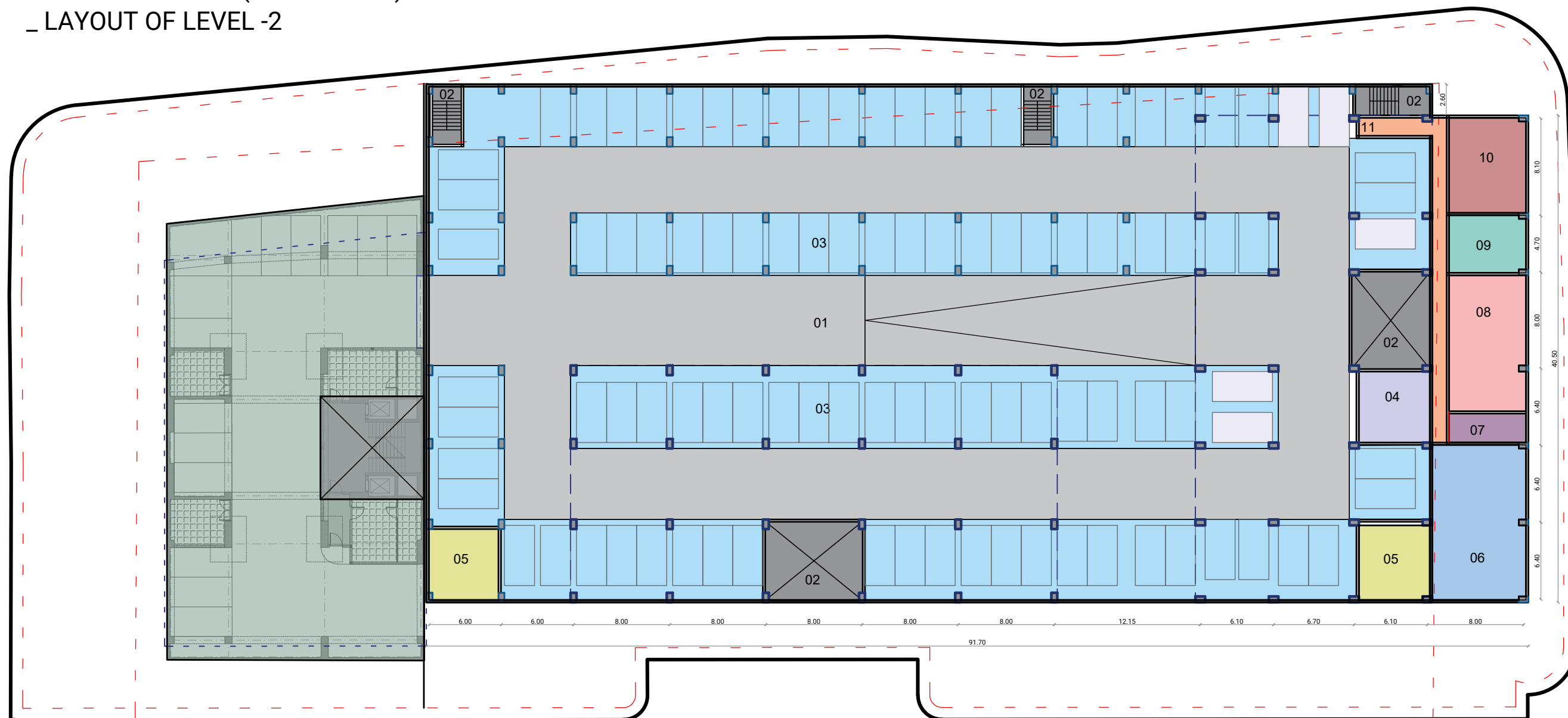
06 **OSTAVE 118 m2**
_STORAGE FACILITIES 118 M2

09 **POMOĆNE PROSTORIJE 34 m2**
_AUXILIARY SPACES 34 m2

	OB1	OB2
ET -3		3932
ET -2		3932
ET -1		3932
TOTAL BELOW GROUND/ UKUPNO PODZEMNE ETAŽE		11796
PRZ/GF	640	800
1.SPRAAT/ 1ST FLOOR	800	800
2.SPRAAT / 2ND FLOOR	800	800
3.SPRAAT / 3RD FLOOR	800	800
4.SPRAAT / 4TH FLOOR	800	800
5.SPRAAT/ 5TH FLOOR	800	800
6.SPRAAT / 6TH FLOOR	800	800
TOTAL ABOVE GROUND/ UKUPNO NADZEMNE ETAŽE	5440	5600
TOTAL GBA/UKUPNO BGP		22836
PARKING MJESTA /PARKING LOTS		298
MINISTARSTVA / MINISTRY		2
DIREKTORAT /DIRECTORATE		2X10= 20
DIREKCIJA / SECTORS		18X3+2x2 = 58

OSNOVA ETAŽE -2 (-6.60/+39.90)

_ LAYOUT OF LEVEL -2



OSNOVA ETAŽE -2 (-6.60) / LAYOUT OF LEVEL -2 (-6.60)

POSTOJEĆI OBJEKAT
_EXISTING FACILITY

PREGLED POVRŠINA

_OVERVIEW OF AREAS

01	PROSTOR GARAŽE _GARAGE SPACE	1513 m2 1513 m2
02	PROSTOR STEPENIŠTA _STAIR SPACE	142 m2 142 m2
03	PROSTOR PARKINGA _PARKING SPACE	1753 m2 - 100 pm 1753 m2 - 100 ps

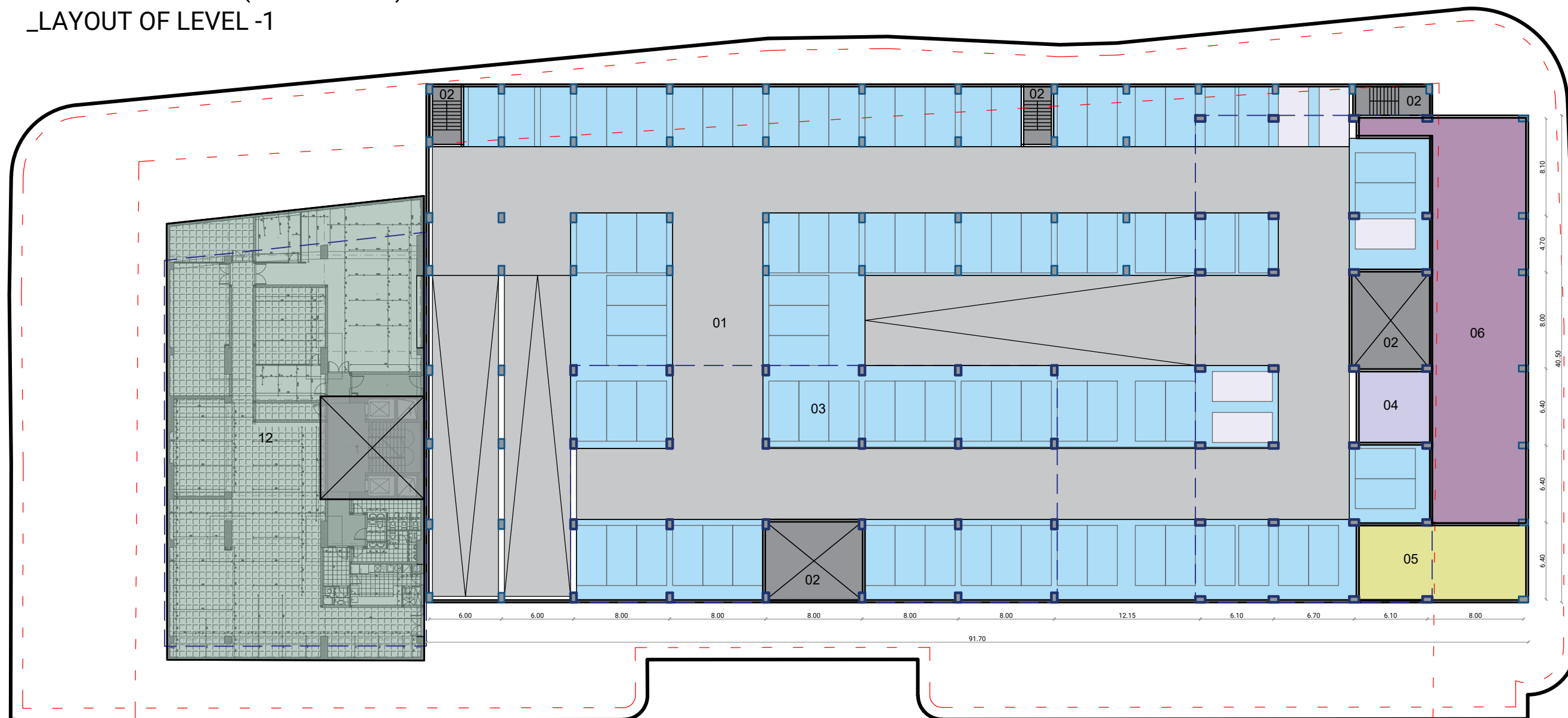
04	PREDPROSTOR _LOBBY	34 m2 34 m2
05	OSTAVE _STORAGE FACILITIES	71 m2 36 m2
06	DATA CENTAR _DATA ROOM	100 m2 100 m2
07	PROSTORIJA ZA UPS _UPS ROOM	15 m2 15 m2

08	PROSTORIJA ZA SPRINKLER, HIDROFOR I BOJLER _SPRINKLER WATER PUMP WATER TANK	72 m2 72 m2
09	DIZELA AGREGAT _DIESEL AGREGATE	30 m2 30m2
10	TS _SUBSTATION	50 m2 50 m2
11	KORIDOR _HALLWAY	41 m2 41 m2

UKUPNA POVRŠINA ETAŽE 3932 M2
_TOTAL FLOOR AREA 3932 M2

	OB1	OB2
ET -3		3932
ET -2		3932
ET -1		3932
TOTAL BELOW GROUND/ UKUPNO PODZEMNE ETAŽE		11796
PRZ/GF	640	800
1.SPRAT/ 1ST FLOOR	800	800
2.SPRAT / 2ND FLOOR	800	800
3 SPRAT / 3RD FLOOR	800	800
4.SPRAT / 4TH FLOOR	800	800
5.SPRAT/ 5TH FLOOR	800	800
6.SPRAT / 6TH FLOOR	800	800
TOTAL ABOVE GROUND/ UKUPNO NADZEMNE ETAŽE	5440	5600
TOTAL GBA/UKUPNO BGP		22836
PARKING MJESTA /PARKING LOTS		298
MINISTARSTVA / MINISTRY		2
DIREKTORAT /DIRECTORATE		2X10= 20
DIREKCIJA / SECTORS		18X3+2x2 = 58

OSNOVA ETAŽE -1 (-3.30/+43.20)
_LAYOUT OF LEVEL -1



OSNOVA ETAŽE -1 (-3.30) / LAYOUT OF LEVEL -1 (-3.30)

POSTOJEĆI OBJEKAT 801.66 m²
_EXISTING FACILITY 801.66 m²

UKUPNA POVRŠINA ETAŽE 3932 m²
_TOTAL FLOOR AREA 3932 m²

PREGLED POVRŠINA
_OVERVIEW OF AREAS

01 **01.PROSTOR GARAŽE** 1677.20 m² - 93 pm
_GARAGE SPACE 1677.20 m² - 93 pl

03 **PROSTOR PARKINGA** 1544.87 m² - 93pm
_PARKING SPACE 1544.87 m² - 93 pl

05 **OSTAVE** 86 m²
_STORAGE FACILITIES 36 m²

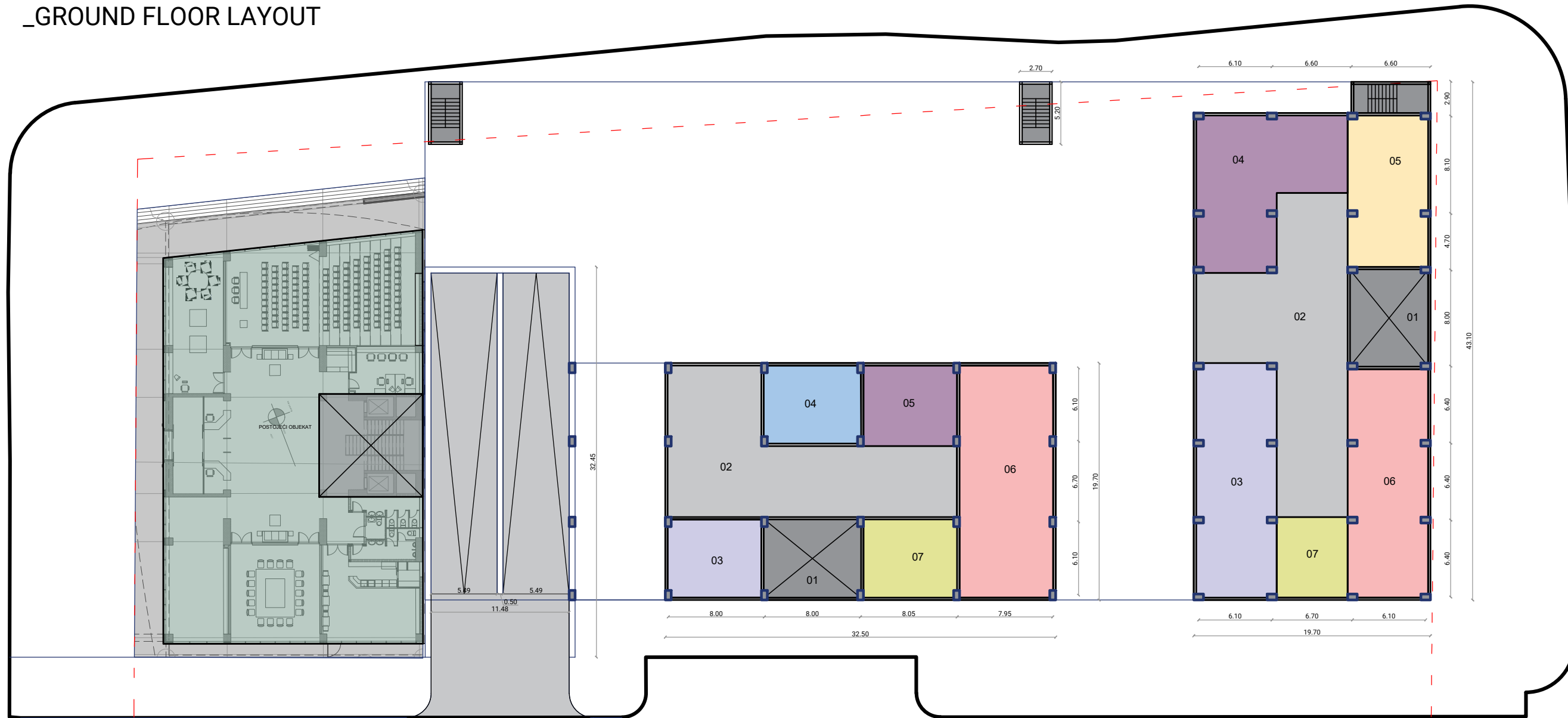
02 **PROSTOR STEPENIŠTA** 142.74 m²
_STAIR SPACE 142.74 m²

04 **PREDPROSTOR** 34.81 m²
_LOBBY 34.81 m²

06 **TOPLLOTNE PUMPE** 272 m²
_HEATING PUMPS 272 m²

	OB1	OB2
ET -3		3932
ET -2		3932
ET -1		3932
TOTAL BELOW GROUND/ UKUPNO PODZEMNE ETAŽE		11796
PRIZ/GF	640	800
1.SPRAAT/ 1ST FLOOR	800	800
2.SPRAAT / 2ND FLOOR	800	800
3.SPRAAT / 3RD FLOOR	800	800
4.SPRAAT / 4TH FLOOR	800	800
5.SPRAAT/ 5TH FLOOR	800	800
6.SPRAAT / 6TH FLOOR	800	800
TOTAL ABOVE GROUND/ UKUPNO NADZEMNE ETAŽE	5440	5600
TOTAL GBA/UKUPNO BGP		22836
PARKING MJESTA /PARKING LOTS		298
MINISTARSTVA / MINISTRY		2
DIREKTORAT /DIRECTORATE		2X10= 20
DIREKCIJA / SECTORS		18X3+2x2 = 58

OSNOVA PRIZEMLJA (±0.00/46.50)
_GROUND FLOOR LAYOUT



OSNOVA ETAŽE 0/ LAYOUT OF LEVEL 0

ZAJEDNIČKE SLOBODNE POVRŠINE-PRIZEMLJE
_MUTUAL GROUND FLOOR AREA

POSTOJEĆI OBJEKAT 801.66 m²
_EXISTING FACILITY 801.66 m²

PRISTUP GARAŽI 413 m²
_GARAGE ACCES 413 m²

PROSTOR STEPENIŠTA 37.44 m²
_STAIR SPACE 37.44 m²

PREGLED POVRŠINA OB1
_OVERVIEW OF AREAS FOR M1

UKUPNA POVRŠINA ETAŽE OB1 640.25 m²
_TOTAL FLOOR AREA M1 640.25 m²

- 01** PROSTOR STEPENIŠTA
_STAIR SPACE 52.56 m²
- 02** ULAZNI HOL
_ENTRANCE HALL 193 m²
- 03** BIFE
_BUFFET 50 m²
- 04** PRIJAVNICA; PROSTORIJA ZA OBEZBEĐENJE;
PROSTORIJA ZA TEHNIKU
_RECEPTION; SECURITY ROOM;
TECHNICAL ROOM 50m²

- 05** PROSTOR ZA PRIJEM DOKUMENTACIJE
_DOCUMENTATIO RECEPTION ROOM 25 m²
- 06** SALA ZA SASTANKE I PREZENTACIJE
_MEETING AND PRESENTATION ROOM 120 m²
- 07** TOALETI
_TOILETS 50 m²

PREGLED POVRŠINA OB2
_OVERVIEW OF AREAS FOR M2

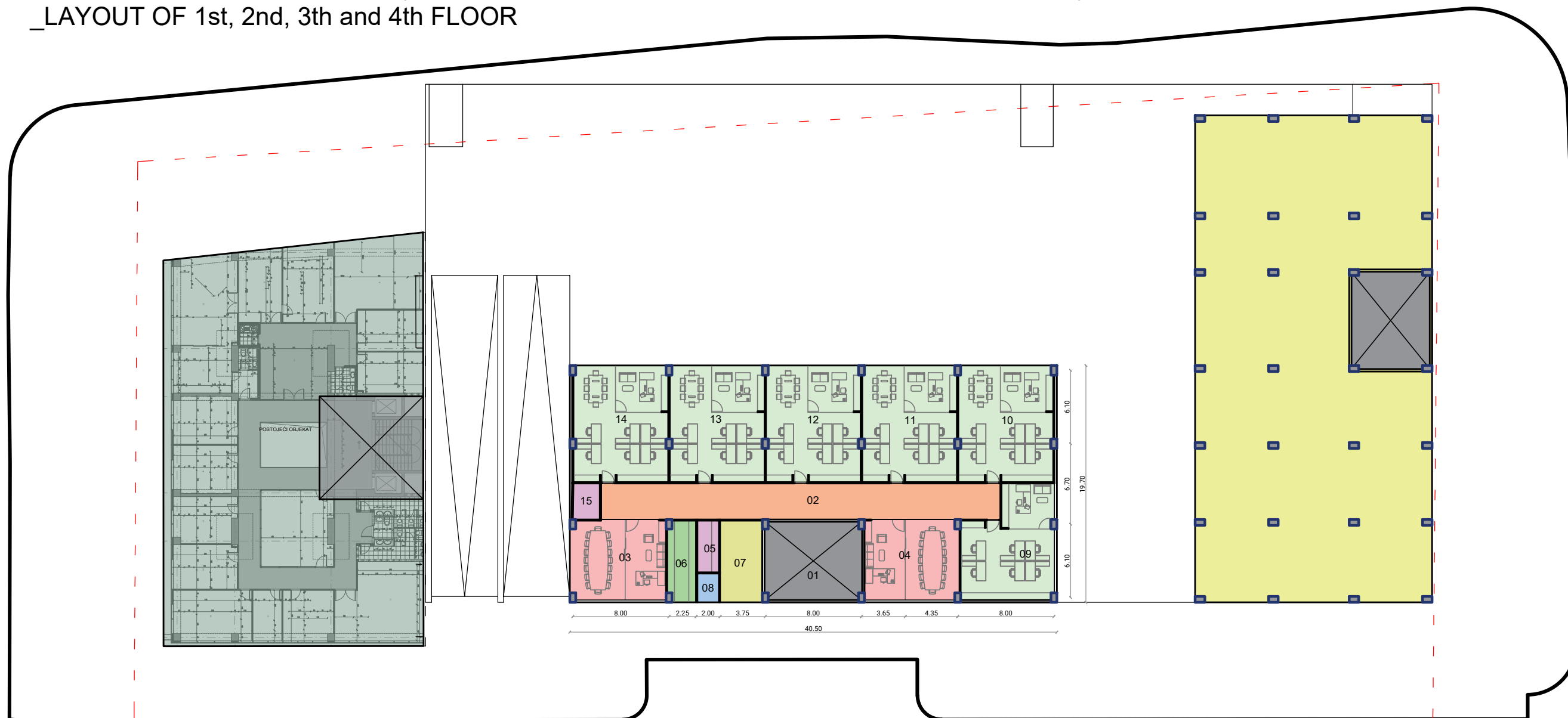
UKUPNA POVRŠINA ETAŽE OB2 797.85 m²
_TOTAL FLOOR AREA M2 797.85 m²

- 01** PROSTOR STEPENIŠTA
_STAIR SPACE 52.65 m²
- 02** ULAZNI HOL
_ENTRANCE HALL 209 m²
- 03** ZAJEDNIČKA KANTINA;RESTORAN;BIFE
_CANTINE, RESTAURANT, BUFFET 135 m²
- 04** PROSTOR ZA PRIJEM DOKUMENTACIJE PRIJAVNICA;
PROSTORIJA ZA OBEZBEĐENJE; PROSTORIJA ZA TEHNIKU
_DOCUMENTATION RECEPTION ROOM; RECEPTION;
SECURITY ROOM; TECHNICAL ROOM 130 m²

- 05** KANCELARIJA ZA OSOBLJE;BIFE
_DOCUMENTATIO RECEPTION ROOM 86 m²
- 06** SALA ZA SASTANKE I PREZENTACIJE
_MEETING AND PRESENTATION ROOM 125 m²
- 07** TOALETI
_TOILETS 40 m²

	OB1	OB2
ET -3		3932
ET -2		3932
ET -1		3932
TOTAL BELOW GROUND/ UKUPNO PODZEMNE ETAŽE		11796
PRIZ/GF	640	800
1.SPRAAT/ 1ST FLOOR	800	800
2.SPRAAT / 2ND FLOOR	800	800
3.SPRAAT / 3RD FLOOR	800	800
4.SPRAAT / 4TH FLOOR	800	800
5.SPRAAT/ 5TH FLOOR	800	800
6.SPRAAT / 6TH FLOOR	800	800
TOTAL ABOVE GROUND/ UKUPNO NADZEMNE ETAŽE	5440	5600
TOTAL GBA/UKUPNO BGP		22836
PARKING MJESTA /PARKING LOTS		298
MINISTARSTVA / MINISTRY		2
DIREKTORAT /DIRECTORATE		2X10= 20
DIREKCIJA / SECTORS		18X3+2x2 = 58

OSNOVA SPRATOVA 1, 2, 3 i 4 (+4.20/+50.70, +7.50/+54.00, +10.80/+57.30 i +14.10/+60.60)
 _LAYOUT OF 1st, 2nd, 3th and 4th FLOOR



OSNOVA SPRATOVA 1,2,3,4 / LAYOUT OF FLOOR 1,2,3,4 (+4.20/+50.70, +7.50/+54.00, +10.80/+57.30 i +14.10/+60.60)

NAPOMENA: FUNKCIONALNI ZONING NADZEMNIH ETAŽA FAZE 3, Približan ZONINGU ZA FAZU 2
 NOTE: FUNCTIONAL ZONING OF OVERHEAD FLOORS PHASE 3, APPROXIMATE TO ZONING FOR PHASE 2

POSTOJEĆI OBJEKAT 718.38 m²
 _EXISTING FACILITY 718.38 m²

UKUPNA POVRŠINA ETAŽE OB1 797.85 m²
 _TOTAL FLOOR AREA OB1 797.85 m²

PREGLED POVRŠINA OB1
 _OVERVIEW OF AREAS FOR OB1

UKUPNA POVRŠINA ETAŽE OB2 797.85 m²
 _TOTAL FLOOR AREA OB2 797.85 m²

- 01** PROSTOR STEPENIŠTA
_STAIR SPACE 52.65 m²
- 02** KORIDOR
_HALLWAY 99 m²
- 03** DIREKTOR 1; SALA 1
_DIRECTOR 1; MEETING ROOM 1 52 m²
- 04** DIREKTOR 2; SALA 2
_DIRECTOR 2; MEETING ROOM 2 52 m²

- 05** ČAJNA KUHINJA
_KITCHENETTE 8 m²
- 06** ARHIVA
_ARCHIVE ROOM 15 m²
- 07** TOALETI; OSTAVA
_TOILETS; STORAGE 24 m²
- 08** OSTAVA
_STORAGES 4 m²

- 09** DIREKCIJA 1A
_SECTOR 1A 75 m²
- 10** DIREKCIJA 1B
_SECTOR 1B 75 m²
- 11** DIREKCIJA 1C
_SECTOR 1C 75 m²
- 12** DIREKCIJA 2A
_SECTOR 2A 75 m²

- 13** DIREKCIJA 2 B
_SECTOR 2 B 75 m²
- 14** DIREKCIJA 2C
_SECTOR 2 C 75 m²
- 15** REK
_RECK 7 m²

	OB1	OB2
ET -3		3932
ET -2		3932
ET -1		3932
TOTAL BELOW GROUND/ UKUPNO PODZEMNE ETAŽE		11796
PRIZ/GF	640	800
1.SPRAT/ 1ST FLOOR	800	800
2.SPRAT / 2ND FLOOR	800	800
3.SPRAT / 3RD FLOOR	800	800
4.SPRAT / 4TH FLOOR	800	800
5.SPRAT/ 5TH FLOOR	800	800
6.SPRAT / 6TH FLOOR	800	800
TOTAL ABOVE GROUND/ UKUPNO NADZEMNE ETAŽE	5440	5600
TOTAL GBA/UKUPNO BGP		22836
PARKING MJESTA / PARKING LOTS		298
MINISTARSTVA / MINISTRY		2
DIREKTORAT / DIRECTORATE		2X10= 20
DIREKCIJA / SECTORS		18X3+2x2 = 58

OSNOVA 5. SPRATA (+17.40/+63.90)
_LAYOUT OF 5TH FLOOR



OSNOVA SPRATA 5 / LAYOUT OF FLOOR 5 (+17.40/+63.90)

NAPOMENA: FUNKCIONALNI ZONING NADZEMNIH ETAŽA FAZE 3, Približan ZONINGU ZA FAZU 2
NOTE: FUNCTIONAL ZONING OF OVERHEAD FLOORS PHASE 3, APPROXIMATE TO ZONING FOR PHASE 2

POSTOJEĆI OBJEKAT 718.38 m²
_EXISTING FACILITY 718.38 m²

UKUPNA POVRŠINA ETAŽE OB1 797.85 m²
_TOTAL FLOOR AREA OB1 797.85 m²

PREGLED POVRŠINA
_OVERVIEW OF AREAS

UKUPNA POVRŠINA ETAŽE OB2 797.85 m²
_TOTAL FLOOR AREA OB2 797.85 m²

01	PROSTOR STEPENIŠTA _STAIR SPACE	52.65 m ² 52.65 m ²
02	KORIDOR _HALLWAY	41 m ² 41 m ²
03	ULAZNI HOL _ENTRANCE HALL	55 m ² 55 m ²
04	DIREKTOR 9 ; SALA 9 _DIRECTOR 9 ; MEETING ROOM 9	52 m ² 52 m ²

05	ČAJNA KUHINJA _KITCHENETTE	8 m ² 8 m ²
06	ARHIVA _ARCHIVE ROOM	15 m ² 15 m ²
07	TOALETI ; OSTAVA _TOILETS ; STORAGE	24 m ² 24 m ²
08	OSTAVA _STORAGE	4 m ² 4 m ²

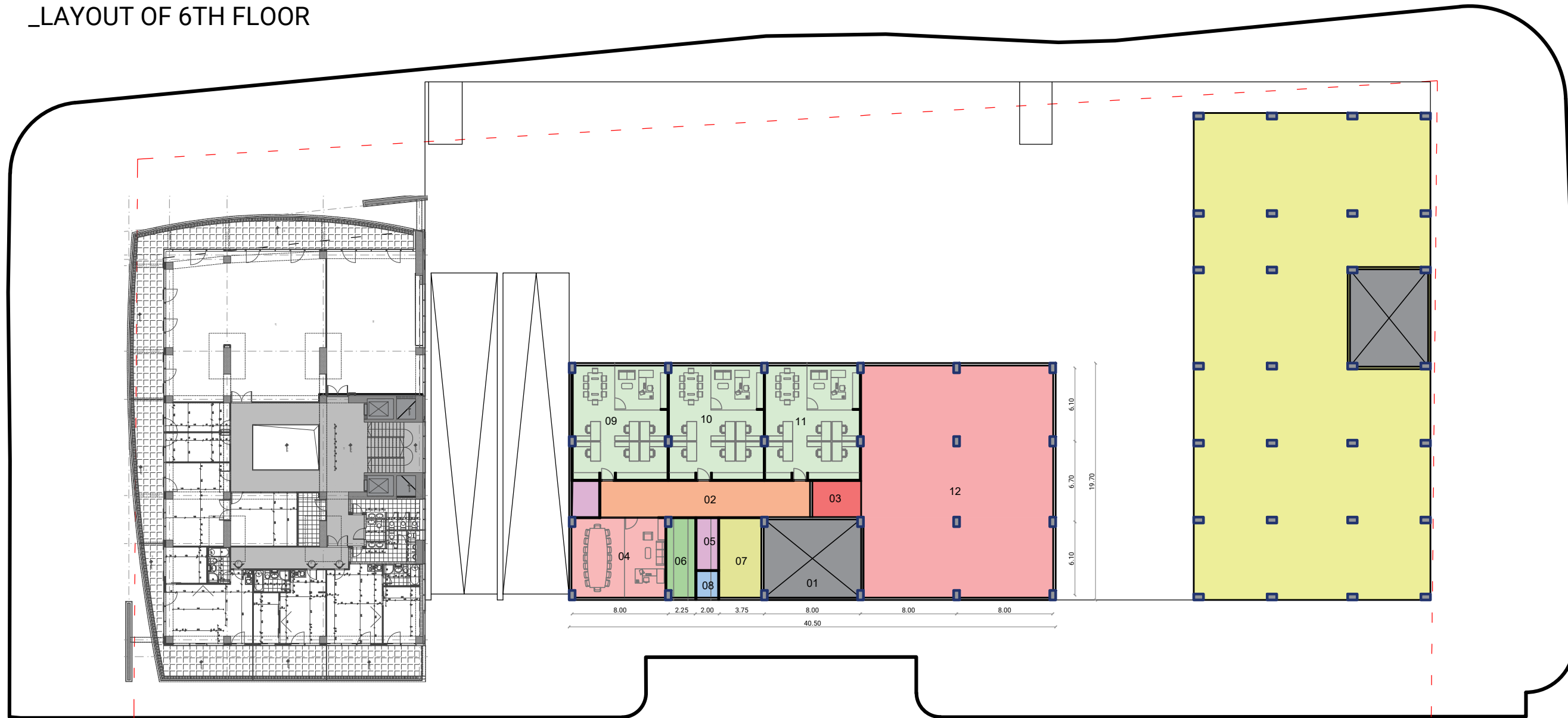
09	DIREKCIJA 9A _SECTOR 9A	75 m ² 75 m ²
10	DIREKCIJA 9B _SECTOR 9B	75 m ² 75 m ²
11	PREDKABINET _RECEPTION	65 m ² 65 m ²
12	KABINET MINISTRA _MINISTRY CABINET	55 m ² 55 m ²

13	SALA _MEETING ROOM	40 m ² 40 m ²
14	ŠEF KABINETA _CHIEF OF CABINET	21 m ² 21 m ²
15	SEKRETARICA _SECTOR 2C	16 m ² 16 m ²
16	DRŽAVNI SEKRETAR 1 _STATE SECRETARY 1	27 m ² 27 m ²

17	DRŽAVNI SEKRETAR 2 _STATE SECRETARY 2	25 m ² 25 m ²
18	SEKRETAR _SECRETARY	27 m ² 27 m ²
19	SAVJETNICI I REFERENT _COUNSELORS	16 m ² 16 m ²
20	SERVISI _SERVICES	25 m ² 25 m ²
21	REK _RACK	15 m ² 15 m ²

	OB1	OB2
ET -3		3932
ET -2		3932
ET -1		3932
TOTAL BELOW GROUND/ UKUPNO PODZEMNE ETAŽE		11796
PRIZ/GF	640	800
1.SPRAT/ 1ST FLOOR	800	800
2.SPRAT / 2ND FLOOR	800	800
3.SPRAT / 3RD FLOOR	800	800
4.SPRAT / 4TH FLOOR	800	800
5.SPRAT/ 5TH FLOOR	800	800
6.SPRAT / 6TH FLOOR	800	800
TOTAL ABOVE GROUND/ UKUPNO NADZEMNE ETAŽE	5440	5600
TOTAL GBA/UKUPNO BGP		22836
PARKING MJESTA / PARKING LOTS		298
MINISTARSTVA / MINISTRY		2
DIREKTORAT / DIRECTORATE		2X10= 20
DIREKCIJA / SECTORS		18X3+2x2 = 58

OSNOVA 6. SPRATA (+20.70/+67.20)
_LAYOUT OF 6TH FLOOR



OSNOVA SPRATA 6 / LAYOUT OF FLOOR 6 (+20.70/+67.20)

NAPOMENA: FUNKCIONALNI ZONING NADZEMNIH ETAŽA FAZE 3, Približan ZONINGU ZA FAZU 2
NOTE: FUNCTIONAL ZONING OF OVERHEAD FLOORS PHASE 3, APPROXIMATE TO ZONING FOR PHASE 2

POSTOJEĆI OBJEKAT 718.38 m²
_EXISTING FACILITY 718.38 m²

UKUPNA POVRŠINA ETAŽE OB1 797.85 m²
_TOTAL FLOOR AREA OB1 797.85 m²

PREGLED POVRŠINA
_OVERVIEW OF AREAS

UKUPNA POVRŠINA ETAŽE OB2 797.85 m²
_TOTAL FLOOR AREA OB2 797.85 m²

01	PROSTOR STEPENIŠTA _STAIR SPACE	52.65 m ² 52.65 m ²
02	KORIDOR _HALLWAY	52 m ² 52 m ²
03	ULAZ _ENTRANCE	12 m ² 12 m ²
04	DIREKTOR 10 ; SALA 10 _DIRECTOR 10 ; MEETING ROOM 10	52 m ² 52 m ²

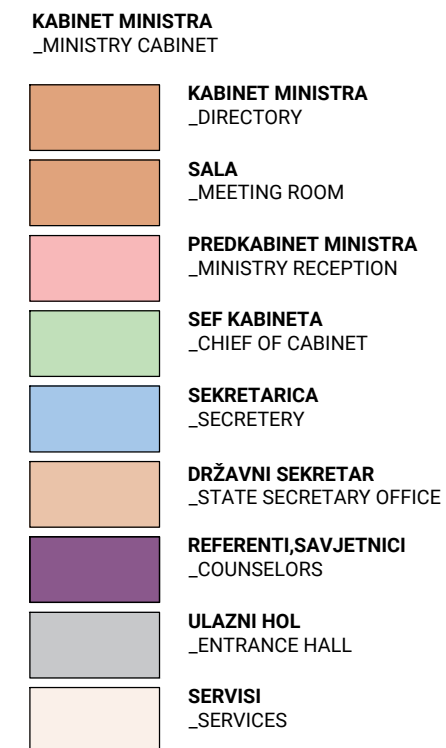
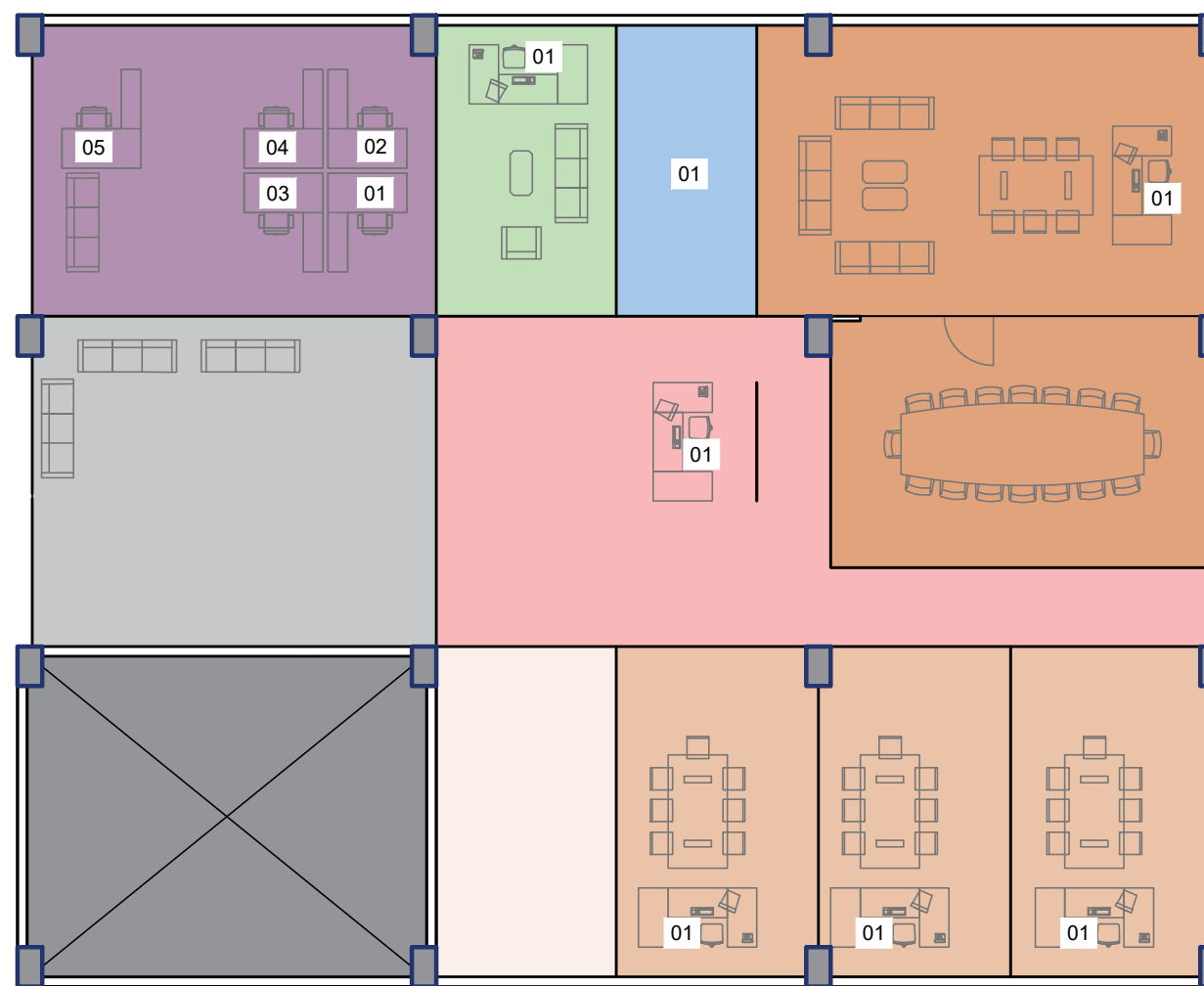
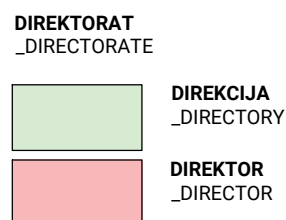
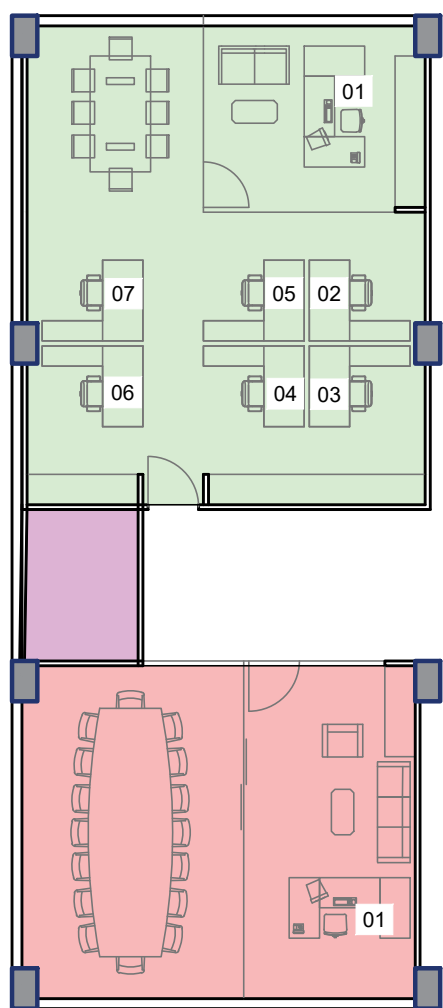
05	ČAJNA KUHINJA _KITCHENETTE	8 m ² 8 m ²
06	ARHIVA _ARCHIVE ROOM	15 m ² 15 m ²
07	TOALETI ; OSTAVA _TOILETS ; STORAGES	24 m ² 24 m ²
08	OSTAVA _STORAGES	4 m ² 4 m ²

09	DIREKCIJA 10A _SECTOR 9A	75 m ² 75 m ²
10	DIREKCIJA 10B _SECTOR 9B	75 m ² 75 m ²
11	DIREKCIJA 10C _SECTOR 10C	75 m ² 75 m ²
12	VELIKA SALA I APERITIV BAR ZA VIP SASTANKE _IP MEETING ROOM AND APERITIV BAR	317 m ² 317 m ²

	OB1	OB2
ET -3		3932
ET -2		3932
ET -1		3932
TOTAL BELOW GROUND/ UKUPNO PODZEMNE ETAŽE		11796
PRIZ/GF	640	800
1.SPRAT/ 1ST FLOOR	800	800
2.SPRAT / 2ND FLOOR	800	800
3.SPRAT / 3RD FLOOR	800	800
4.SPRAT / 4TH FLOOR	800	800
5.SPRAT/ 5TH FLOOR	800	800
6.SPRAT / 6TH FLOOR	800	800
TOTAL ABOVE GROUND/ UKUPNO NADZEMNE ETAŽE	5440	5600
TOTAL GBA/UKUPNO BGP		22836
PARKING MJESTA / PARKING LOTS		298
MINISTARSTVA / MINISTRY		2
DIREKTORAT / DIRECTORATE		2X10= 20
DIREKCIJA / SECTORS		18X3+2x2 = 58

ŠEME MODULA DIREKCIJA I KABINETA MINISTRA

_SCHEME MODULS FOR DIRECTORATE AND THE CABINET OF MINISTER



MODUL KANCELARIJE DIREKTORA
_MODUL OF DIRECTOR OFFICE

01 **DIREKTOR**
_DIRECTOR

MODUL DIREKCIJE
_MODUL OF DIRECTORY

- 01 **NAČELNIK**
_CHIEF
- 02 **SLUŽBENIK 1**
_EMPLOYEE 1
- 03 **SLUŽBENIK 2**
_EMPLOYEE 2
- 04 **SLUŽBENIK 3**
_EMPLOYEE 3
- 05 **SLUŽBENIK 4**
_EMPLOYEE 4
- 06 **SLUŽBENIK 5**
_EMPLOYEE 5
- 07 **SLUŽBENIK 6**
_EMPLOYEE 6

MODUL KABINETA MINISTRA
_MODUL FOR MINISTRY CABINET

01 **MINISTAR**
_MINISTER

MODUL KANCELARIJE SAVJETNIKA
_MODUL FOR COUNCELORS OFFICE

- 01 **SAVJETNIK 1**
_COUNCELOR 1
- 02 **SAVJETNIK 2**
_COUNCELOR 2
- 03 **SAVJETNIK 3**
_COUNCELOR 3
- 04 **SAVJETNIK 4**
_COUNCELOR 4
- 05 **REFERENT**
_REFERENT

MODUL PREDKABINETA MINISTRA
_MODUL FOR MINISTRY RECEPTION

01 **SLUŽBENIK**
_EMPLOYEE

MODUL KANCELARIJA DRŽAVNIH SEKRETARA
_MODUL FOR STATE SECRETARY OFFICE

01 **DRŽAVNI SEKRETAR**
_STATE SECRETARY

MODUL SEFA KABINETA
_MODUL CHIEF OF CABINET

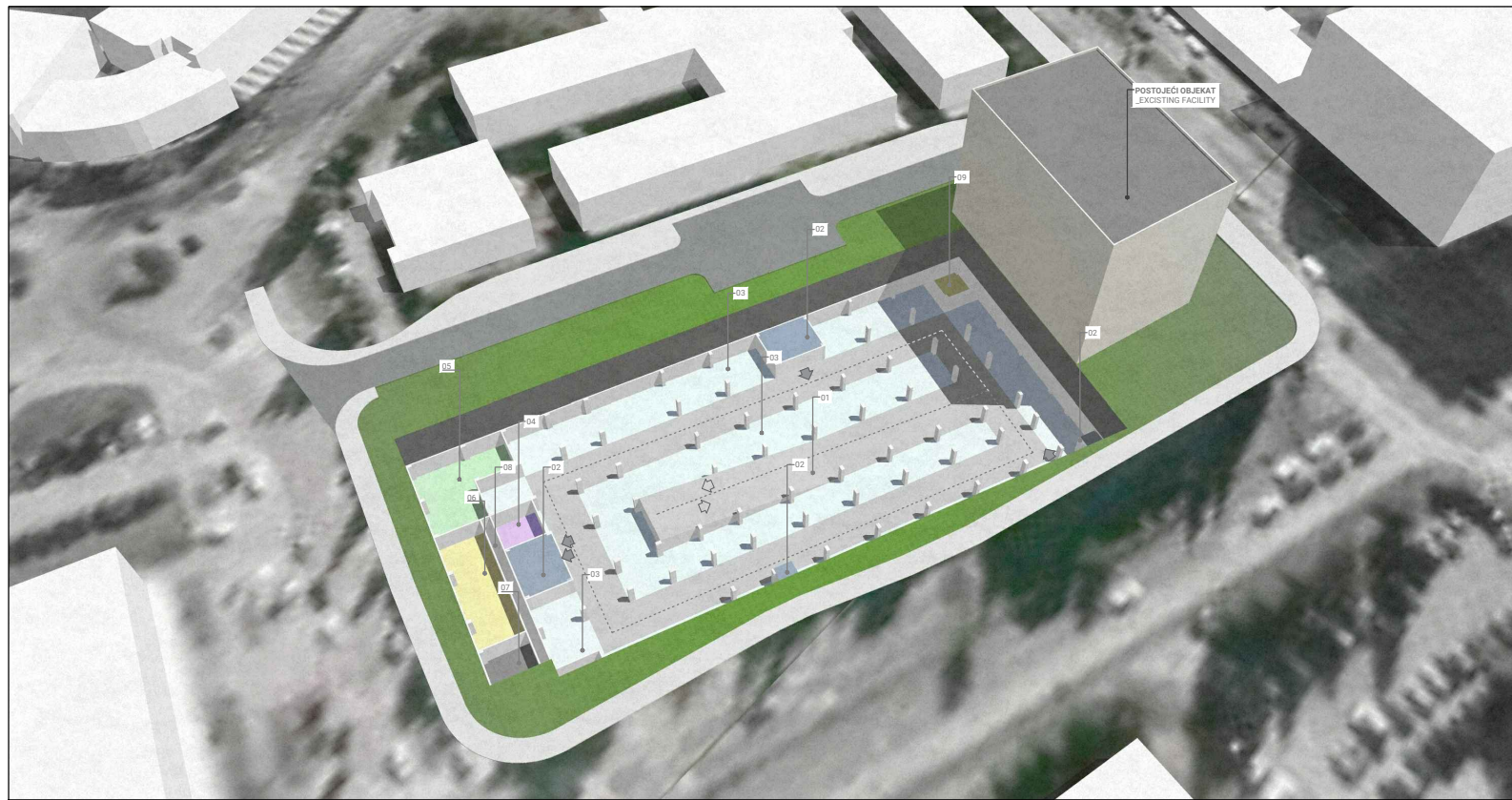
01 **SEF KABINETA**
_CHIEF OF CABINET

MODUL KANCELARIJE SEKRETERICE
_MODUL FOR SECRETARY OFFICE

01 **SEKRETERICA**
_SECRETARY

EŽAŽA / LEVEL	APS. KOTA/ APS.LEVEL	REL. KOTA/ REL. LEVEL	BGP OB1 m2/ GBA M1	BGP OB2 m2/ GBA M2	APS. KOTA/ APS.LEVEL	REL. KOTA/ REL. LEVEL	OBJEKAT 1 / BUILDING 1				OBJEKAT 2 / BUILDING 2				PARKING MJESTA / PARKING LOTS	BROJ POSJETILACA / NO. OF VISITORS	BROJ KORISNIKA RESTORANA/ KANTINE NO. OF RESTOURANT USERS	
							BROJ DIREKTORATA / NO. OF DIRECTORATE	BROJ DIREKCIJA/ NO. OF DIRECTORATE	BROJ KABINETA MINISTAR/ NO. OF THE CABINET OF THE MINISTER	BROJ ZAPOSLENIH/ NO. OF EMPLOYEES	BROJ DIREKTORATA / NO. OF DIRECTORATE	BROJ DIREKCIJA/ NO. OF DIRECTORATE	BROJ KABINETA MINISTAR/ NO. OF THE CABINET OF THE MINISTER	BROJ ZAPOSLENIH/ NO. OF EMPLOYEES				
ET-3	-9.90	36.60	3932		-9.90	36.60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	/	/
ET-2	-6.60	39.90	3935		-6.60	39.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	/	/
ET-1	-3.30	43.20	3932		-3.30	43.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	/	/
UKUPNO PODZEMNE ETAŽE/ TOTAL BELOW GROUND			11796				0	0	0	0	0	0	0	0	0	288	/	/
PRIZ/GF	4.20	50.70	640	800	4.20	50.70	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0	/	60
1.SPRAT/1ST FLOOR	7.50	54.00	800	800	7.50	54.00	2	6	0	44	2	6	0	44	0	24	/	/
2.SPRAT /2ND FLOOR	7.50	54.00	800	800	7.50	54.00	2	6	0	44	2	6	0	44	0	24	/	/
3.SPRAT /3 RD FLOOR	10.80	57.30	800	800	10.80	57.30	2	6	0	44	2	6	0	44	0	24	/	/
4.SPRAT /4 TH FLOOR	14.10	60.60	800	800	14.10	60.60	2	6	0	44	2	6	0	44	0	24	/	/
5.SPRAT/5 TH FLOOR	17.40	63.90	800	800	17.40	63.90	1	2	1	15	1	2	1	15	0	7	/	/
6.SPRAT/6TH FLOOR	3.30	20.70	800	800	3.30	20.70	1	3	0	22	1	3	0	22	0	11	/	/
TOTAL ABOVE GROUND/ UKUPNO NADZEMNE ETAŽE			5440	5600			10	29	1	218	10	29	1	218	0	114		60
UKUPNO / TOTAL			22836				BROJ DIREKTORATA/NO. OF DIRECTORATES: 10, DIREKCIJA/NO. OF DIRECTORATE: 58, MINISTAR/NO. OF THE CABINET OF THE MINISTER: 2, BROJ ZAPOSLENIH/NO. OF EMPLOYEES 436				BROJ KABINETA							

*Procijenjeni broj posjetilaca je određen sa faktorom 0.5 u odnosu na broj zaposlenih u OB1 i OB2.
*The estimated number of visitors was determined with a factor of 0.5 in relation to the number of employees in M1 and M2.



OSNOVA ETAŽE -3 (-9.90) / LAYOUT OF LEVEL -3 (-9.90)

PRAVCI KRETANJA
_DIRECTION OF MOVEMENTS

ULAZ-IZLAZ
_ENTRANCE-EXIT

01	PROSTOR GARAŽE _GARAGE SPACE	1414 m2 1414 m2	06	OSTAVE _STORAGE FACILITIES	118 m2 118 m2
02	PROSTOR STEPENIŠTA _STAIR SPACE	142 m2 142 m2	07	ODLAGANJE OTPADA I POMOĆNE PROSTORIJE _WASTE DISPOSAL AND AUXILIARY SPACES	52 m2 52 m2
03	PROSTOR PARKINGA _PARKING SPACE	1851 m2 - 105 pm 1851 m2 - 105 ps	08	KORIDOR _HALLWAY	42 m2 42 m2
04	PREDPROSTOR _LOBBY	34.81 m2 34.81 m2	09	OSTAVA _HALLWAY	34 m2 34 m2
05	DEPOI ZA ARHIVU _ARCHIVE DEPOSITS	138 m2 138 m2			



OSNOVA ETAŽE -2 (-6.60) / LAYOUT OF LEVEL -2 (-6.60)

PRAVCI KRETANJA
_DIRECTION OF MOVEMENTS

ULAZ-IZLAZ
_ENTRANCE-EXIT

01	PROSTOR GARAŽE _GARAGE SPACE	1208.61 m2 - 92 pm 1208.61 m2 - 92 pl	08	PROSTORIJA ZA SPRINKLER, HIDROFOR I BOJLER _SPRINKLER WATER PUMP WATER TANK	72 m2 72 m2
02	PROSTOR STEPENIŠTA _STAIR SPACE	142.74 m2 142.74 m2	09	DIZELA AGREGAT _DIESEL AGREGATE	30 m2 30m2
03	PROSTOR PARKINGA _PARKING SPACE	1699.25 m2 1699.25 m2	10	TS _SUBSTATION	50 m2 50 m2
04	PREDPROSTOR _LOBBY	34.81 m2 34.81 m2	11	KORIDOR _HALLWAY	41 m2 41 m2
05	OSTAVE _STORAGE FACILITIES	71 m2 71 m2			
06	DATA CENTAR _DATA ROOM	100 m2 100 m2			
07	PROSTORIJA ZA UPS _UPS ROOM	15 m2 15 m2			

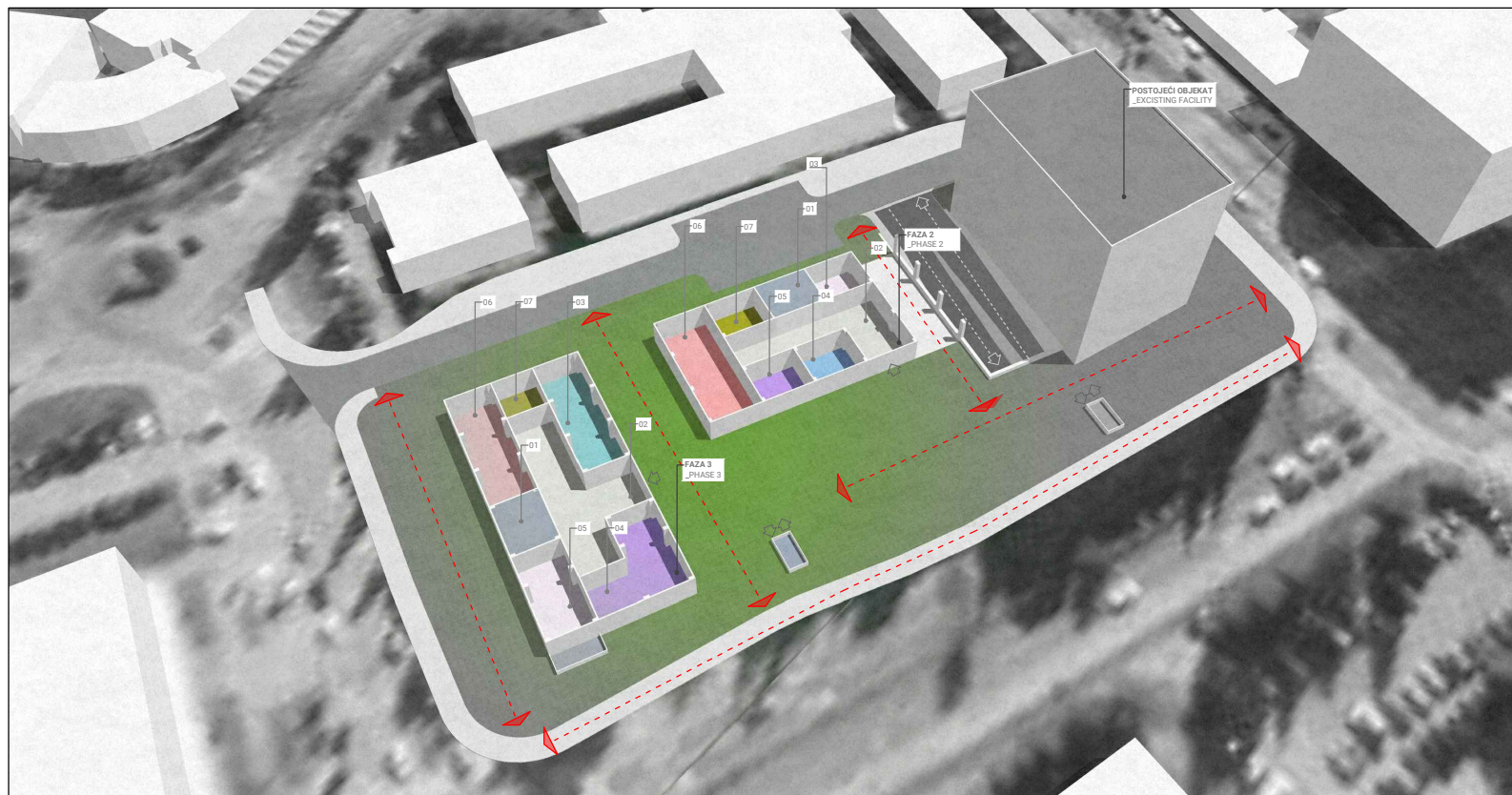


OSNOVA ETAŽE -1 (-3.30) / LAYOUT OF LEVEL -1 (-3.30)

PRAVCI KRETANJA
_DIRECTION OF MOVEMENTS

ULAZ-IZLAZ
_ENTRANCE-EXIT

01	PROSTOR GARAŽE _GARAGE SPACE	1677.20 m2 - 93 pm 1677.20 m2 - 93 pl
02	PROSTOR STEPENIŠTA _STAIR SPACE	142.74 m2 142.74 m2
03	PROSTOR PARKINGA _PARKING SPACE	1544.87 m2 - 93pm 1544.87 m2 - 93 pl
04	PREDPROSTOR _LOBBY	34.81 m2 34.81 m2
05	OSTAVE _STORAGE FACILITIES	86 m2 86 m2
06	TOPLOTNA PUMPA _HEATING PUMPS	272 m2 272 m2



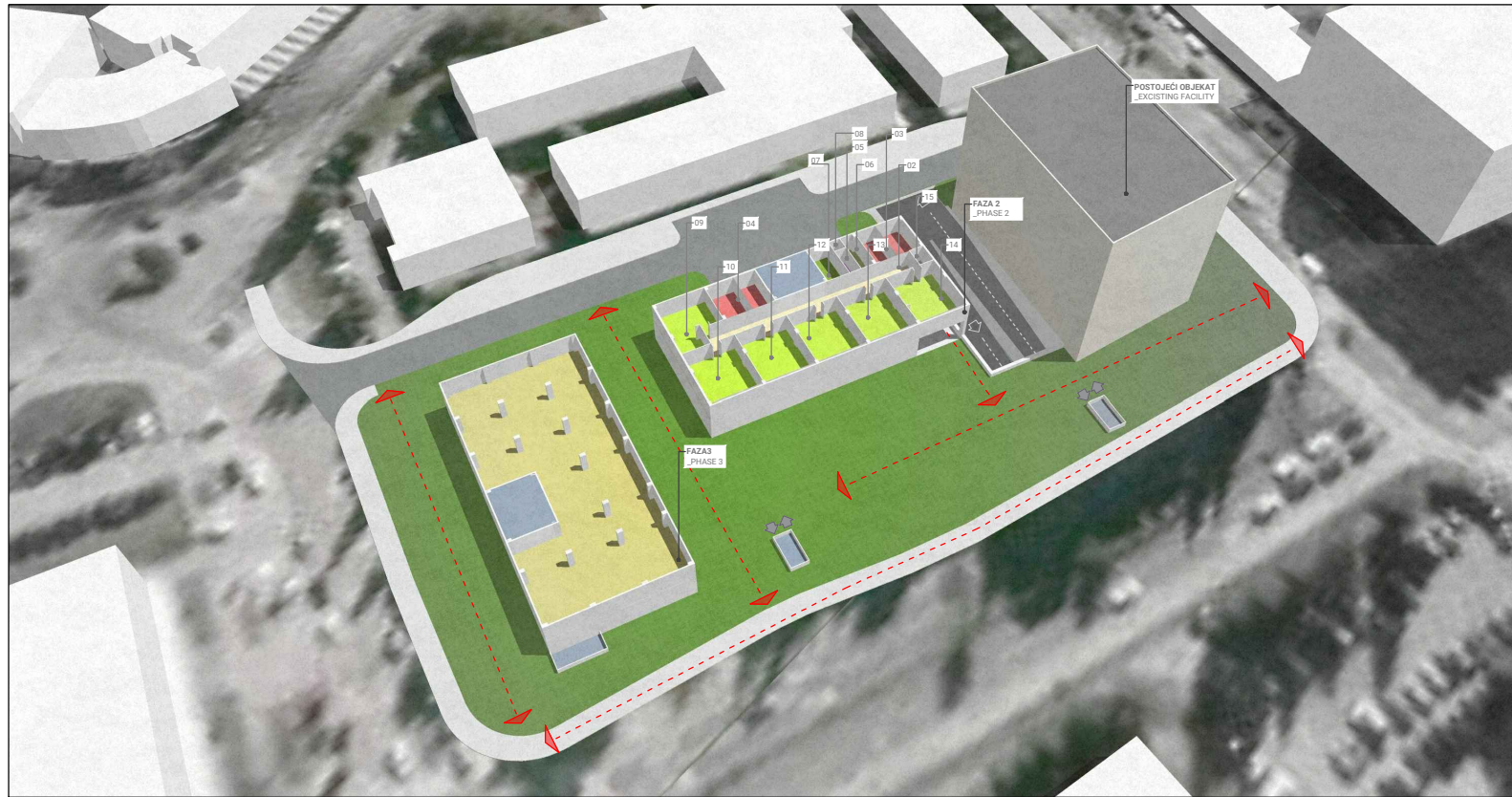
OSNOVA ETAŽE 0 / LAYOUT OF LEVEL 0

PRAVCI KRETANJA VOZILA
_DIRECTION OF CAR MOVEMENTS

ULAZ-IZLAZ
_ENTRANCE-EXIT

PRAVCI KRETANJA PJEŠAKA
_DIRECTION OF PEOPLE MOVEMENTS

OB1_M2		OB2_M2	
01	PROSTOR STEPENIŠTA _STAIR SPACE	52.56 m2 52.56 m2	01 PROSTOR STEPENIŠTA _STAIR SPACE 52.65 m2 52.65 m2
02	ULAZNI HOL _ENTRANCE HALL	193 m2 193 m2	02 ULAZNI HOL _ENTRANCE HALL 209 m2 209 m2
03	BIFE _BUFFET	50 m2 50 m2	03 ZAJEDNIČKA KANTINA; RESTORAN; BIFE _CANTINE, RESTAURANT, BUFFET 135 m2 135 m2
04	PRIJAVNICA; PROSTORIJA ZA OBEZBEĐENJE; _RECEPTION; SECURITY ROOM; TECHNICAL ROOM	50m2 50m2	04 PROSTOR ZA PRIJEM DOKUMENTACIJE _DOCUMENTATION RECEPTION ROOM; SECURITY ROOM; TECHNICAL ROOM 130 m2 130 m2
05	PROSTOR ZA PRIJEM DOKUMENTACIJE _DOCUMENTATIO RECEPTION ROOM	25 m2 25 m2	05 KANCELARIJA ZA OSOBLJE; BIFE _DOCUMENTATIO RECEPTION ROOM 86 m2 86 m2
06	SALA ZA SASTANKE I PREZENTACIJE _MEETING AND PRESENTATION ROOM	120 m2 120 m2	06 SALA ZA SASTANKE I PREZENTACIJE _MEETING AND PRESENTATION ROOM 125 m2 125 m2
07	TOALETI _TOILETS	50 m2 50 m2	07 TOALETI _TOILETS 40 m2 40 m2



OSNOVA SPRATOVA 1,2,3,4/LAYOUT OF FLOORS 1,2,3,4 (+4.20/+50.70, +7.50/+54.00, +10.80/+57.30, +14.10/+60.60)

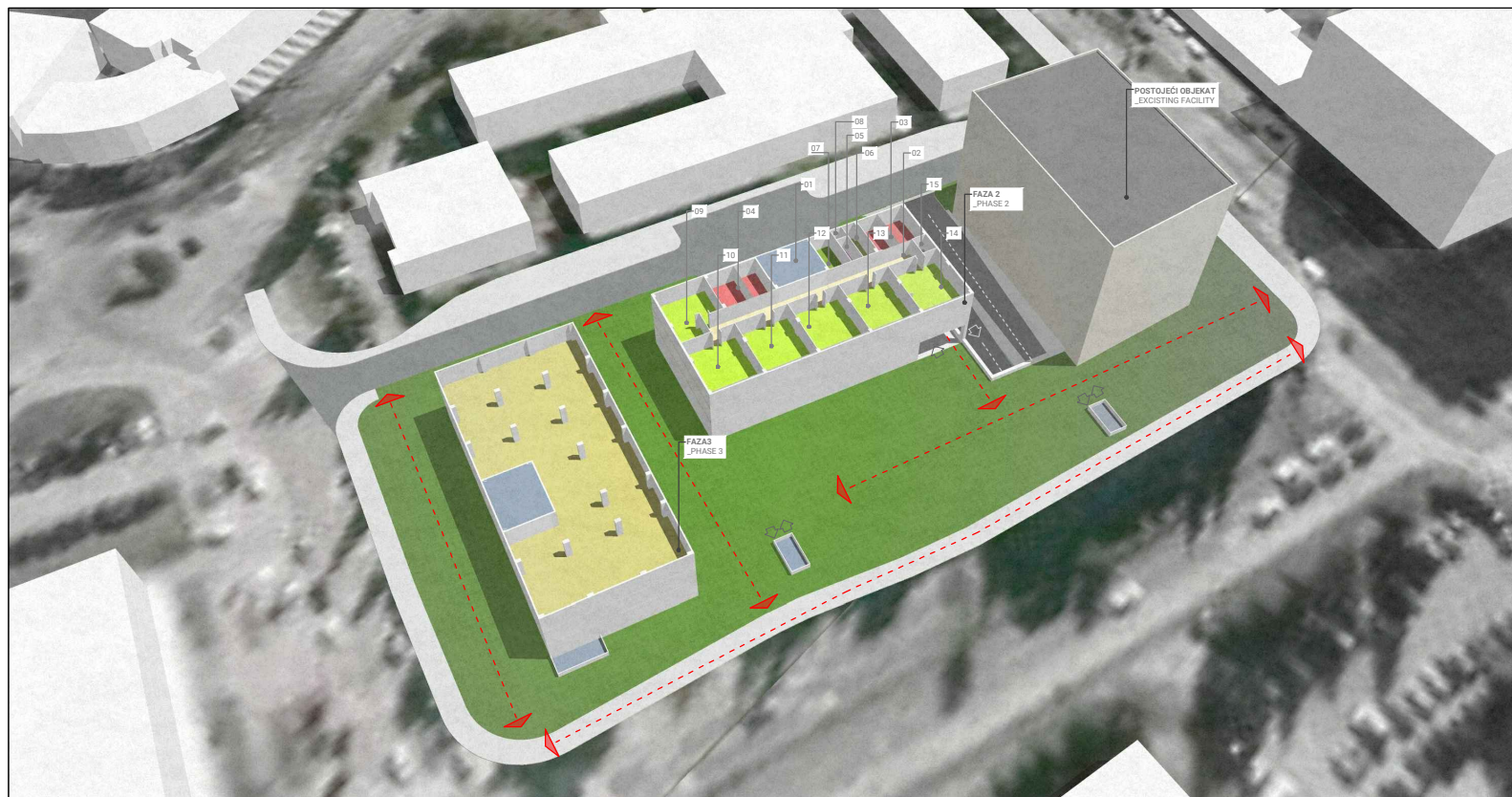
NAPOMENA: FUNKCIONALNI ZONING NADZEMNIH ETAŽA FAZE 3, Približan ZONINGU ZA FAZU 2
 NOTE: FUNCTIONAL ZONING OF OVERHEAD FLOORS PHASE 3, APPROXIMATE TO ZONING FOR PHASE 2

PRAVCI KRETANJA VOZILA
 _DIRECTION OF CAR MOVEMENTS

ULAZ-IZLAZ
 _ENTRANCE-EXIT

PRAVCI KRETANJA PJEŠAKA
 _DIRECTION OF PEOPLE MOVEMENTS

01	PROSTOR STEPENIŠTA _STAIR SPACE	52.65 m2 52.65 m2	09	DIREKCIJA 1A _SECTOR 1A	75 m2 75 m2
02	KORIDOR _HALLWAY	99 m2 99 m2	10	DIREKCIJA 1B _SECTOR 1B	75 m2 75 m2
03	DIREKTOR 1; SALA 1 _DIRECTOR 1; MEETING ROOM 1	52 m2 52 m2	11	DIREKCIJA 1C _SECTOR 1C	75 m2 75 m2
04	DIREKTOR 2; SALA 2 _DIRECTOR 2; MEETING ROOM 2	52 m2 52m2	12	DIREKCIJA 2A _SECTOR 2A	75 m2 75 m2
05	ČAJNA KUHINJA _KITCHENETTE	8 m2 8 m2	13	DIREKCIJA 2 B _SECTOR 2B	75 m2 75 m2
06	ARHIVA _ARCHIVE ROOM	15 m2 15 m2	14	DIREKCIJA 2C _SECTOR 2C	75 m2 75 m2
07	TOALETI; OSTAVA _TOILETS; STORAGEES	24 m2 24 m2	15	REK _RECK	7 m2 7 m2
08	OSTAVA _STORAGEES	4 m2 4 m2			



OSNOVA SPRATA 5 / LAYOUT OF 5th FLOOR (+17.40/+63.90)

PRAVCI KRETANJA VOZILA
 _DIRECTION OF CAR MOVEMENTS

ULAZ-IZLAZ
 _ENTRANCE-EXIT

PRAVCI KRETANJA PJEŠAKA
 _DIRECTION OF PEOPLE MOVEMENTS

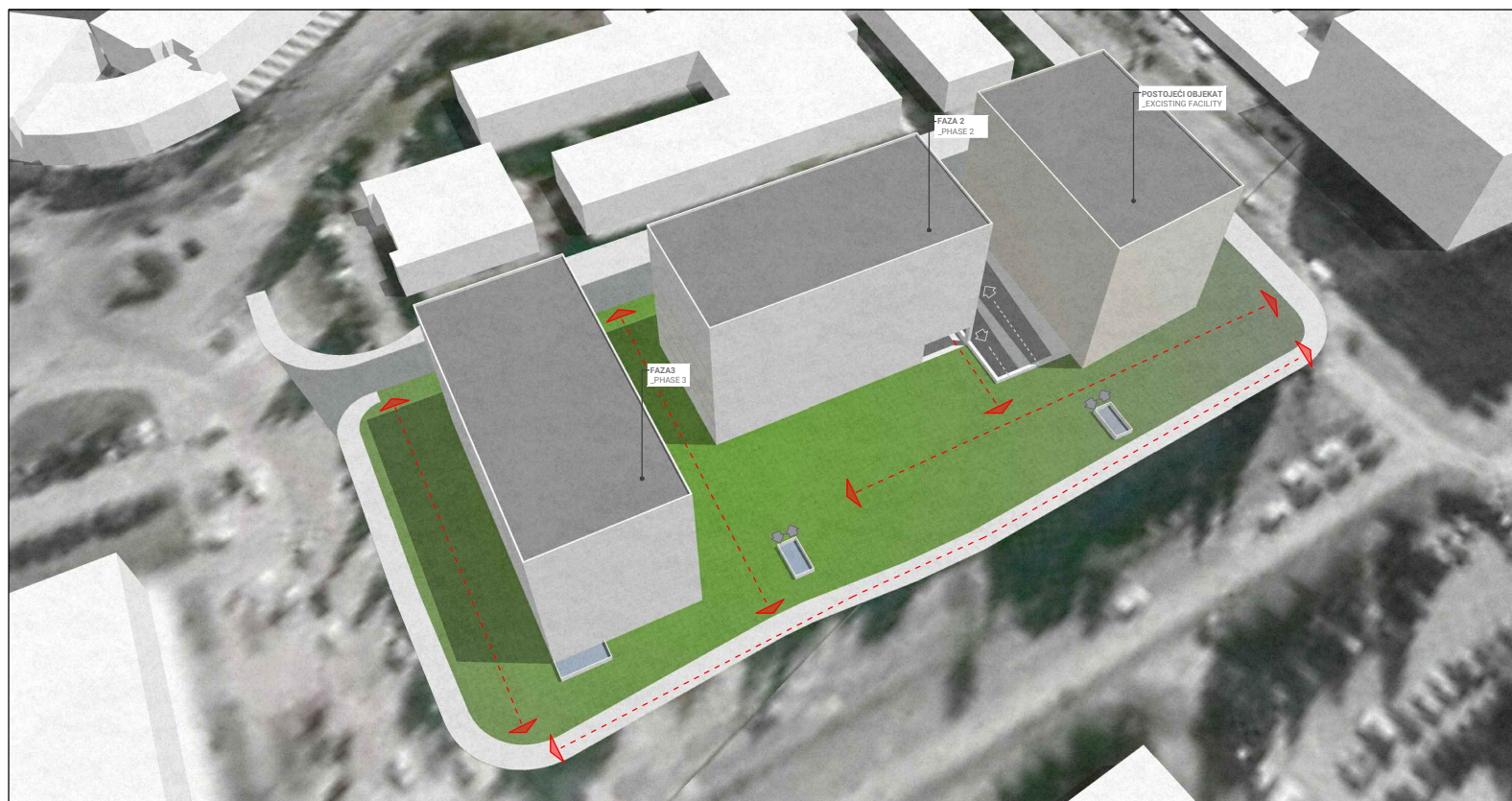
01	PROSTOR STEPENIŠTA _STAIR SPACE	52.65 m2 52.65 m2	09	DIREKCIJA 9A _SECTOR 9A	75 m2 75 m2	17	DRŽAVNI SEKRETAR 2 _STATE SECRETARY 2	25m2 25 m2
02	KORIDOR _HALLWAY	41 m2 41 m2	10	DIREKCIJA 9B _SECTOR 9B	75 m2 75 m2	18	SEKRETAR _SECRETARY	27 m2 27 m2
03	ULAZNI HOL _ENTRANCE HALL	55 m2 55 m2	11	PREDKABINET _RECEPTION	65 m2 65 m2	19	SAVJETNICI I REFERENT _COUNSELORS	16 m2 16 m2
04	DIREKTOR 9; SALA 9 _DIRECTOR 9; MEETING ROOM 9	52 m2 52 m2	12	KABINET MINISTRA _MINISTRY CABINET	55 m2 55 m2	20	SERVISI _SERVICES	25 m2 25 m2
05	ČAJNA KUHINJA _KITCHENETTE	8 m2 8 m2	13	SALA _MEETING ROOM	40m2 40 m2	21	REK _RACK	15 m2 15 m2
06	ARHIVA _ARCHIVE ROOM	15 m2 15 m2	14	ŠEF KABINETA _CHIEF OF CABINET	21 m2 21 m2			
07	TOALETI; OSTAVA _TOILETS; STORAGEES	24 m2 24 m2	15	SEKRETARICA _SECTOR 2C	16 m2 16 m2			
08	OSTAVA _STORAGEES	4 m2 4 m2	16	DRŽAVNI SEKRETAR 1 _STATE SECRETARY 1	27 m2 27 m2			



OSNOVA SPRATA 6 / LAYOUT OF THE 6TH FLOOR (+20.70/+67.20)

NAPOMENA: FUNKCIONALNI ZONING NADZEMNIH ETAŽA FAZE 3, Približan zongingu za fazu 2
 NOTE: FUNCTIONAL ZONING OF OVERHEAD FLOORS PHASE 3, APPROXIMATE TO ZONING FOR PHASE 2

PRAVCI KRETANJA VOZILA _DIRECTION OF CAR MOVEMENTS		ULAZ-IZLAZ _ENTRANCE-EXIT			
PRAVCI KRETANJA PJEŠAKA _DIRECTION OF PEOPLE MOVEMENTS					
01	PROSTOR STEPENIŠTA _STAIR SPACE	52.65 m2 52.65 m2	07	TOALETI ; OSTAVA _TOILETS; STORAGES	24 m2 24 m2
02	KORIDOR _HALLWAY	52 m2 52 m2	08	OSTAVA _STORAGES	4 m2 4 m2
03	ULAZ _ENTRANCE	12 m2 12 m2	09	DIREKCIJA 10A _SECTOR 9A	75 m2 75 m2
04	DIREKTOR 10; SALA 10 _DIRECTOR 10 ; MEETING ROOM 10	52 m2 52 m2	10	DIREKCIJA 10B _SECTOR 9B	75 m2 75 m2
05	ČAJNA KUHINJA _KITCHENETTE	8 m2 8 m2	11	DIREKCIJA 10C _SECTOR 10C	75 m2 75 m2
06	ARHIVA _ARCHIVE ROOM	15 m2 15 m2	12	VELIKA SALA I APERITIV BAR ZA VIP SASTANKE _IP MEETING ROOM AND APERITIF BAR	317 m2 317 m2



OSNOVA ETAŽE 7 / LAYOUT OF LEVEL 7 (-3.30)

PRAVCI KRETANJA VOZILA _DIRECTION OF CAR MOVEMENTS		ULAZ-IZLAZ _ENTRANCE-EXIT	
PRAVCI KRETANJA PJEŠAKA _DIRECTION OF PEOPLE MOVEMENTS			

TABELA SA UKUPNIM PARAMEERIMA ZA OB1 I OB2
 _ANALITICAL TABLE WITH TOTAL SPATIAL PARAMETERS FOR M1 AND M2

EZAŽA / LEVEL	APS. KOTA/ APS.LEVEL	REL. KOTA/ REL. LEVEL	BGP OB1 m2/ GBA M1	BGP OB2 m2 / GBA M2	APS. KOTA/ APS.LEVEL	REL. KOTA/ REL. LEVEL	OBJEKAT 1 / BUILDING 1				OBJEKAT 2 / BUILDING 2				PARKING MJESTA / PARKING LOTS	BROJ POSJETIL ACA*/NO. OF VISITORS	BROJ KORISNIKA RESTORANA / KANTINE NO. OF RESTOURAN TS USERS	
							BROJ DIREKTORA TA/ NO. OF DIREKTORA TE	BROJ DIREKCIJA/ NO. OF DIRECTORA TE	BROJ KABINETA MINISTAR/ NO. OF THE CABINET OF THE MINISTER	BROJ ZAPOSLENI H/ NO. OF EMPLOYEE S	BROJ DIREKTORA TA/ NO. OF DIREKTORA TE	BROJ DIREKCIJA/ NO. OF DIRECTORA TE	BROJ KABINETA MINISTAR/ NO. OF THE CABINET OF THE MINISTER	BROJ ZAPOSLENI H/ NO. OF EMPLOYEE S				
ET -3	-9.90	36.60	3932		-9.90	36.60	0	0	0	0	0	0	0	0	95	/	/	
ET -2	-6.60	39.90	3935		-6.60	39.90	0	0	0	0	0	0	0	0	100	/	/	
ET -1	-3.30	43.20	3932		-3.30	43.20	0	0	0	0	0	0	0	0	93	/	/	
UKUPNO PODZEMNE ETAŽE/ TOTAL BELOW GROUND			11796				0	0	0	0	0	0	0	0	288	/	/	
PRIZ/GF	4.20	50.70	640	800	4.20	50.70	0	0	0	5	0	0	0	5	0	/	60	
1.SPRAT/1ST FLOOR	7.50	54.00	800	800	7.50	54.00	2	6	0	44	2	6	0	44	0	24	/	
2.SPRAT /2ND FLOOR	7.50	54.00	800	800	7.50	54.00	2	6	0	44	2	6	0	44	0	24	/	
3 SPRAT / 3 RD FLOOR	10.80	57.30	800	800	10.80	57.30	2	6	0	44	2	6	0	44	0	24	/	
4.SPRAT / 4 TH FLOOR	14.10	60.60	800	800	14.10	60.60	2	6	0	44	2	6	0	44	0	24	/	
5.SPRAT/ 5 TH FLOOR	17.40	63.90	800	800	17.40	63.90	1	2	1	15	1	2	1	15	0	7	/	
6.SPRAT/ 6TH FLOOR	3.30	20.70	800	800	3.30	20.70	1	3	0	22	1	3	0	22	0	11	/	
TOTAL ABOVE GROUND/ UKUPNO NADZEMNE ETAŽE			5440	5600			10	29	1	218	10	29	1	218	0	114	60	
UKUPNO / TOTAL			22836				BROJ DIREKTORATA/NO. OF DIRECTORATES: 10, BROJ DIREKCIJA/NO. OF DIRECTORATE: 58, BROJ KABINETA MINISTRA/NO. OF THE CABINET OF THE MINISTER: 2, BROJ ZAPOSLENIH/NO. OF EMPLOYEES 436											
*Procijenjeni broj posjetilaca je određen sa faktorom 0.5 u odnosu na broj zaposlenih u OB1 i OB2																		
*The estimated number of visitors was determined with a factor of 0.5 in relation to the number of employees in M1 and M2																		

studio SYNTHESIS
architecture&design

www.studiosynthesis.me

DESIGNED BY
STUDIO SYNTHESIS
ARCHITECTURE & DESIGN

Aneks 3 - Proračun energetske karakteristike zgrada sa preporukom, pripremljena od strane Fraunhofer Instituta, sa prevodom

Fraunhofer Institute for Building
Physics IBP

Research, Development,
Demonstration und Consulting in
the Field of Building Physics

Approval of New Building Materials,
Components and Constructions

Authorized for
Testing, Monitoring and Certification

Institute Management

Prof. Dr. Philip Leistner

Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer

Nova administrativna zgrada , Crne Gora: Proračun energetskih karakteristika zgrade sa pre- porukama

Pripremljeno za potrebe KfW banke

Izveštaj obuhvata

[Zahl eingeben] tekst

[Zahl eingeben] tabele

[Zahl eingeben] fislike

Jessica Preuss

Heike Erhorn-Kluttig

Hans Erhorn

Štuttgart, 9. maj 2022

Sadržaj

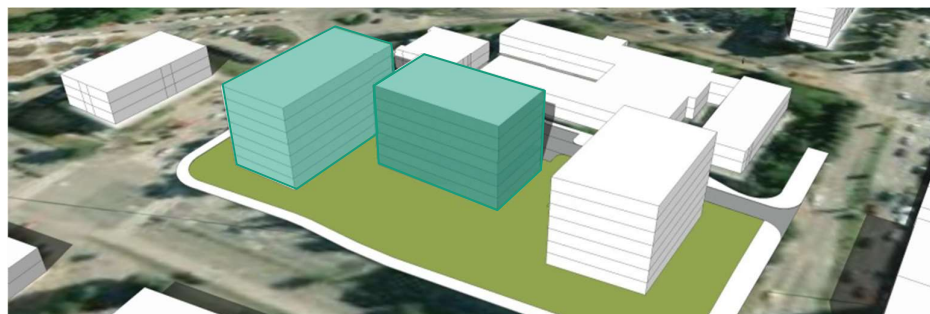
1	Uvod i proračun omotača zgrade	3
2	Granične vrijednosti za proračun energetske karakteristike	3
2.1	Zone i korisnički profili	3
2.2	Tehnički sistemi	6
2.3	Karakteristike omotača zgrade	6
3	Rezultati proračuna za energetske potrebe	8
3.1	Definicija energetske potrebe, isporučene i primarne energije	8
3.2	Potrebna energija	9
3.3	Isporučena energija	12
3.4	Primarna energija	15
4	Preporuke za zgradu u pogledu energije	17
5	Zaključak	19

1 Uvod i proračun omotača zgrade

Za potrebe Vlade Crne Gore, planirana je izgradnja dvije nove administrativne zgrade u Podgorici, u okviru projekta energetske efikasnosti, koji realizuje Ministarstvo kapitalnih investicija. Nove zgrade treba da budu izgrađene u skladu sa standardom za zgrade Nulte potrošnje i da posluže kao primjer ovakve gradnje kako u privatnom tako i u javnom sektoru. Idejno-konceptijsko rješenje je izrađeno od strane Studio Synthesis. Sledeći korak, za potrebe dalje realizacije projekta, biće raspisivanje javnog arhitektonskog konkursa. Institut Fraunhofer IBP izvršio je proračun potreba za energijom za različite vrste omotača, kako bi se u ranoj fazi obezbijedile informacije i stekao uvid o uticaju odabira materijala i tehničkih sistema na zahtjeve za energijom. Rezultati analize, dati u ovom izvještaju mogu se koristiti kao smjernice u procesu donošenja odluka u vezi procesa izrade projektnih rješenja tokom arhitektonskog konkursa.

2 Granične vrijednosti za proračun energetskih karakteristika

Studio Synthesis je izradio Idejno-konceptijsko rešenje i funkcionalni program za planirane objekte i parking garažu, na osnovu lokalnih planskih uslova i zahtjeva korisnika. Analizirane su različite geometrije i kompozicije objekata. Koncept, koji je odabran od strane Studio Synthesis i Ministarstva kapitalnih investicija, dat je na slici ispod. Odabrani koncept je preliminarni i može se mijenjati na arhitektonskom konkursu.

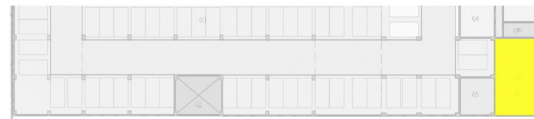


Slika 1:
Idejno-konceptijsko rješenje za položaj dvije nove zgrade na odabranoj lokaciji
(označeno zelenom bojom)
(© Studio Synthesis)

2.1 Zone I korisnički profili

Definisane su oblasti unutar objekta prema standardnim korisničkim profilima definisanim u crnogorskom softveru za proračun energetskih karakteristika zgrada (MEEC) [1].

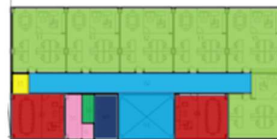
Korisnički profili dodjeljeni svakom termički kondicioniranom prostoru prikazani su na slici 2. Parking garaža nije klimatizovana i stoga potrebe za električnom u toplotnom energijom u garaži nisu uključene u rezultate analize. Zajednička server sala na nivou -2 ima potrebu za hlađenjem i stoga je obuhvaćena nalaizom (samo žuta oblast). Prema Idejno -konceptijskom rješenju objekti se razlikuju samo u nivou prizemlja. Na svim ostalim nivoima objekti su isti, tako da je za novoe 1-6 prikazana samo jedna zgrada. Površine prikazane ispod su uzete kao referentene.



Podzemni novo -2



Nivo prizemlja 0



Nivo 1 - 4



Nivo 5



Nivo 6

Legenda:

- Hodnici
- Kafeterija
- Kuhinja
- Kancelarije
- Sala za sastanke
- Sanitarni čvorovi
- Zajeničke prostorije
- Pomoćne prostorije
- Rek sobe

Slika 2:

Dodijeljeni standardni korisnički profili za prostor unutra objekta (organizacija prostora pripremljena od strane Studio Synthesis).

Granični uslovi za svaku zonu su postavljeni prema standardnim korisničkim profilima [1]. Urađeno je samo nekoliko manjih izmjena u standardnim korisničkim profilima uz saglasnost Ministarstva kapitalnih investicija kako bi odgovarale planiranoj namjeni objekta (označeno zelenom bojom). Tabela 1 daje pregled graničnih uslova za prostore koji se griju ili hlade.

Tabela 1:
Korisnički profili koji su korišćeni za proračun energetske potrebe za prostorije koje se griju ili hlade:

Building space	Net floor area [m ²]	Setpoint temperatures		Domestic Hot Water Demand	Minimum outdoor-air volume flow		Ventilation			Internal heat gains				
		Heating [°C]	Cooling [°C]		Hygienic air flow [m ³ /(hm ²)]	Building air flow [m ³ /(hm ²)]	Type of ventilation	Supply/exhaust air	Conditioning in air handling unit	Maintained illuminance	Occupation density	Devices: simultaneous power [W/m ²]		
Auxiliary areas	228	21	24	-	0	0	-	-	-	-	-	100	0	0
Common rooms	96	21	24	-	7	2.5	-	mechanical ventilation	exhaust	-	-	300	3	2
Meeting room	1,999	20	26	-	15	3	-	mechanical ventilation	supply + exhaust	heating / cooling	heating / cooling	500	3	2
Office area	5,195	19	26	yes	5	2.5	-	mechanical ventilation	supply + exhaust	heating / cooling	heating / cooling	500	15	11
Passageways	2,251	21	24	-	0	0	-	-	-	-	-	100	0	0
Cafeteria	155	20	25	yes	18	2.6	-	mechanical ventilation	supply + exhaust	heating / cooling	heating / cooling	200	1,2	2
Kitchen	30	17	24	-	15	0	-	mechanical ventilation	supply + exhaust	no	no	500	10	30
Sanitary rooms	378	21	24	-	15	5	-	mechanical ventilation	exhaust	-	-	200	0	0
Server rooms	116	17	24	-	1.3	0	-	mechanical ventilation	exhaust	-	-	500	30	150
Server room in parking garage	115	17	24	-	1.3	0	-	mechanical ventilation	supply + exhaust	heating / cooling	heating / cooling	500	30	150

2.2 Tehnički sistemi

Potreba za energijom za svaku varijantu omotača zgrade izračunata je za dva različita tehnička sistema, da bi se provjrio potencijalni opseg isporučene energije za različita rešenja tehničkih sistema. Ostale sisteme treba da razmotri projektant termotehničkih instalacija, prilikom izrade projekta. Jedan od tehničkih sistema, koji su razmatrani za ovu zgradu, je gasnikondenzacioni kotao za grijanje i čiler za hlađenje. Druga varijanta je toplotna pumpa, koja koristi podzemnu vodu, za grijanje i hlađenje. U tabeli 2 sumirana su oba tehnička sistema.

Tabela 2:
Varijante tehničkih sistema koje su obuhvaćene proračunom u ovoj analizi

	Building technology 1	Building technology 2
Heating emission	radiators	floor heating
Heating unit	condensing gas boiler	ground water heat pump
DHW - sanitary	condensing gas boiler + solar thermal	heat pump + solar thermal
DHW - kitchen	condensing gas boiler + solar thermal	heat pump + solar thermal
Cooling emission	14°/18° (convector)	16°/18° (ceiling panels)
Cooling unit	compression chiller	reversible heat pump
Ventilation unit - office buildings	heat recovery 75%	heat recovery 75%
Ventilation unit - kitchen	no heat recovery	no heat recovery

2.3 Karakteristike omotača zgrade

Kako bi se ispitao uticaj različitih karakteristika omotača zgrade, uzeta su u obzir tri različita parametra: faktor zastakljenja, koeficijent prolaza toplote i faktor zasjenčenja.

Factor zastakljenja opisuje odnos površine prozora u odnosu na površinu fasade. Faktori zastakljenja između 50% i 90% su korišćeni kako bi se ispitao uticaj na energetske potrebe zgrade.

Koeficijenti prolaza toplote (U-vrijednosti) elemenata omotača zgrade koji su korišćeni za potrebe proračuna dati su u tabeli 3. Nacionalni zahtjevi [2] za klimatsku zonu I koriste se kao osnovna varijanta ("Pravilnik"). Osnovne vrijednosti za komponente omotača zgrade su poboljšane za određeni procenat da bi se dobile vrijednosti za varijantu „75%_Pravilnik“ (poboljšanje za 25%) i „50%_Pravilnik“ (poboljšanje za 50%). Izvršen je i proračun za poslednju varijantu „Super“ sa veoma niskim vrijednostima koeficijenata prolaza toplote. Za komponente zastakljenja koriste se date standardne opcije za prozore iz MEEC softvera. Pored U-vrijednosti, ukupna propusnost energije (g-vrijednost) i propusnost svjetlosti (t-vrijednost) komponenti zastakljenja utiču na potrebu za energijom za grijanje, hlađenje i osvjtljenje. Ove vrijednosti su stoga takođe navedene u tabeli ispod.

Tabela 3:
Različite vrijante za koeficijente prolaza toplote koje su korišćene za ovu analizu

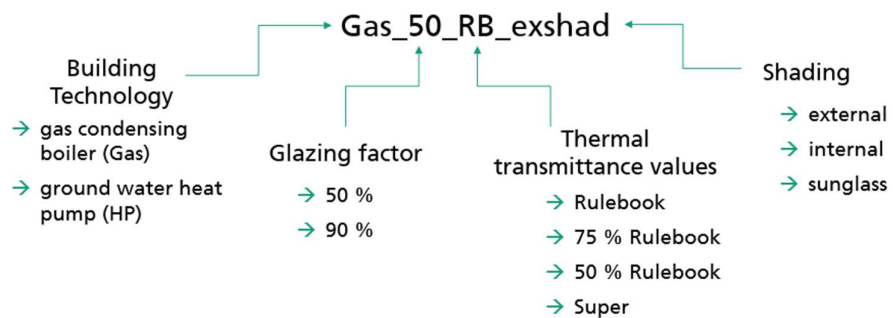
		Rulebook	Rulebook 75%	Rulebook 50%	Super
U-value of external walls	[W/m ² K]	0.60	0.45	0.30	0.14
U-value of roof	[W/m ² K]	0.40	0.30	0.20	0.12
U-value of floor to garage / floor to outside	[W/m ² K]	0.40	0.30	0.20	0.14
U-value of wall / ceiling to unheated	[W/m ² K]	0.65	0.49	0.33	0.20
U-value of wall to ground	[W/m ² K]	0.50	0.38	0.25	0.20
U-value of windows	[W/m ² K]	2.0	1.7	1.4	1.1
g-value of glazing	[-]	0.72	0.72	0.60	0.60
t-value of glazing	[-]	0.74	0.74	0.69	0.69

U analizi su uzeti u obzir spoljašnji i unutrašnji sistem zasjenčenja, kao i različite vrste stakla sa zaštitom od sunca (bez dodatnog sistema zasjenčenja). Propustljivost solarne energije svakog sistema zasjenčenja je navedena u tabeli 4. Sve varijante su u skladu sa aktuelnim nacionalnim zahtjevima za zaštitu od sunca [2] i imaju ukupnu propusnost sunčeve energije od maksimalno 0,5.

Tabela 4:
Sistemi za zaštitu od sunca, koji su korišćeni u analizi

Sun shading system	g-value
External – jalousie, blinds, shutter (griles)	0.3
Inside – white or reflecting surface and low transparency	0.75
Sun protection glass	0.5

Naziv za svaku od varijanti je strukturiran prema parametrima koji se koriste u proračunu. Slika 3 prikazuje sistem za definisanje naziva.



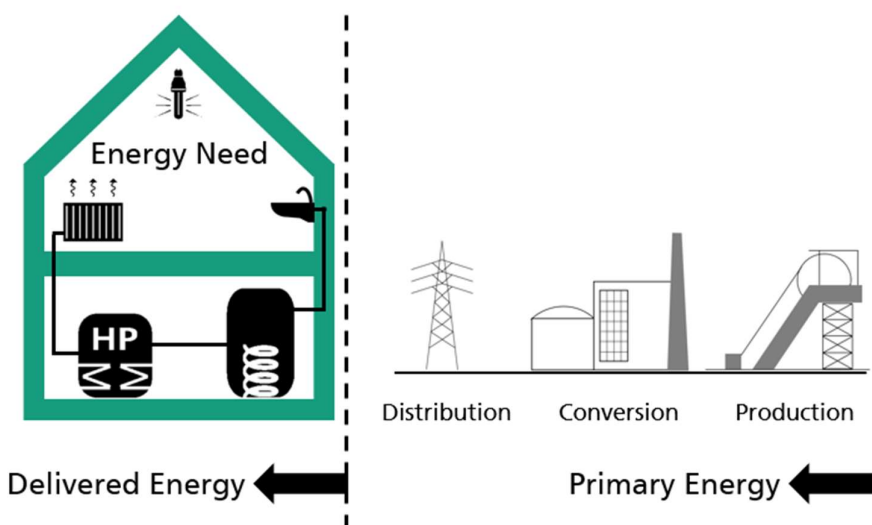
Slika 3:
Sistem za definisanje naziva

3 Rezultati proračuna za energetske potrebe

Energetski proračuni su obavljeni uz pomoć crnogorskog softvera za proračun energetske karakteristike zgrada (MEEC). Sertifikacija i energetski proračun zgrada sa MEEC softverom je u skladu sa crnogorskim Zakonom o efikasnom korišćenju energije i Pravilnikom o minimalnim zahtjevima energetske efikasnosti zgrada. Softverski proračuni se vrše prema njemačkom standardu DIN V 18599 [3], koji ispunjava zahteve Evropske direktive o energetske performansi zgrada (EPBD) uključujući Aneks I [1]

3.1 Definicija potreba za energijom, isporučene energije i primarne energije

Potreba za energijom zgrade može se ispitati na različitim graničnim nivoima sistema, gdje svaki nivo uzima u obzir relevantne tokove energije u različitoj fazi procesa. MEEC softver definiše tri granična nivoa prilikom proračuna energetske potreba zgrade tokom njenog rada, koja se naziva energetska potreba, isporučena energija i primarna energija [3]. Prema MEEC softveru, definisani period za proračun potreba za energijom je jedna godina; kraći periodi se mogu koristiti samo za računanje parcijalnih energetske karakteristika. Izračunata potrošnja energije zgrade uključuje energiju za grijanje, energiju za pripremu tople vode, energiju za hlađenje, ventilaciju i opštu potrošnju. U nestambenim zgradama energija za osvjjetljenje je takođe uključena u proračun.



Slika 4:

Potrebe za energijom, isporučena energija i primarna energija

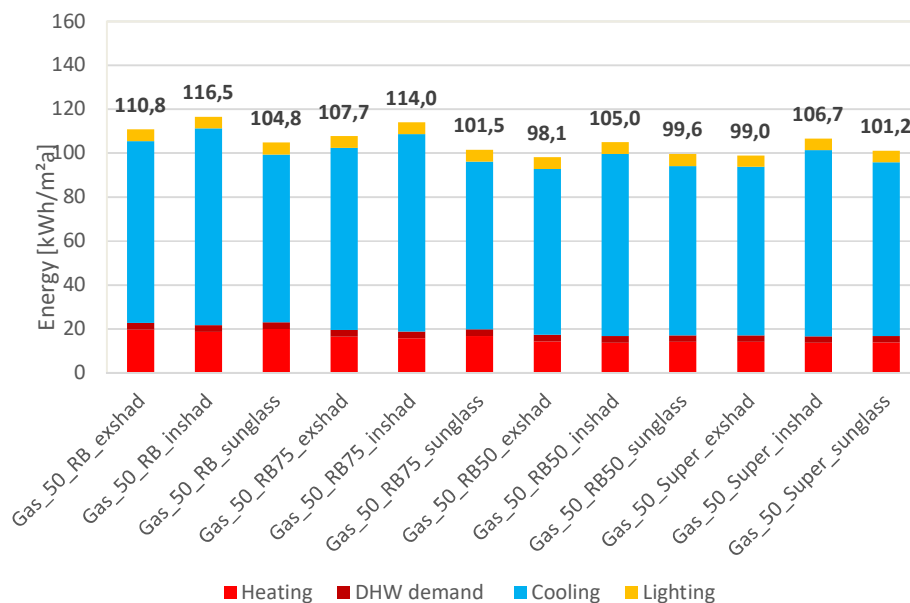
Potreba za energijom je izračunata količina energije da bi se zadovoljili prostorni zahtjevi za grijanje, hlađenje, osvjjetljenje, potrošnju toplu vodu i klimatizaciju pod standardno definisanim uslovima.

Isporučena energija je izračunata količina energije koja je potrebna tehničkim sistemima zgrade (grijanje, hlađenje, potrošnja topla voda, ventilacija i klimatizacija, osvetljenje). Ovo uključuje energiju potrebnu za opštu potrošnju u zgradi. Isporučena energija se može definisati za svaki energent posebno.

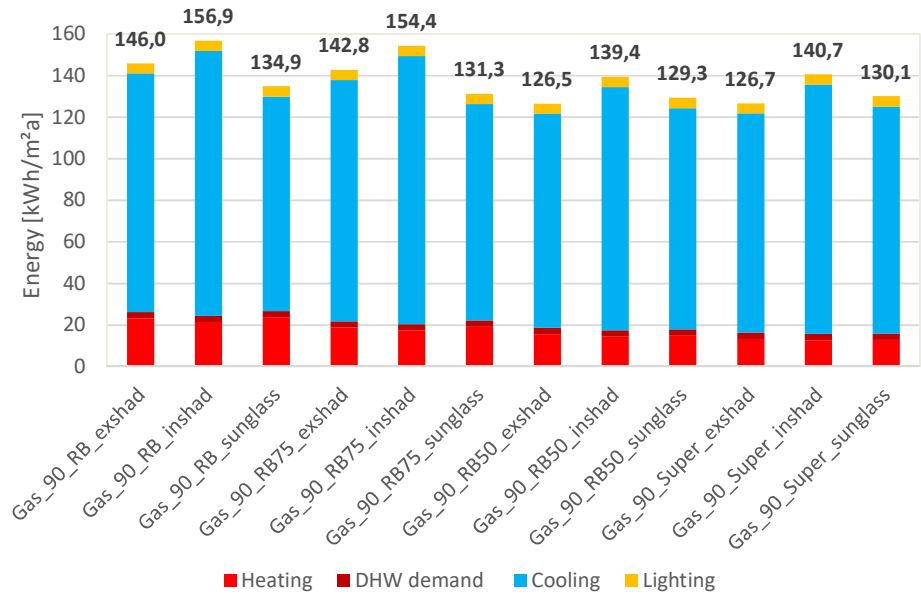
Primarna energija je izračunata količina energije za zgradu uzimajući u obzir prethodne procese (van zgrade), koji uključuju proizvodnju, prenos i distribuciju energije iz različitih izvora, koja je potrebna kako bi se pokrile potrebe za energijom u samoj zgradi.

3.2 Potrebe za enregijom

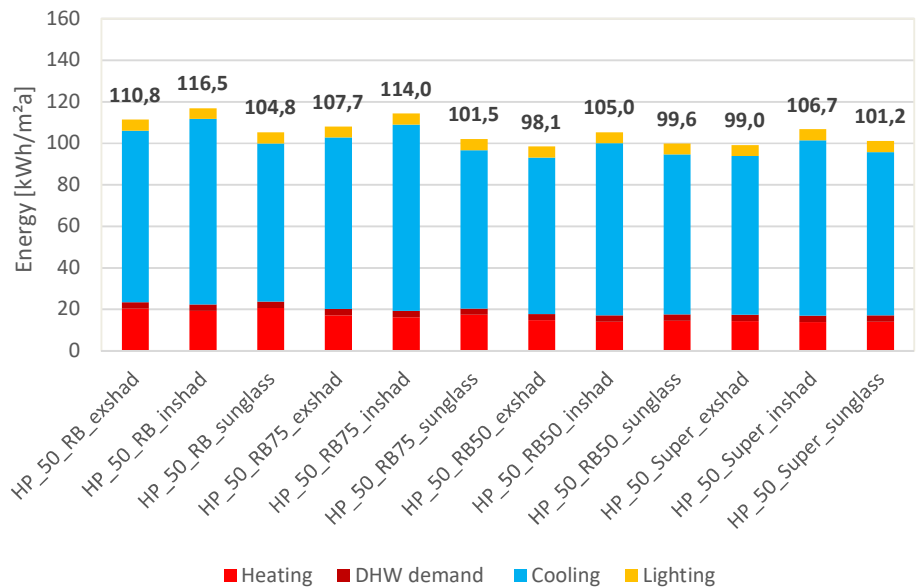
Potrebe za energijom u svakoj od varijanti prikazane su na slikama os 5 do 8. Varijante koje se razlikuju samo u pogledu tehničkih sistema zgrada imaju skoro istu potrebu za energijom. Razlika između oba tehnička sistema je manja od 1 % za izračunate varijante u ovoj studiji. Mala razlika je posledica različitih temperatura sistema i gubitaka u distribuciji. Izračunata potreba za energijom u svakoj od varijanti omotača zgrade najviše zavisi od faktora zastakljenja, koeficijenta prenosa toplote i korišćenog sistema zasjenčenja. Detaljni rezultati svake varijante su navedeni u A.1.



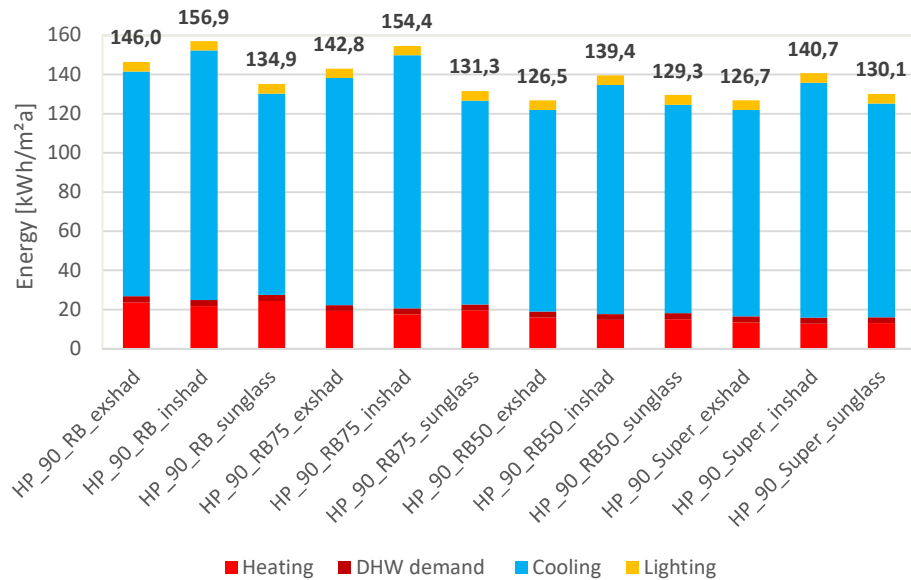
Slika 5: Potreba za energijom za opcije sa 50% zastakljenja i tehničkim sistemom 1 (kondenzacini kotao na gas i čiler)



Slika 6:
Potrebe za energijom za omotač sa faktorom zastakljenja 90% i tehničkim sistemom 1 (kondenzacini kotao na gas i čiler)



Slika 7:
Potreba za energijom za opcije sa 50% zastakljenja i tehničkim sistemom 2 (top- lotna pumpa)



Slika 8:

Potreba za energijom za opcije sa 90% zastakljenja i tehničkim sistemom 2 (toplotna pumpa)

Rezultati pokazuju da je najveća potreba za energijom za hlađenje, zatim grijanje, osvetljenje i pripremu tople vode. Veći faktor zastakljivanja rezultira većom potrebom za energijom za hlađenje (35 – 44% više), zbog većih toplotnih dobitaka. Veći toplotni dobitci pozitivno utiču na potrebu za energijom za grijanje. Međutim, zbog niže U-vrednosti prozora u odnosu na zidove i samim tim većih toplotnih gubitaka omotača zgrade, potreba za grijanjem se povećava kod većine varijanti sa većim faktorom zastakljenja (5 – 19% više). Izuzetak su „Super“ varijante sa veoma niskim vrijednostima toplotne provodnosti, gdje veća zastakljenost rezultira blagim smanjenjem potrebe za toplotnom energijom (5 – 7% manje). Veći faktor zastakljenja smanjuje potrebu za energijom za osvetljenje.

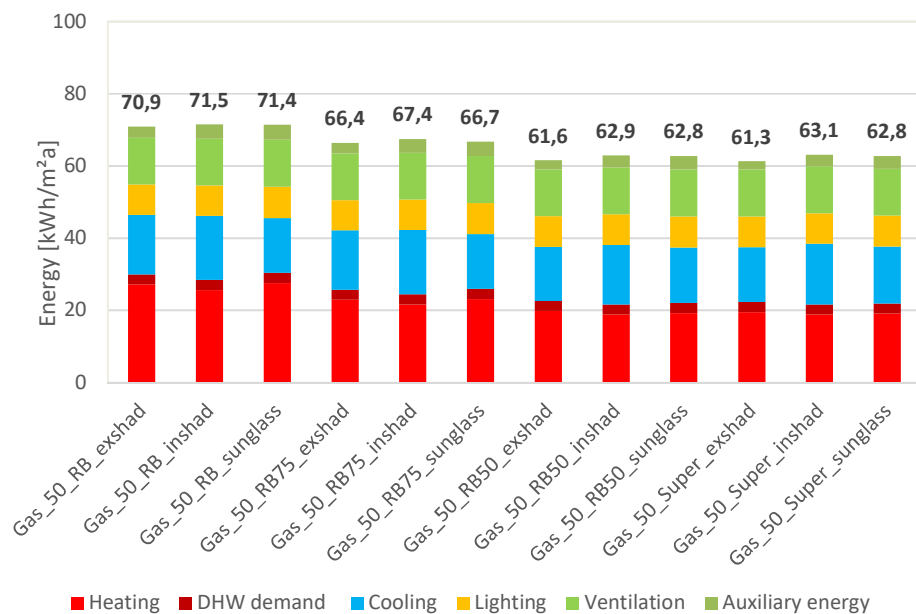
Studija ukazuje na nešto veću potrebnu energiju za hlađenje kada se snize vrijednosti toplotne propustljivosti zgrade. U toplim danima sa prohladnim noćima, objekti sa boljom toplotnom izolacijom fasade ne hlade se toliko kao objekti sa manje toplotne izolacije. S druge strane, prozori sa nižim vrijednostima toplotne provodljivosti često imaju nižu ukupnu propusnost energije za zastakljivanje (g-vrednost), a niža toplotna provodljivost krova smanjuje potrebu za energijom za hlađenje. Zbog toga se potreba za hlađenjem kod nekih varijanti sa nižim vrijednostima toplotne provodljivosti smanjuje. Niže vrijednosti toplotne provodljivosti rezultiraju manjom potrebom za energijom za grijanje. Vrijednosti toplotne propusnosti omotača zgrade ne utiču na potrebe za osvetljenjem. Međutim, prozori sa nižom vrijednošću toplotne provodljivosti često imaju nižu propusnost svjetlosti. Zbog toga je potreba za osvetljenjem za varijantama „50%-Pravilnik“- i „Super“ neznatno veća u poređenju sa varijantama „Pravilnik“- i 75%-Pravilnik.

Osim toplotne provodljivosti stakla, ukupna toplotna energija koja ulazi u objekat zavisi I od sistema zasjenčenja. (zaštite od sunca). Zaštita od sunca (g-vrednost od 0,5) dovodi do manjih potreba za hlađenjem, ali nešto veće potrebe za grijanjem u poređenju sa prozorima sa g vrednošću od 0,72 i dodatnim spoljnim ili unutrašnjim sistemom zaštite od sunca. Za prozore sa g-vrijednošću od 0,6, varijanta sa dodatnim spoljnim sistemom zasjenčenja dovodi do najmanjih potreba za hlađenjem, ali najveće potrebe za grijanjem u poređenju sa prozorima sa unutrašnjim sistemom zasjenčenja ili staklom sa zaštitom od sunca (g-vrednost od 0,5).

Na potrebu za energijom za sanitarnu toplu vodu ne utiču faktor zastakljenja, vrijednosti toplotne provodljivosti ili sistem zaštite od sunca.

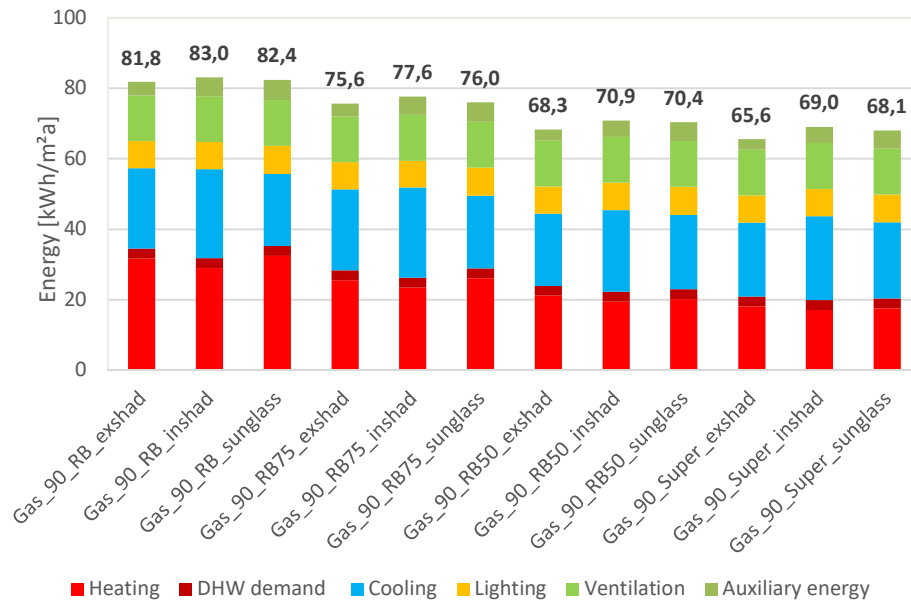
3.3 Isporučena energija

Kao što je ranije objašnjeno (vidi 3.1), energija koju koriste tehnički sistemi zgrada se ne odražava na potrebe za energijom već na isporučenu energiju. Isporučena energija za grijanje, toplu vodu, hlađenje, osvjjetljenje, ventilaciju, uključujući opštu potrošnju, prikazana je na slikama 9 - 12. Detaljni rezultati za svaku varijantu su dati u A.2.



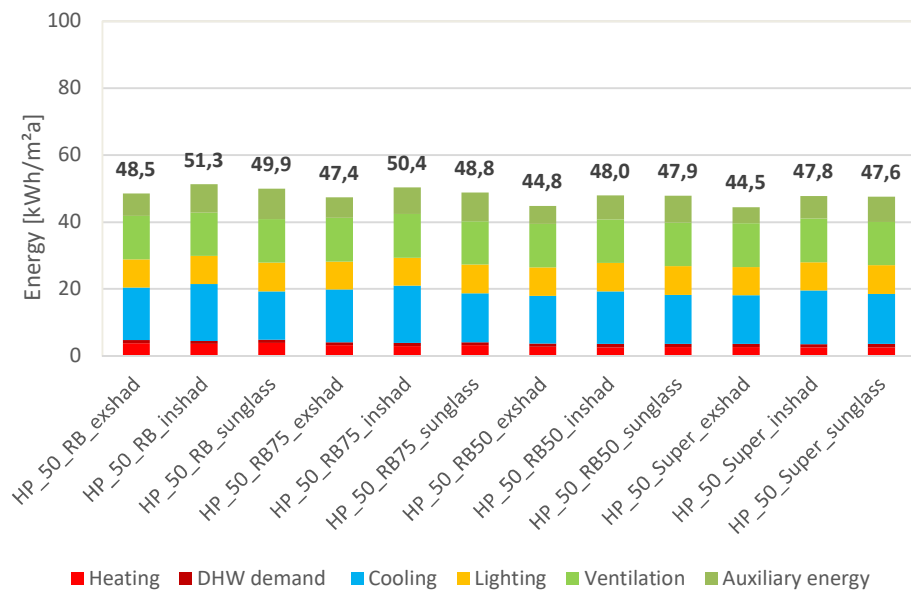
Slika 9:

Isporučena energija za varijantu sa omotačem sa 50% zastakljenja i tehničkim sistemom 1 (gasni kondenzaciono kotao i čiler)



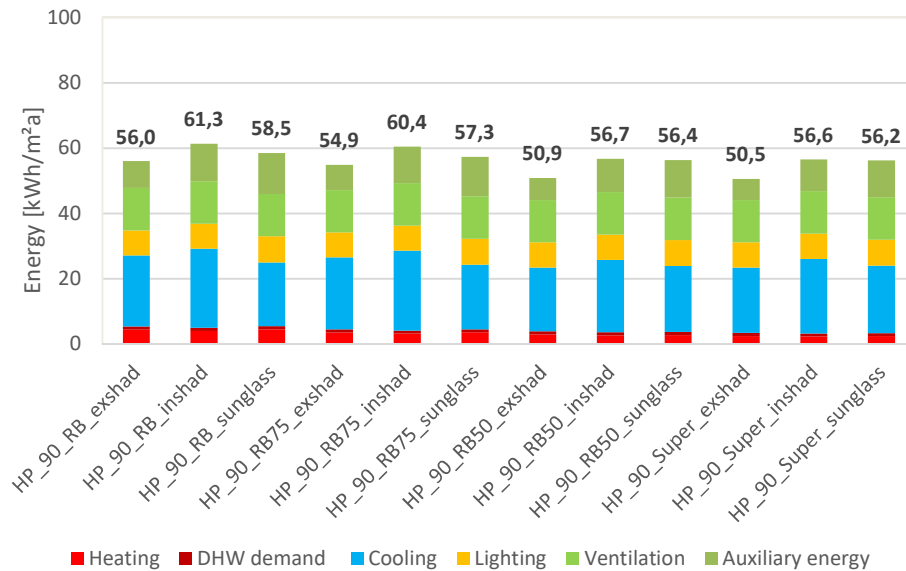
Slika 10:

Isporučena energija za varijantu sa omotačem sa 90% zastakljenja i tehničkim sistemom 1 (gasni kondenzaciono kotao i čiler)



Slika 11:

Isporučena energija za varijantu sa omotačem sa 50% zastakljenja i tehničkim sistemom 2 (toplotna pumpa)



Slika 12:

Isporučena energija za varijantu sa omotačem sa 90% zastakljenja i tehničkim sistemom 2 (toplotna pumpa)

Za tehnički sistem 1 (gasni kondenzacioni kotao i čiler) oko 60 do 70% ukupne isporučene energije (između 61 i 83 kWh/m²a) koristi se za grijanje, pripremu tople vode i hlađenje. Isporučena energija za varijante sa tehničkim sistemom 2 (toplotna pumpa) je znatno niža u poređenju sa varijantom sa tehničkim sistemom 1. Ovo je uglavnom zbog isporučene energije za grijanje, koja je mnogo manja kod toplotnih pumpi zbog njihove visoke efikasnosti. Za varijante toplotnih pumpi ukupna isporučena energija se kreće od 45 do 61 kWh/m²a, pri čemu se oko 40 do 50% koristi za grijanje, toplu vodu i hlađenje.

Korelacije opisane u prethodnom poglavlju (3.2) takođe utiču na isporučenu energiju. Pažljivija analiza energije za opštu potrošnju pokazuje da staklo sa zaštitom od sunca dovodi do veće potrebe za energijom koja se koristi za opštu potrošnju u poređenju sa prozorima sa dodatnim spoljnim ili unutrašnjim sistemima zasjenčenja. Bez dodatnog sistema zasjenčenja, koji se koristi po potrebi u zavisnosti od osunčanosti objekta, vršno opterećenje za hlađenje je mnogo veće.

Pošto se opšta potrošnja (potrebna energija za pumpe, itd.) uglavnom izračunava u zavisnosti od vršnog opterećenja u MEEC softveru, veće vršno opterećenje dovodi do veće potrebe energijom. Dakle, kada se ispituje akumulirana isporučena energija, varijante sa spoljnim sistemom zasjenčenja rezultiraju najnižom potrošnjom energije u poređenju sa unutrašnjim sistemom zasjenčenja ili staklima sa zaštitom od sunca.

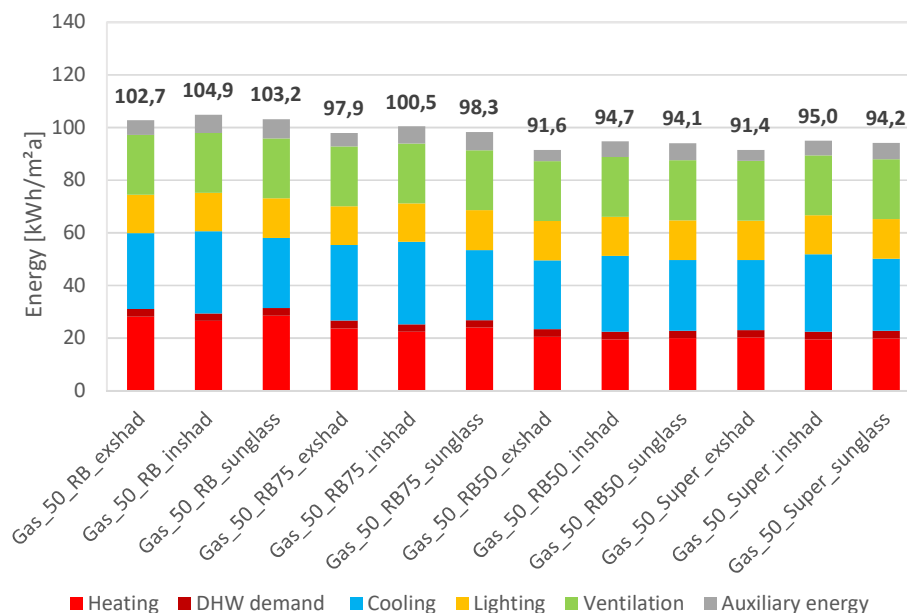
3.4 Primarna energija

Faktori konverzije isporučene energije u primarnu energiju definisani Pravilnikom o minimalnim zahtjevima dati su u tabeli 5.

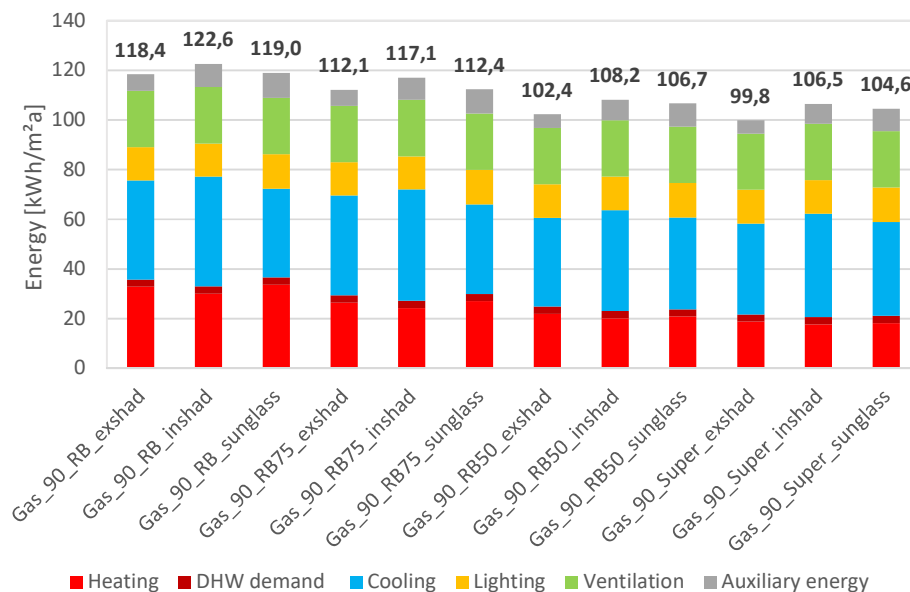
Tabela 5:
Faktori konverzije za primarnu energiju

Energy carrier	Non-renewable primary energy factor	Total primary energy factor
Electricity	1.75	2.40
Gas	1.15	1.15

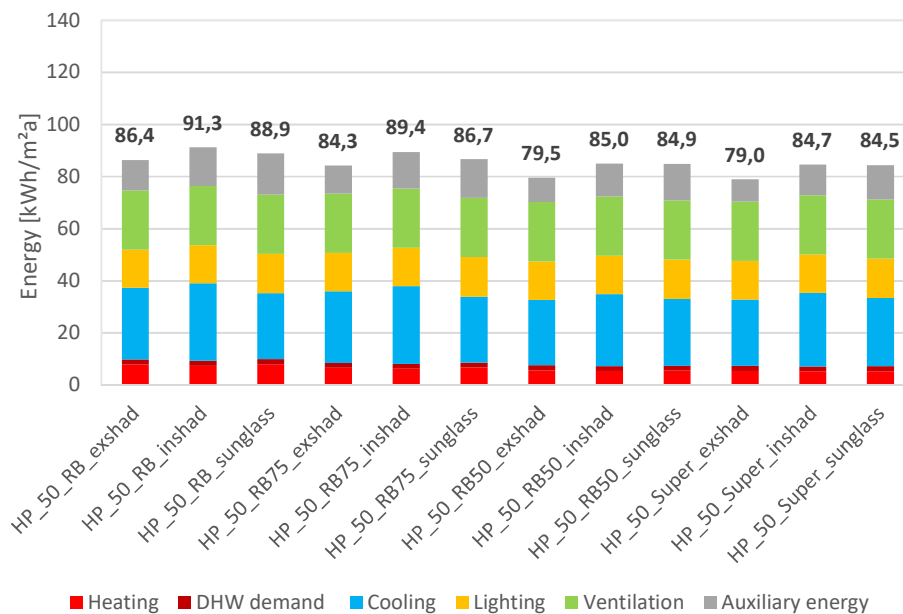
Vrijednosti primarne energije za svaku izračunatu varijantu prikazani su na slikama 13 -16. Primarna energija za različite varijante omotača zgrade sa tehničkim sistemom 1 kreće se od 91 do 123 kWh/m²a. Primarna energija za varijante omotača zgrade sa tehničkim sistemom 2 je između 78 i 107 kWh/m²a. Varijanta sa najnižom primarnom energijom je varijanta „HP_50_Super_ekshad“, a zatim sledi „HP_50_RB50_ekshad“. Detaljni rezultati svake varijante su navedeni u A.3



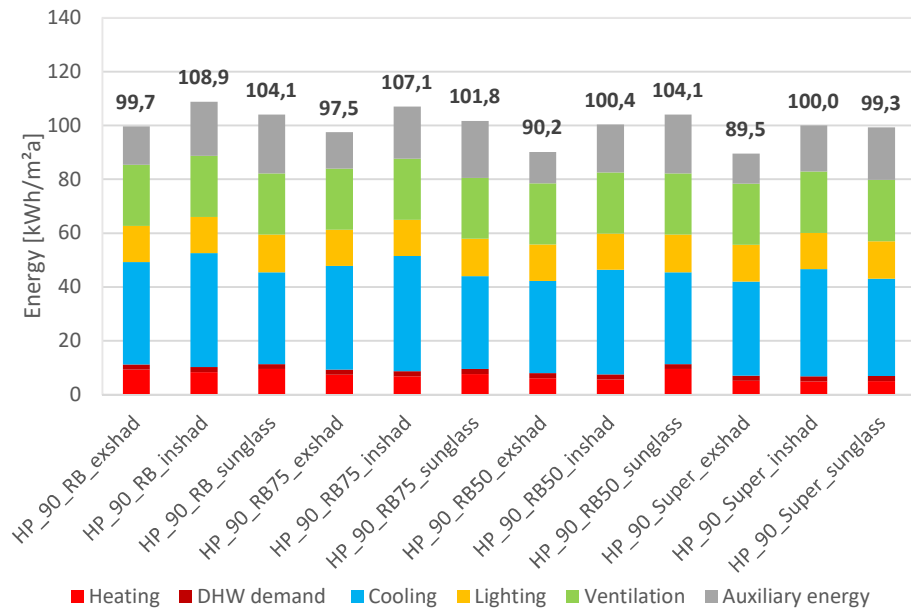
Slika 13:
Primarna energija za omotač sa 50% zastakljenja I tehničkim sistemom 1 (kondenzacioni kotao na gas I čiler)



Slika 14:
Primarna energija za omotač sa 90% zastakljenja I tehničkim sistemom 1 (kondenzacioni kotao na gas I čiler)



Slika 15:
Primarna energija za omotač sa 50% zastakljenja I tehničkim sistemom 2 (toplotna pumpa)



Slika 16:

Primarna energija za omotač sa 90% zastakljenja I tehničkim sistemom 2 (toplotna pumpa)

4 Preporuke za zgradu u pogledu energije

Planirano je da buduća administrativna zgrada za potrebe državnih organa pokaže veoma visok standard energetske efikasnosti. Pošto zgrade više nisu samo potrošači energije već i proizvođači energije, ambiciozni cilj je da se obnovljivim izvorima energije pokrije najmanje 50% potreba za energijom, ali i da se teži ka plus energetskom standardu za obje zgrade. Potreba za energijom se mora optimizovati, a proizvodnja energije na licu mesta povećati.

Analiza omotača zgrade pokazuje da se u zgradama može postići da potrebna primarna energija iznosi od oko 80 do 90 kWh/m²a. Zahtjev na arhitektonskom konkursu mora da bude da maksimalna primarna energija iznosi 85 kWh/m²a. Ova vrijednost je u skladu sa preporukama EU direktiva za poslovne zgrade u mediteranskim klimatskim zonama [4]. Za realizaciju takvih potreba za primarnom energijom preporučuju se sledeće mjere:

- **Maksimalna g-vrijednost treba da bude 0,6 uz upotrebnu spoljne zaštite od sunca**

Zbog velikih potreba za hlađenjem u ovoj klimatskoj zoni, niska propusnost toplote kod prozora i zaštita od sunca je važna mjera za smanjenje toplotnih dobitaka. Spoljna zaštita od sunca omogućava da se smanjenje potrebe za hlađenjem. Istovremeno sistem zaštite od sunca omogućava prodor dnevnog svjetla, kako bi se smanjilo korišćenje vještačkog osvjetljenja. U protivnom,

uštede koje bi se postigle kroz sistem hlađenja smanjenjem toplotnih dobitaka, bi mogle da budu jedanke energiji utrošenoj za sistem osvjetljenja. Stoga bi trebalo razviti robusno rešenje koje i dalje dozvoljava prolaz dnevnog svjetla.

- **Koeficijent prolaska toplote treba da bude 50% niži nego što to trenutno predviđa važeća regulativa u Crnoj Gori (vidi varijantu 59% u tabeli 3)**

Proračuni pokazuju da niže vrijednosti koeficijenata prolaska toplote kod omotača zgrade rezultiraju nižom potrebom za primarnom energijom. Međutim, razlika između varijanti „50% pravilnika“ i „super“ varijanti je minimalna. Stoga se preporučuju vrijednosti koeficijenata prolaska toplote najmanje 50% bolje od trenutnih nacionalnih zahtijeva.

- **Umjeren faktor zastakljenja od 50%**

Analiza pokazuje da veći faktor zastakljenja rezultira većim potrebama za energijom. Preporučuje se umjeren faktor zastakljenja da bi se smanjila potrošnja energije. Dovoljno dnevnog svjetla, vizuelni kontakt spolja kao i cjelokupni dizajn takođe treba uzeti u obzir pri odabiru odnosa prozora i zidova.

Da bi se ispunio *Energy plus* standard mora se utvrditi moguća proizvodnja energije na licu mesta za kompenzaciju energetske potreba za obje zgrade. Pri proračunu energetskog bilansa uzima se u obzir potreba za energijom svih termički kondicioniranih prostora u skladu sa EPBD (grijanje, hlađenje, ventilacija, osvjetljenje, opšta potrošnja). Važeći nacionalni zakon precizira da 30% potreba za toplom vodom treba da bude pokriveno upotrebom solarnih kolektora osim ako je to tehnički nemoguće ili ekonomski nije opravdano [2]. Prema proračunatim potrebama za toplom vodom i informacijama koje su dali projektanti termotehnike, za montažu solarnih kolektora potrebno je oko 40 m² krovne površine. Da bi se procijenila neophodna fotonaponska površina za kompenzaciju preostalih potreba za energijom, napravljen je proračun za primarnu potrošnju energije od 85 kWh/m²a (897,864 kWh/a). Kompenzacija ukupnih potreba za primarnom energijom se pokazala kao izazovna zbog male površine krova za instalaciju fotonaponskog sistema u poređenju sa neto površinom dvije sedmospratnice.

Prvi proračuni energetskog bilansa obavljani su pomoću PVGIS-a [5] za fotonaponske panele orijentisane na istok i zapad sa vertikalnim nagibom od 10° u Podgorici. Rezultati pokazuju da se na ovoj lokaciji može dostići prosečno 1.192 kWh/god po instaliranom kilovatu. Potrebna površina krova za kompenzaciju potražnje za primarnom energijom od 85 kWh/m²a navedena je u Tabeli 6. Osnovne pretpostavke za proračune su 0,2 kVp instalirane snage po površini modula (i 1,5 m² krovne površine po m² površine modula).

Tabela 6:

Potrebna površina krova za montažu PV Sistema za potrebe kompenzacije potreba za energijom

Specific energy demand [kWh/m ² a]	Total energy demand* [kWh/a]	Current roof area [m ²]	Roof area needed to compensate energy demand [m ²]	
			Total energy demand (100 %)	Half of energy demand (50 %)
85	897,864	1,596	3,227	1,614

*for thermally conditioned spaces only

Da bi se nadoknadila ukupna potrošnja energije za sve termički klimatizovane prostore obje zgrade potrebna je krovna površina od 3.227 m². Da bi se barem ispunili minimalni zahtjevi postavljeni za pilot projekat i nadoknadilo 50% potražnje za energijom, neophodna je površina krova od 1.614 m². Trenutna površina krova od oko 1.596 m² nije dovoljna i mora se maksimizirati da bi se postigao minimalni zahtev za pokrivanje 50% potražnje za energijom i težio ka plus energetsom standardu. Ovo rezultira četvrtom preporukom:

- **Velike krovne površine za maksimalnu montažu PV sistema, opciono dopunjene fasadnim površinama za PV ugradnju**

Da bi se osiguralo da najmanje 50% potražnje za energijom zgrade bude pokriveno obnovljivom energijom, površine za PV ugradnju na krovu i opciono na fasadi moraju biti značajno veće.

5 Zaključak

Ovaj izvještaj sublimira analizu različitih varijanti za omotač zgrade, koja je sprovedena u ranoj fazi kako bi se promovisala važnost i uticaj energetske relevantnosti aspekata u procesu donošenja odluka vezano za projekat nove administrativne zgrade za potrebe državnih organa. Proračuni potreba za energijom su izvršeni korišćenjem MEEC softvera koji je u skladu sa crnogorskim zakonom i EPBD 2018 Aneksom 1. Rezultati su procenjeni u skladu EPBD, uključujući samo termički uslovljene zone obje zgrade (dakle rezultati nisu uključuju potrošnju energije za parking garažu). Omotač zgrade daje energetske relevantne uvide u vezi sa fasadom zgrade i nudi smjernice u procesu donošenja odluke vezano za arhitektonski konkurs.

Idejno konceptijsko rješenje, pripremljeno od strane Studio Synthesis korišćeno je kao podloga za proračun potreba za energijom. Za svaki prostor odabran je odgovarajući korisnički profil i granični uslov u skladu sa tim. Parametri koji su varirali u studiji bili su faktor zastakljenja (50% i 90%), vrijednosti koeficijenta toplotne provodljivosti elemenata omotača zgrade (minimalni standard prema važećem nacionalnom zakonu i 3 nivoa iznad) i sistem zasjenčenja (staklo za zaštitu od sunca, dodatni sistem spoljašnje i unutrašnje zaštite od sunca). Svaka varijanta je proračunata za dva različita tehnička sistema za grijanje i hlađenje, toplotnu pumpu koja koristi podzemnu vodu, kao i gasni kondenzacioni kotao sa kompresijskim čilom.

Dobijeni rezultati za primarnu energiju variraju između 78 i 123 kWh/m²a. Da bi se dostigli visoki zahtjevi u pogledu energetske efikasnosti u obje zgrade, potrebno je da primarna energija, u skladu sa EBPD, iznosi najviše 85 kWh/m²a. Date su preporuke za optimizaciju omotača zgrade, u pogledu smanjenja potreba energijom: maksimalna g-vrednost trena da bude 0,6, spoljni sistem zaštite od sunca, vrijednosti za koeficijente prolaska toplotne najmanje 50% bolje od trenutnih nacionalnih zahtjeva u Crnoj Gori i umjeren faktor zastakljenja (oko 50%). Da bi se povećala proizvodnja energije na licu mjesta kako bi se pokrilo najmanje 50% potražnje za energijom iz obnovljivih izvora energije i dalje od toga, krovne površine za montažu fotonaponskih sistema moraju biti maksimalno uvećane i ako je moguće dopunjene odgovarajućim fasadnim površinama.

Reference (bez prevoda)

- [1] Fraunhofer Institut for Building Physics: Technical Manual, MEEC – Montenegrin Energy Efficiency Certification. 2020.
- [2] Montenegrin Ministry of Economy and Ministry of Sustainable Development and Tourism: Rulebook on Minimum Energy Efficiency Requirements of Buildings, Official Gazette of Montenegro 57/14.
- [3] Beuth Verlag GmbH: DIN V 18599:2018-09 Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung.
- [4] Official Journal of the European Union: Commission Recommendation (EU) 2016/1318 on guidelines for the promotion of nearly zero-energy buildings and best practices to ensure that, by 2020, all new buildings are nearly zero-energy buildings, 2016.
- [5] PVGIS 5.2 Beta Version: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/ last accessed on 27.04.2022

Aneksi (bez prevoda)

A.1 Energy Need

A.1.1 Energy need for building envelope variants with 50% glazing factor and technical building system 1 (gas condensing boiler and compression chiller)

Energy [kWh/m ² a]	Gas_50_RB_exshad	Gas_50_RB_inshad	Gas_50_RB_sunglass	Gas_50_RB75_exshad	Gas_50_RB75_inshad	Gas_50_RB75_sunglass	Gas_50_RB50_exshad	Gas_50_RB50_inshad	Gas_50_RB50_sunglass	Gas_50_Super_exshad	Gas_50_Super_inshad	Gas_50_Super_sunglass
Total energy need	110,8	116,5	104,8	107,7	114,0	101,5	98,1	105,0	99,6	99,0	106,7	101,2
Heating	19,7	18,6	20,0	16,5	15,7	16,7	14,4	13,7	14,0	14,0	13,6	13,8
DHW demand	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Cooling	82,8	89,6	76,4	82,9	89,9	76,3	75,4	82,9	77,2	76,7	84,8	78,9
Lighting	5,3	5,3	5,4	5,3	5,3	5,4	5,3	5,3	5,4	5,3	5,3	5,4

A.1.2 Energy need for building envelope variants with 90% glazing factor and technical building system 1 (gas condensing boiler and compression chiller)

Energy [kWh/m ² a]	Gas_90_RB_exshad	Gas_90_RB_inshad	Gas_90_RB_sunglass	Gas_90_RB75_exshad	Gas_90_RB75_inshad	Gas_90_RB75_sunglass	Gas_90_RB50_exshad	Gas_90_RB50_inshad	Gas_90_RB50_sunglass	Gas_90_Super_exshad	Gas_90_Super_inshad	Gas_90_Super_sunglass
Total energy need	146,0	156,9	134,9	142,8	154,4	131,3	126,5	139,4	129,3	126,7	140,7	130,1
Heating	23,2	21,4	23,8	18,8	17,3	19,2	15,6	14,4	14,9	13,3	12,7	12,9
DHW demand	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Cooling	114,9	127,6	103,1	116,1	129,2	104,1	103,1	117,1	106,4	105,5	120,1	109,2
Lighting	4,8	4,8	5,0	4,8	4,8	5,0	4,9	4,9	5,0	4,9	4,9	5,0

A.1.3 Energy need for building envelope variants with 50% glazing factor and technical building system 2 (ground water heat pump)

Energy [kWh/m ² a]	HP_50_RB_exshad	HP_50_RB_inshad	HP_50_RB_sunglass	HP_50_RB75_exshad	HP_50_RB75_inshad	HP_50_RB75_sunglass	HP_50_RB50_exshad	HP_50_RB50_inshad	HP_50_RB50_sunglass	HP_50_Super_exshad	HP_50_Super_inshad	HP_50_Super_sunglass
Total energy need	111,3	117,0	105,4	108,1	114,2	102,0	98,5	105,3	99,9	99,1	106,8	101,1
Heating	20,3	19,2	20,6	17,0	16,1	17,3	14,8	14,0	14,4	14,2	13,8	14,0
DHW demand	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Cooling	82,7	89,5	76,3	82,8	89,8	76,2	75,4	82,9	77,1	76,5	84,6	78,7
Lighting	5,3	5,3	5,4	5,3	5,3	5,4	5,3	5,3	5,4	5,3	5,3	5,4

A.1.4 Energy need for building envelope variants with 90% glazing factor and technical building system 2 (ground water heat pump)

Energy [kWh/m ² a]	HP_90_RB_exshad	HP_90_RB_inshad	HP_90_RB_sunglass	HP_90_RB75_exshad	HP_90_RB75_inshad	HP_90_RB75_sunglass	HP_90_RB50_exshad	HP_90_RB50_inshad	HP_90_RB50_sunglass	HP_90_Super_exshad	HP_90_Super_inshad	HP_90_Super_sunglass
Total energy need	146,4	157,1	135,3	143,1	154,6	131,6	126,8	139,5	129,5	126,8	140,7	130,2
Heating	23,8	21,8	24,4	19,2	17,6	19,6	15,9	14,6	15,2	13,5	12,8	13,1
DHW demand	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Cooling	114,7	127,4	102,8	116,0	129,1	103,9	103,0	117,0	106,3	105,4	120,0	109,1
Lighting	4,8	4,8	5,0	4,8	4,8	5,0	4,9	4,9	5,0	4,9	4,9	5,0

A.2 Delivered Energy

A.2.1 Delivered energy for building envelope variants with 50% glazing factor and technical building system 1 (gas condensing boiler and compression chiller)

Energy [kWh/m ² a]	Gas_50_RB_exshad	Gas_50_RB_inshad	Gas_50_RB_sunglass	Gas_50_RB75_exshad	Gas_50_RB75_inshad	Gas_50_RB75_sunglass	Gas_50_RB50_exshad	Gas_50_RB50_inshad	Gas_50_RB50_sunglass	Gas_50_Super_exshad	Gas_50_Super_inshad	Gas_50_Super_sunglass
Total delivered energy	70,9	71,5	71,4	66,4	67,4	66,7	61,6	62,9	62,8	61,3	63,1	62,8
Heating	27,2	25,6	27,6	22,9	21,6	23,2	19,8	18,8	19,3	19,5	18,8	19,1
DHW	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Cooling	16,5	17,8	15,2	16,5	17,9	15,2	15,0	16,5	15,3	15,2	16,8	15,7
Lighting	8,4	8,4	8,6	8,4	8,4	8,6	8,5	8,5	8,6	8,5	8,5	8,6
Ventilation	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Auxiliary energy	3,1	3,9	4,2	2,9	3,7	4,0	2,5	3,4	3,7	2,3	3,2	3,5

A.2.2 Delivered energy for building envelope variants with 90% glazing factor and technical building system 1 (gas condensing boiler and compression chiller)

Energy [kWh/m ² a]	Gas_90_RB_exshad	Gas_90_RB_inshad	Gas_90_RB_sunglass	Gas_90_RB75_exshad	Gas_90_RB75_inshad	Gas_90_RB75_sunglass	Gas_90_RB50_exshad	Gas_90_RB50_inshad	Gas_90_RB50_sunglass	Gas_90_Super_exshad	Gas_90_Super_inshad	Gas_90_Super_sunglass
Total delivered energy	81,8	83,0	82,4	75,6	77,6	76,0	68,3	70,9	70,4	65,6	69,0	68,1
Heating	31,7	29,0	32,4	25,5	23,4	26,0	21,1	19,4	20,1	18,1	17,1	17,5
DHW	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Cooling	22,8	25,3	20,4	23,0	25,6	20,6	20,4	23,2	21,1	20,9	23,8	21,6
Lighting	7,7	7,7	7,9	7,7	7,7	7,9	7,7	7,7	7,9	7,7	7,7	7,9
Ventilation	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Auxiliary energy	3,8	5,3	5,8	3,6	5,1	5,6	3,2	4,7	5,4	3,0	4,6	5,2

A.2.3 Delivered energy for building envelope variants with 50% glazing factor and technical building system 2 (ground water heat pump)

Energy [kWh/m ² a]	HP_50_RB_exshad	HP_50_RB_inshad	HP_50_RB_sunglass	HP_50_RB75_exshad	HP_50_RB75_inshad	HP_50_RB75_sunglass	HP_50_RB50_exshad	HP_50_RB50_inshad	HP_50_RB50_sunglass	HP_50_Super_exshad	HP_50_Super_inshad	HP_50_Super_sunglass
Total delivered energy	48,5	51,3	49,9	47,4	50,4	48,8	44,8	48,0	47,9	44,5	47,8	47,6
Heating	3,8	3,6	3,8	3,2	3,0	3,2	2,7	2,6	2,6	2,6	2,5	2,6
DHW	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Cooling	15,7	17,0	14,5	15,7	17,1	14,5	14,3	15,8	14,7	14,5	16,1	14,9
Lighting	8,4	8,4	8,6	8,4	8,4	8,6	8,5	8,5	8,6	8,5	8,5	8,6
Ventilation	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Auxiliary energy	6,6	8,4	9,0	6,2	8,0	8,5	5,3	7,2	8,0	4,9	6,8	7,5

A.2.4 Delivered energy for building envelope variants with 90% glazing factor and technical building system 2 (ground water heat pump)

Energy [kWh/m ² a]	HP_90_RB_exshad	HP_90_RB_inshad	HP_90_RB_sunglass	HP_90_RB75_exshad	HP_90_RB75_inshad	HP_90_RB75_sunglass	HP_90_RB50_exshad	HP_90_RB50_inshad	HP_90_RB50_sunglass	HP_90_Super_exshad	HP_90_Super_inshad	HP_90_Super_sunglass
Total delivered energy	56,0	61,3	58,5	54,9	60,4	57,3	50,9	56,7	56,4	50,5	56,6	56,2
Heating	4,4	4,0	4,5	3,5	3,2	3,6	2,9	2,7	2,8	2,5	2,3	2,4
DHW	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Cooling	21,8	24,2	19,5	22,0	24,5	19,7	19,6	22,2	20,2	20,0	22,8	20,7
Lighting	7,7	7,7	7,9	7,7	7,7	7,9	7,7	7,7	7,9	7,7	7,7	7,7
Ventilation	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Auxiliary energy	8,2	11,5	12,5	7,8	11,1	12,1	6,7	10,2	11,6	6,4	9,8	8,2

A.3 Primary Energy

A.3.1 Primary energy for building envelope variants with 50% glazing factor and technical building system 1 (gas condensing boiler and compression chiller)

Energy [kWh/m ² a]	Gas_50_RB_exshad	Gas_50_RB_inshad	Gas_50_RB_sunglass	Gas_50_RB75_exshad	Gas_50_RB75_inshad	Gas_50_RB75_sunglass	Gas_50_RB50_exshad	Gas_50_RB50_inshad	Gas_50_RB50_sunglass	Gas_50_Super_exshad	Gas_50_Super_inshad	Gas_50_Super_sunglass
Total primary energy	102,7	104,9	103,2	97,9	100,5	98,3	91,6	94,7	94,1	91,4	95,0	94,2
Heating	28,2	26,5	28,6	23,7	22,4	24,0	20,5	19,5	20,0	20,2	19,5	19,8
DHW	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Cooling	28,8	31,1	26,6	28,8	31,2	26,6	26,2	28,8	26,9	26,7	29,5	27,5
Lighting	14,7	14,7	15,1	14,7	14,7	15,1	14,8	14,8	15,1	14,8	14,8	15,1
Ventilation	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7
Auxiliary energy	5,4	6,9	7,3	5,1	6,5	6,9	4,4	5,9	6,5	4,1	5,6	6,2

A.3.2 Primary energy for building envelope variants with 90% glazing factor and technical building system 1 (gas condensing boiler and compression chiller)

Energy [kWh/m ² a]	Gas_90_RB_exshad	Gas_90_RB_inshad	Gas_90_RB_sunglass	Gas_90_RB75_exshad	Gas_90_RB75_inshad	Gas_90_RB75_sunglass	Gas_90_RB50_exshad	Gas_90_RB50_inshad	Gas_90_RB50_sunglass	Gas_90_Super_exshad	Gas_90_Super_inshad	Gas_90_Super_sunglass
Total primary energy	118,4	122,6	119,0	112,1	117,1	112,4	102,4	108,2	106,7	99,8	106,5	104,6
Heating	32,9	30,0	33,6	26,4	24,2	27,0	21,9	20,1	20,9	18,8	17,7	18,1
DHW	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Cooling	39,9	44,2	35,8	40,3	44,8	36,1	35,8	40,6	36,9	36,6	41,6	37,9
Lighting	13,4	13,4	13,9	13,4	13,4	13,9	13,5	13,5	13,9	13,5	13,5	13,9
Ventilation	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7
Auxiliary energy	6,6	9,3	10,1	6,4	9,0	9,8	5,5	8,3	9,4	5,3	8,0	9,1

A.3.3 Primary energy for building envelope variants with 50% glazing factor and technical building system 2 (ground water heat pump)

Energy [kWh/m ² a]	HP_50_RB_exshad	HP_50_RB_inshad	HP_50_RB_sunglass	HP_50_RB75_exshad	HP_50_RB75_inshad	HP_50_RB75_sunglass	HP_50_RB50_exshad	HP_50_RB50_inshad	HP_50_RB50_sunglass	HP_50_Super_exshad	HP_50_Super_inshad	HP_50_Super_sunglass
Total primary energy	84,9	89,8	87,4	83,0	88,1	85,4	78,4	83,9	83,8	77,9	83,6	83,4
Heating	6,6	6,2	6,7	5,5	5,2	5,6	4,8	4,5	4,6	4,6	4,4	4,5
DHW	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Cooling	27,5	29,8	25,4	27,5	29,9	25,4	25,1	27,6	25,7	25,5	28,1	26,2
Lighting	14,7	14,7	15,1	14,7	14,7	15,1	14,8	14,8	15,1	14,8	14,8	15,1
Ventilation	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7
Auxiliary energy	11,6	14,8	15,8	10,8	14,0	14,9	9,4	12,6	14,0	8,6	11,8	13,2

A.3.4 Primary energy for building envelope variants with 90% glazing factor and technical building system 2 (ground water heat pump)

Energy [kWh/m ² a]	HP_90_RB_exshad	HP_90_RB_inshad	HP_90_RB_sunglass	HP_90_RB75_exshad	HP_90_RB75_inshad	HP_90_RB75_sunglass	HP_90_RB50_exshad	HP_90_RB50_inshad	HP_90_RB50_sunglass	HP_90_Super_exshad	HP_90_Super_inshad	HP_90_Super_sunglass
Total primary energy	98,0	107,3	102,3	96,1	105,7	100,3	89,0	99,2	98,7	88,4	99,0	98,3
Heating	7,7	7,1	7,9	6,2	5,7	6,3	5,1	4,7	4,9	4,3	4,1	4,2
DHW	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Cooling	38,1	42,3	34,2	38,5	42,9	34,5	34,2	38,9	35,3	35,0	39,9	36,2
Lighting	13,4	13,4	13,9	13,4	13,4	13,9	13,5	13,5	13,9	13,5	13,5	13,9
Ventilation	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7
Auxiliary energy	14,3	20,1	21,9	13,6	19,4	21,1	11,8	17,8	20,3	11,2	17,1	19,6

Fraunhofer Institute for Building
Physics IBP

Research, Development,
Demonstration und Consulting in
the Field of Building Physics

Approval of New Building Materials,
Components and Constructions

Authorized for
Testing, Monitoring and Certification

Institute Management

Prof. Dr. Philip Leistner

Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer

Lighthouse Office Building in Podgorica, MNE: Building Envelope Study and Energy Relevant Recommendations

Conducted on behalf of
KfW Development Bank

This report includes
[Zahl eingeben] pages of text
[Zahl eingeben] tables
[Zahl eingeben] figures

Jessica Preuss
Heike Erhorn-Kluttig
Hans Erhorn

Stuttgart, 09. May 2022

Table of Contents

1	Background of Building Envelope Study	3
2	Boundary Conditions of Energy Calculations	3
2.1	Building Zones and User Profiles	3
2.2	Technical Building Systems	5
2.3	Building Envelope Parameters	5
3	Results of the Energy Calculations	7
3.1	Definition of Energy Need, Delivered Energy and Primary Energy	7
3.2	Energy Need	8
3.3	Delivered Energy	11
3.4	Primary Energy	14
4	Energy Relevant Building Recommendations	16
5	Conclusion	18

1 Background of Building Envelope Study

Two new ministry buildings are to be built in Podgorica as lighthouse projects for the Government of Montenegro (GoM) coordinated by the Ministry of Capital Investments of Montenegro Directorate for Energy and Energy Efficiency (MoCI). The lighthouse buildings shall focus on the implementation of the Nearly Zero-Energy Building (NZEB) standard and beyond in Montenegro and serve as built examples to inspire further high energy efficiency standards in the public and private building sector. The concept design and functional program for both ministry buildings were developed by Studio Synthesis. In a next step the building envelope and design shall be subject of an architectural competition. The Fraunhofer Institute for Building Physics IBP has examined the building energy demand for different envelope options to ensure an early awareness of energy relevant aspects in the design decision process. The results of the building study are summarized in this report and can be used as a guidance in the design decision process for the architectural competition.

2 Boundary Conditions of Energy Calculations

Studio Synthesis prepared a concept design and functional program for the planned buildings and parking garage based on the local planning conditions and user requirements. Different geometries and compositions for the buildings were examined. The selected concept design according to Studio Synthesis and MoCI is pictured below. The chosen design concept is a preliminary and can be altered in the architectural competition.

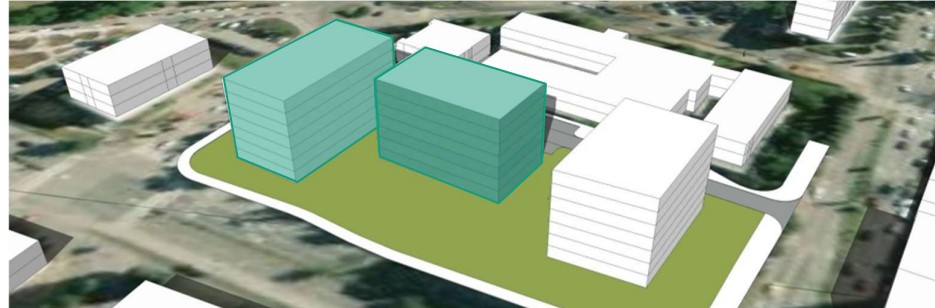


Figure 1:
Design concept of the two new buildings highlighted in green on the plot.
(© Studio Synthesis)

2.1 Building Zones and User Profiles

A preliminary spatial program for the buildings was also developed. Although the spatial program can be altered or further developed as part of the architectural competition, the spatial program suggested by Studio Synthesis was used as a basis for the energy calculations. Each spatial area is assigned to a standard user profile defined in the Montenegrin Energy Efficiency Certification software (MEEC) [1]. The user profiles assigned to each thermally conditioned space are shown in Figure 2. The parking garage is not thermally conditioned and therefore its electricity use for

ventilation and lighting is not included in the energy calculation results of the building envelope study. The shared server room on the underground level -2 is cooled and therefore included (only yellow area). The suggested spatial program for both buildings differ on the ground level. On all other levels it is the same, therefore only one building is depicted for levels 1 – 6. The total thermally conditioned net floor area is 10,563 m². This area is used as the reference area.

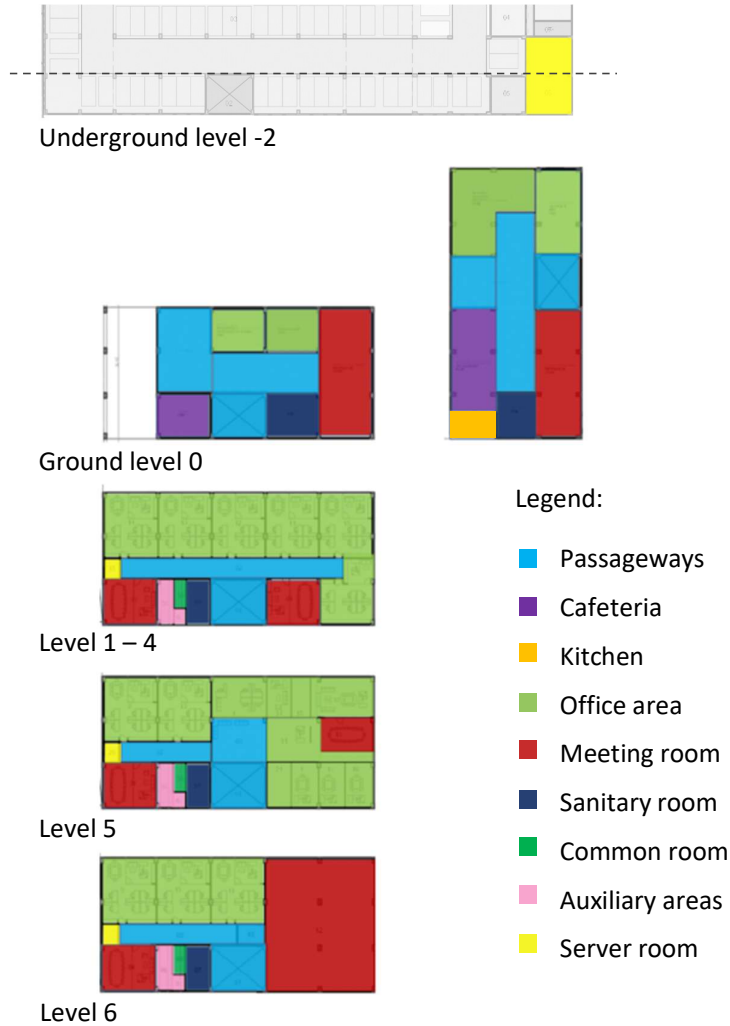


Figure 2: Assigned standard user profile for each building space (based on floor plans by Studio Synthesis).

The boundary conditions for each zone are set according to the standard user profiles [1]. Only a few minor changes to the standard user profiles were made in accordance with the MoCI to suit the planned usage of the buildings (marked green). Table 1 summarizes the boundary conditions for each thermally conditioned space.

2.2 Technical Building Systems

The energy demand for each building envelope variant is calculated for two different technical building systems to investigate the potential spectrum of delivered energy for different building technology solutions. Further building technology systems will be examined in a second study and the final concept developed by an HVAC specialist planner. One technical building system chosen for this study is a condensing gas boiler for heating and a compression chiller for cooling. A second system is examined with a reversible ground water heat pump for heating and cooling. Table 2 summarizes both building energy systems.

Table 2:
Technical building systems examined for building envelope variants in the study.

	Building technology 1	Building technology 2
Heating emission	radiators	floor heating
Heating unit	condensing gas boiler	ground water heat pump
DHW - sanitary	condensing gas boiler + solar thermal	heat pump + solar thermal
DHW - kitchen	condensing gas boiler + solar thermal	heat pump + solar thermal
Cooling emission	14°/18° (convector)	16°/18° (ceiling panels)
Cooling unit	compression chiller	reversible heat pump
Ventilation unit - office buildings	heat recovery 75%	heat recovery 75%
Ventilation unit - kitchen	no heat recovery	no heat recovery

2.3 Building Envelope Parameters

To examine the influence of different building envelope characteristics three different envelope parameters are varied: the glazing factor, the thermal transmittance of the envelope components and the type of shading system.

The glazing factor describes the window to façade ratio of a building. Glazing factors of 50% and 90% are used to investigate how different glazing ratios affect the energy demand of the buildings.

The thermal transmittance value (U-values) of the building components used for the envelope study are shown in Table 3. The national requirements [2] for climate zone I are used as the baseline variant "Rulebook". The baseline values for building envelope components are improved by a certain percentage to obtain the values for variant "75%_Rulebook" (improvement by 25%) and "50%_Rulebook" (improvement by 50%). A last variant "Super" with very low thermal transmittance values is also examined. The given standard window constructions in the MEEC software are used for the glazing components. Next to the U-value, the total energy transmittance (g-value) and light transmittance (t-value) of glazing components influence the energy demand for heating, cooling and lighting. These values are therefore also listed in the table below.

Table 3:
Characteristics of different thermal transmittance variants used in the study.

		Rulebook	Rulebook 75%	Rulebook 50%	Super
U-value of external walls	[W/m ² K]	0.60	0.45	0.30	0.14
U-value of roof	[W/m ² K]	0.40	0.30	0.20	0.12
U-value of floor to garage / floor to outside	[W/m ² K]	0.40	0.30	0.20	0.14
U-value of wall / ceiling to unheated	[W/m ² K]	0.65	0.49	0.33	0.20
U-value of wall to ground	[W/m ² K]	0.50	0.38	0.25	0.20
U-value of windows	[W/m ² K]	2.0	1.7	1.4	1.1
g-value of glazing	[-]	0.72	0.72	0.60	0.60
t-value of glazing	[-]	0.74	0.74	0.69	0.69

An external and internal shading system as well as sun protection glazing (without an additional shading system) are examined in the study. The solar energy transmittance of each shading system are listed in Table 4. All variants are conformant with the current national requirements for sun protection [2] and have a total solar energy transmittance of max. 0.5.

Table 4:
Sun shading systems used in building envelope study.

Sun shading system	g-value
External – jalousie, blinds, shutter (griles)	0.3
Inside – white or reflecting surface and low transparency	0.75
Sun protection glass	0.5

Each variant name is structured according to the parameters used in the calculation. Figure 3 depicts the name system used.

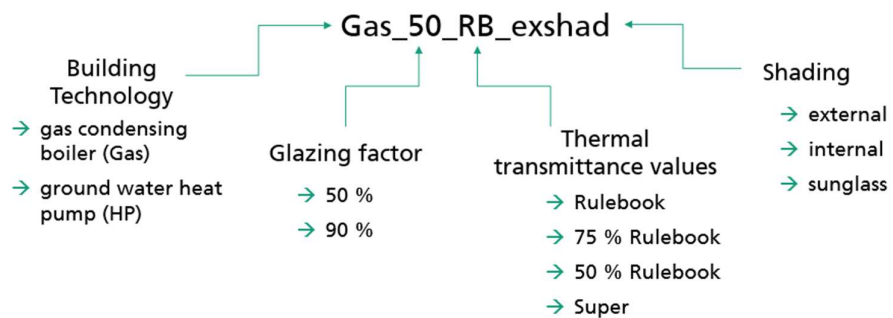


Figure 3:
System for variant names.

3 Results of the Energy Calculations

The energy calculations were performed with the Montenegrin Energy Efficiency Certification software (MEEC). The certification and energy calculation of buildings with the MEEC software is conformant with Montenegrin Law on Efficient Use of Energy and on Energy Efficiency as well as the Rulebook on Minimum Energy Efficiency Requirements for Buildings. The software calculations are performed according to the German standard DIN V 18599 [3], which meets the requirements of the European Directive on the Energy Performance of Buildings (EPBD) including Annex I [1].

3.1 Definition of Energy Need, Delivered Energy and Primary Energy

The energy demand of a building can be examined at different system boundary levels, where each level regards the relevant energy flows at a different stage of the process. The MEEC software defines three system boundary levels when calculating the energy demand of a building during its operation called the energy need, the delivered energy and the primary energy [3]. According to the MEEC software the specified time period for the energy calculation is one year; shorter periods can only be used to calculate partial energy characteristics. The calculated energy demand of a building includes energy for heating, domestic hot water, cooling, ventilation and the corresponding auxiliary energy. In non-residential buildings the energy for lighting is also included in the calculation.

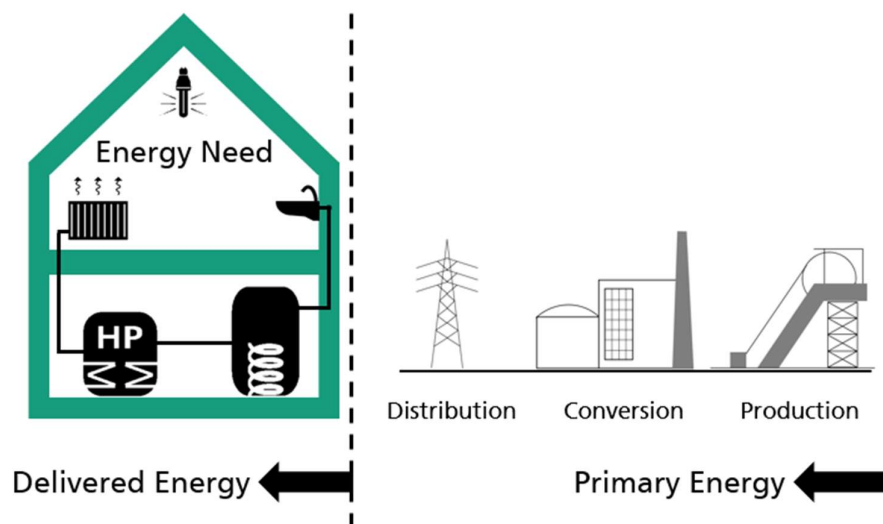


Figure 4:
Energy need, delivered energy and primary energy.

The energy need is the calculated amount of energy in order to meet the space requirements for heating, cooling, lighting, domestic hot water and humidification under standard defined conditions.

The delivered energy demand is the calculated amount of energy required by the technical building systems to ensure the required energy service (heating, cooling, domestic hot water, ventilation and air conditioning, humidification and lighting). This includes the auxiliary energy needed to operate the technical building systems. The delivered energy demand can be specified individually for each energy carrier.

The primary energy demand is the calculated amount of energy for a building taking into account the preceding process chains (outside of the building) for obtaining, converting and distributing the respective fuels needed to cover the delivered energy demand.

3.2 Energy Need

The energy need of each variant is shown in Figure 5 **Error! Reference source not found.** to Figure 8. Variants only differing in terms of their technical building systems have nearly the same energy need. The difference between both technical building systems is less than 1 % for the calculated variants in this study. The small difference is due to the different system temperatures and distribution losses for both technical building systems. The calculated energy need of each variant in this building envelope study therefore depends mostly on the glazing factor, heat transmission coefficient and shading system used. The detailed results of each variant are listed in A.1.

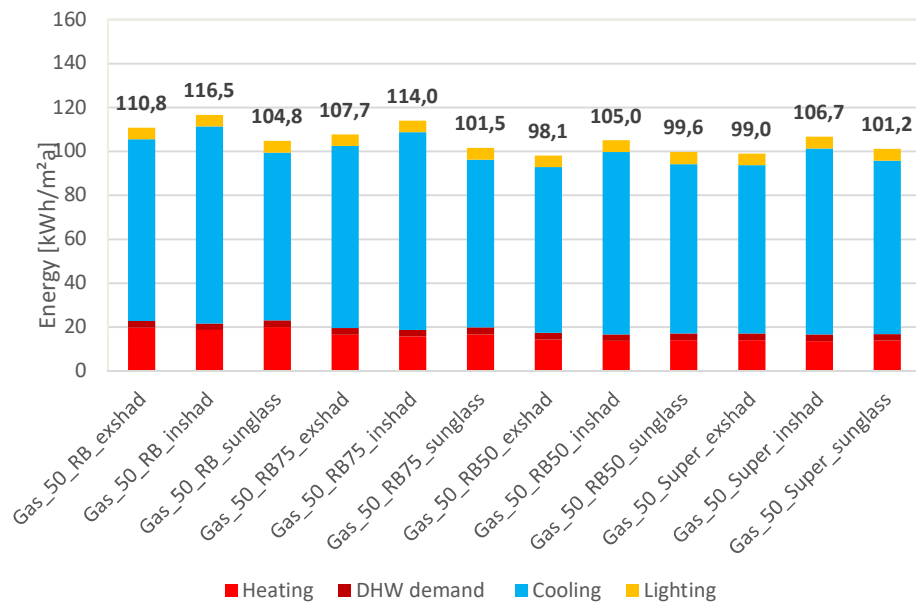


Figure 5:
Energy need for building envelope variants with 50% glazing factor and technical building system 1 (gas condensing boiler and compression chiller)

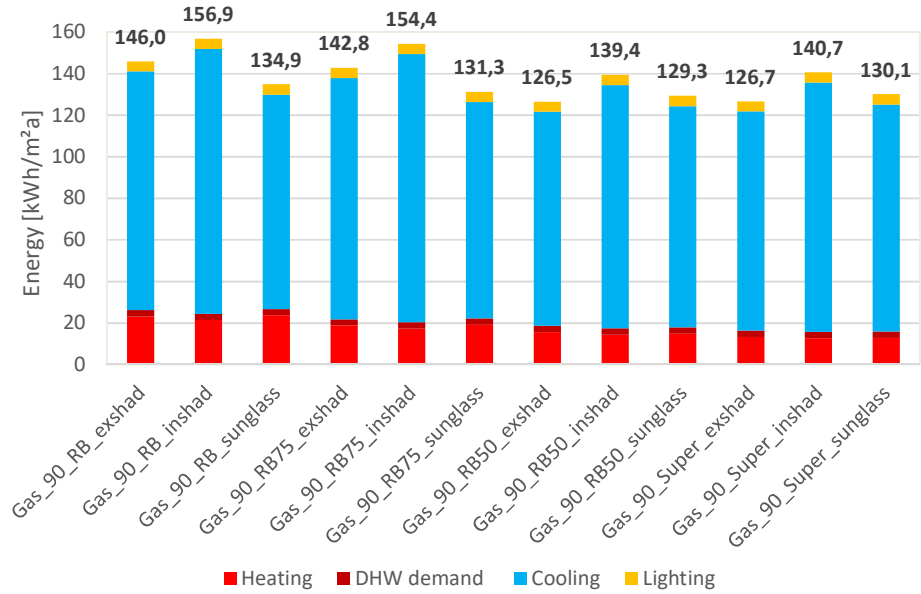


Figure 6:
Energy need for building envelope variants with 90% glazing factor and technical building system 1 (gas condensing boiler and compression chiller)

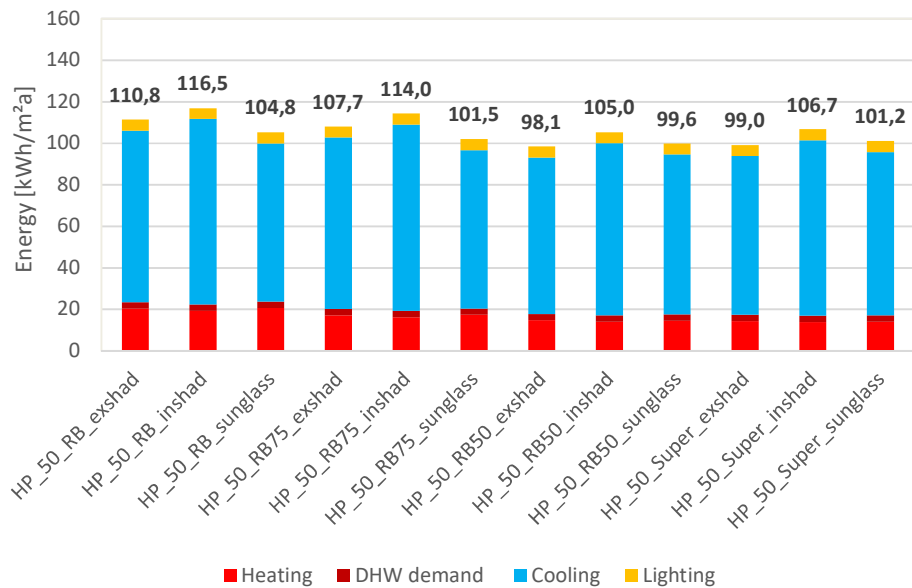


Figure 7:
Energy need for building envelope variants with 50% glazing factor and technical building system 2 (ground water heat pump)

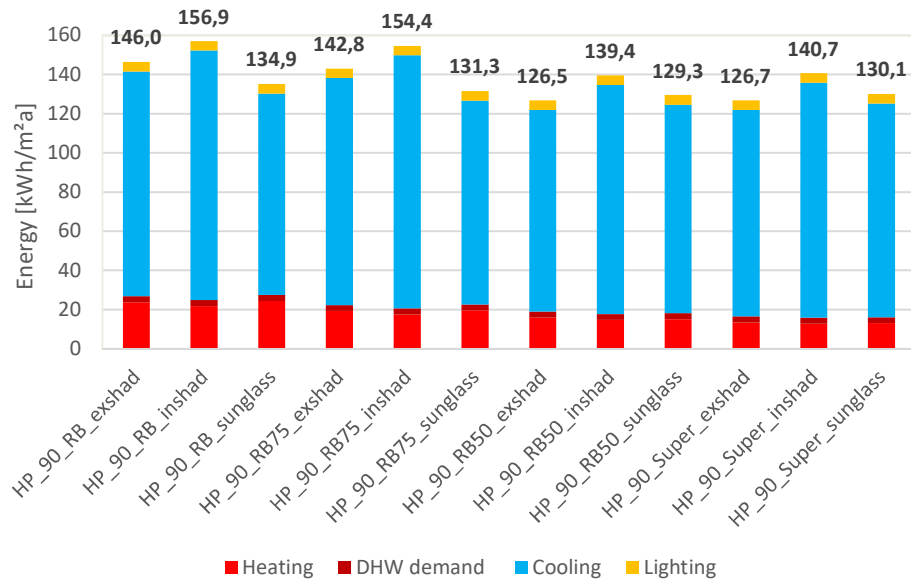


Figure 8:
Energy need for building envelope variants with 90% glazing factor and technical building system 2 (ground water heat pump)

The results show that the highest energy need is due to cooling followed by heating, lighting and domestic hot water. A higher glazing factor results in a higher energy need for cooling (35 – 44% more) because of the higher solar gains entering the building. Higher solar gains have a positive effect on the energy need for heating. However, due to the lower U-value of the windows compared to the walls and therefore larger heat loss of the building envelope, the heating need increases for most variants with a higher glazing factor (5 – 19% more). Exceptions are the “Super”-variants with very low thermal transmittance values, where more glazing results in a slight decrease of the heating energy need (5 – 7% less). A higher glazing factor reduces the energy need for lighting.

The study indicates a slightly higher energy need for cooling when the thermal transmittance values of the buildings are lowered. On warm days with cool nights, buildings with a better thermal insulation of the façade do not cool down as much as buildings with less thermal insulation during the night. On the other hand, windows with lower thermal transmittance values often have a lower total energy transmittance for glazing (g-value) and a lower thermal transmittance of the roof lowers the cooling energy need. This is why the cooling need for some variants with lower thermal transmittance values decreases. Lower thermal transmittance values result in a lower energy need for heating. The thermal transmittance values of the building envelope do not influence the lighting demand. However, windows with a lower thermal transmittance value often have a lower light transmittance. Therefore, the lighting need for the “50%-Rulebook”- and “Super”-variants slightly increase compared to the “Rulebook”- and 75%-Rulebook”-variants.

Next to the total energy transmittance of the glazing, the total solar energy entering a building through transparent building elements also depends on the solar shading system. Sun protection glazing (g-value of 0.5) leads to a lower cooling need but slightly higher heating need compared to windows with a g-value of 0.72 and additional external or internal shading system. For windows with a g-value of 0.6, the variant with an additional external shading system leads to the lowest cooling but highest heating need compared to windows with an internal shading system or sun protection glazing (g-value of 0.5).

The energy need for domestic hot water is not influenced by the glazing factor, thermal transmittance values or sun shading system.

3.3 Delivered Energy

As previously explained (see 3.1) the actual energy used by the technical building systems is not reflected by the energy need, but by the delivered energy. The delivered energy for heating, domestic hot water, cooling, lighting, ventilation including auxiliary energy of each variant is shown in Figure 9 to Figure 12. The detailed results of each variant are listed in A.2.

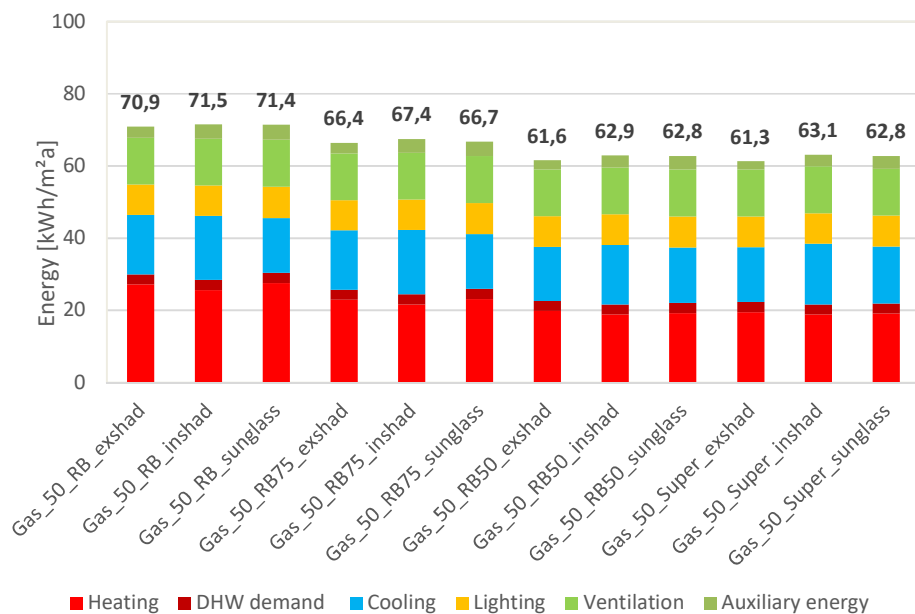


Figure 9: Delivered energy for building envelope variants with 50% glazing factor and technical building system 1 (gas condensing boiler and compression chiller).

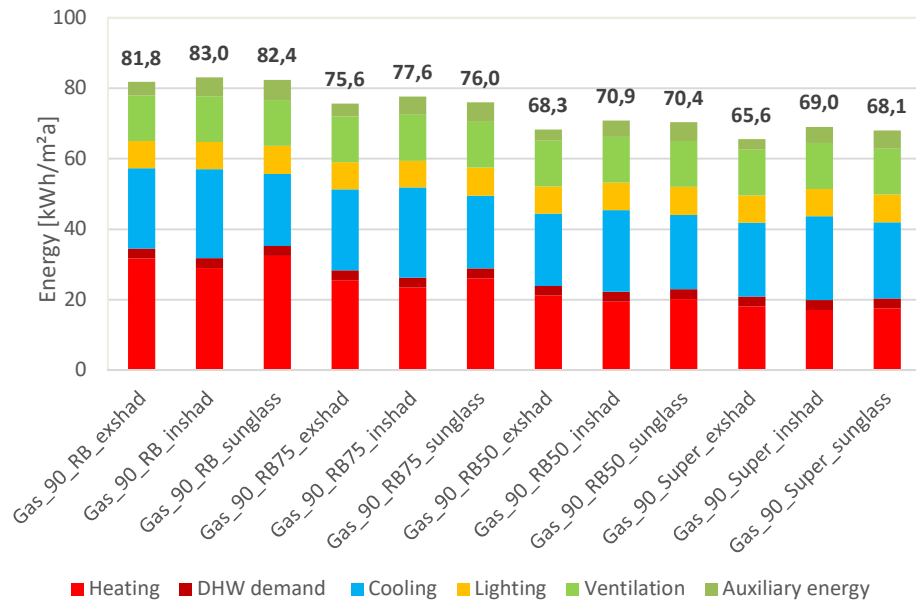


Figure 10:
Delivered energy for building envelope variants with 90% glazing factor and technical building system 1 (gas condensing boiler and compression chiller).

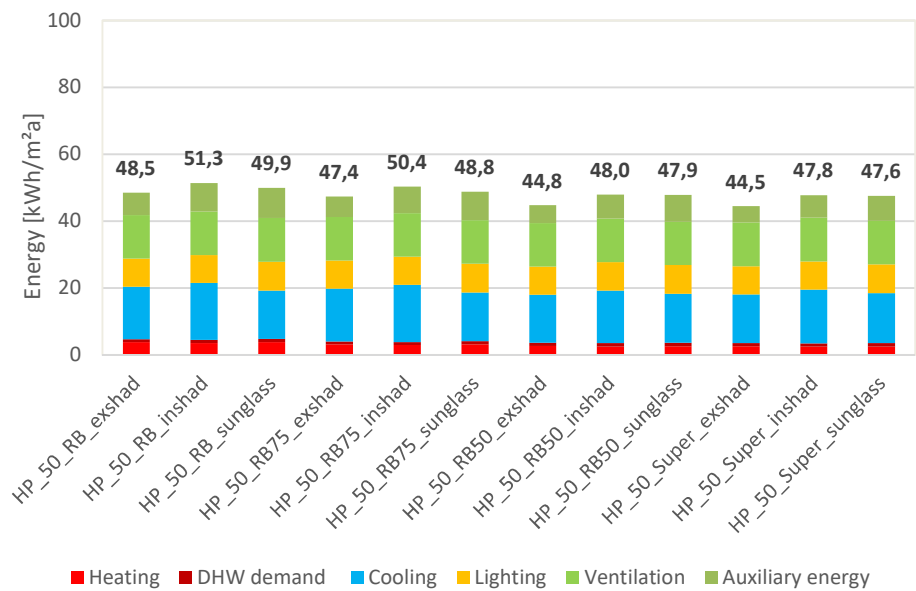


Figure 11:
Delivered energy for building envelope variants with 50% glazing factor and technical building system 2 (ground water heat pump).

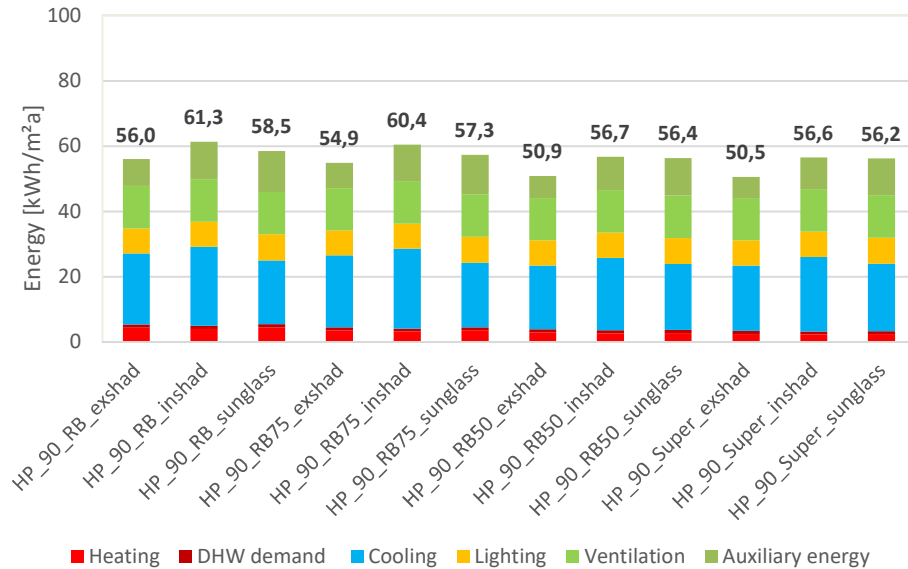


Figure 12:
Delivered energy for building envelope variants with 90% glazing factor and technical building system 2 (ground water heat pump).

For technical building system 1 (gas condensing boiler and compression chiller) around 60 to 70% of the total delivered energy demand (between 61 and 83 kWh/m²a) is used for heating, domestic hot water and cooling. The delivered energy demand for the variants with technical buildings system 2 (ground water heat pump) is much lower compared to the variants with technical building system 1. This is mainly due to the delivered energy for heating, which is much lower for heat pumps due to their high efficiency. For the heat pump variants the total delivered energy demand ranges from 45 to 61 kWh/m²a, where around 40 to 50% is used for heating, domestic hot water and cooling.

The correlations described in the previous chapter (3.2) also have an effect on the delivered energy demand. A closer look at the auxiliary energy reveals that sun protection glazing leads to a higher auxiliary energy demand compared to windows with additional external or internal shading systems. Without an additional shading system, which is operated according to the incoming solar radiation, the cooling peak load is much higher. Because the auxiliary energy (energy demand for pumps, etc.) is mainly calculated depending on the peak load in the MEEC software, a higher peak load leads to higher auxiliary energy demand. Thus, when examining the accumulated delivered energy demand the variants with an external shading system result in the lowest energy demand compared to an internal shading system or sun protection glazing.

3.4 Primary Energy

The primary energy factors defined in the Montenegrin Rulebook on Minimum Energy Efficiency Requirements for Buildings to convert the delivered energy into the primary energy demand are shown in Table 5.

Table 5:
Conversion factors for primary energy

Energy carrier	Non-renewable primary energy factor	Total primary energy factor
Electricity	1.75	2.40
Gas	1.15	1.15

The primary energy results of each calculated variant are shown in Figure 13 to Figure 16. The primary energy for the building envelope variants with technical building system 1 range from 91 to 123 kWh/m²a. The primary energy for the building envelope variants with technical building system 2 lie between 78 and 107 kWh/m²a. The variant with the lowest primary energy is variant “HP_50_Super_exshad”, followed closely by “HP_50_RB50_exshad”. The detailed results of each variant are listed in A.3.

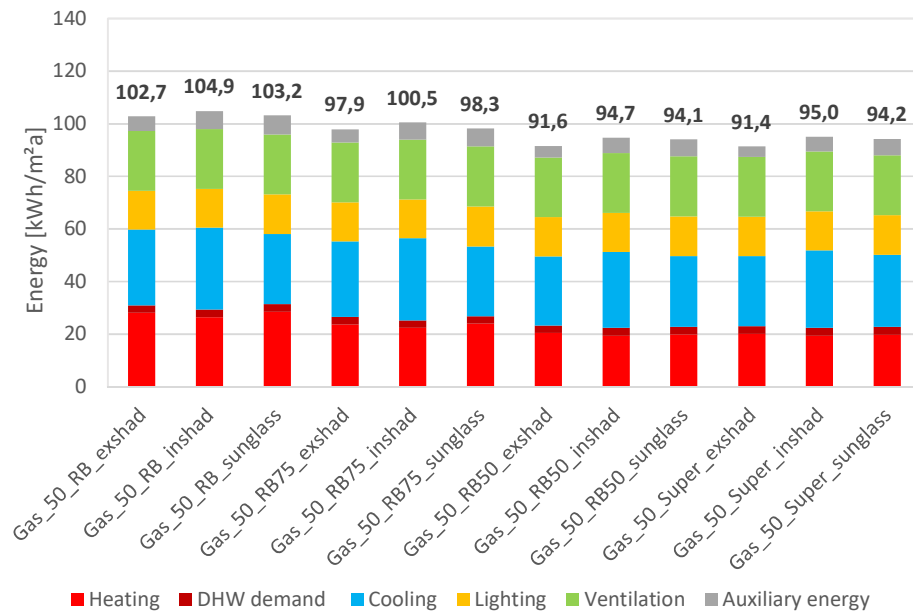


Figure 13:
Primary energy for building envelope variants with 50% glazing factor and technical building system 1 (gas condensing boiler and compression chiller).

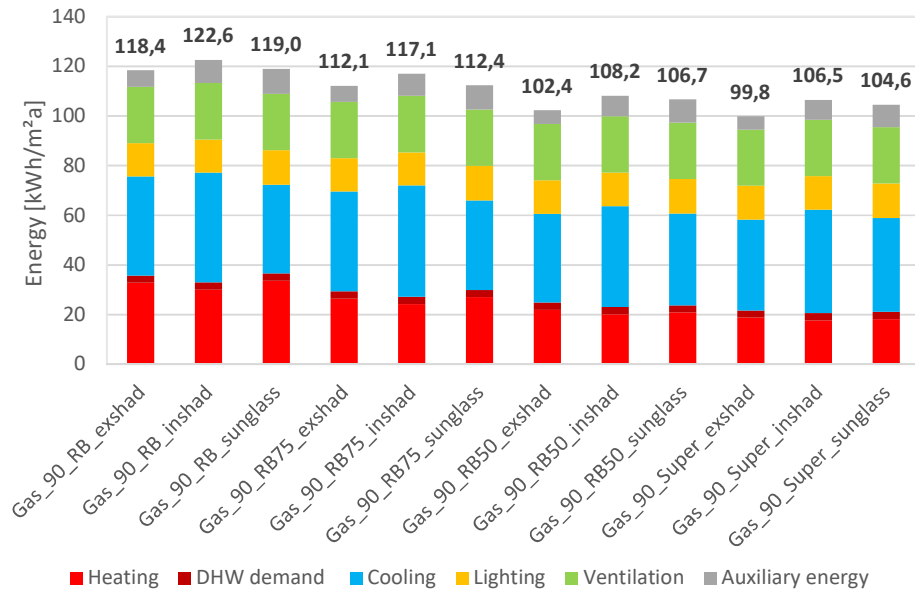


Figure 14:
Primary energy for building envelope variants with 90% glazing factor and technical building system 1 (gas condensing boiler and compression chiller).

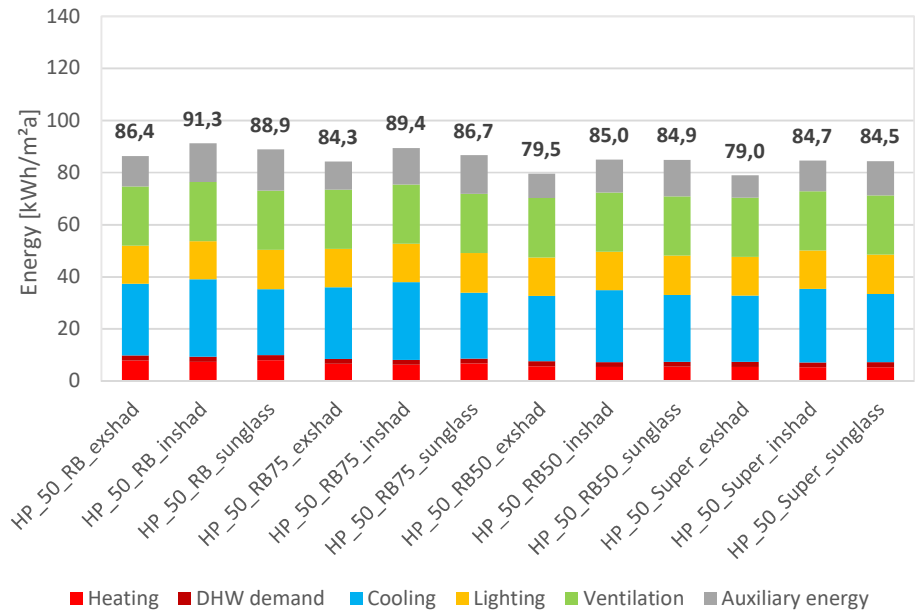


Figure 15:
Primary energy for building envelope variants with 50% glazing factor and technical building system 2 (ground water heat pump).

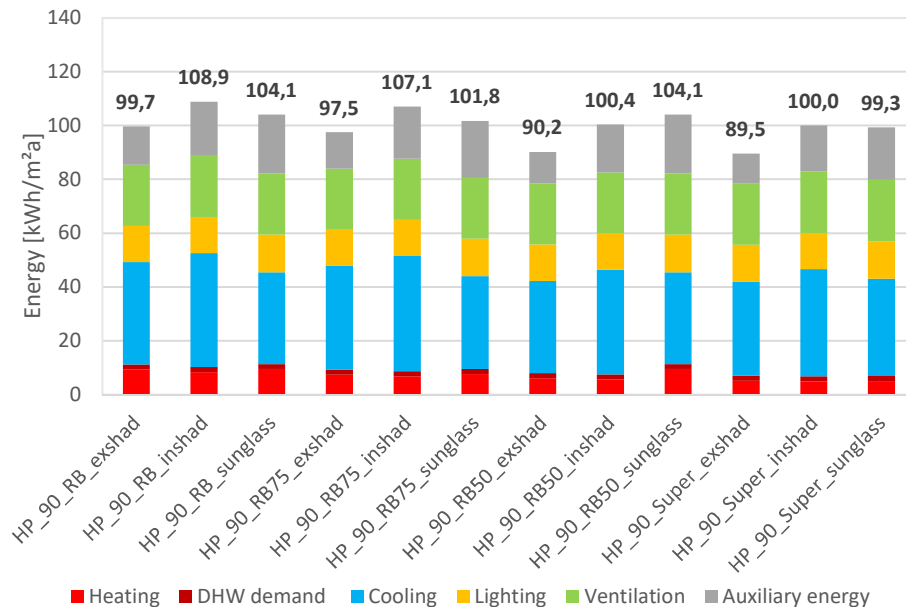


Figure 16:
Primary energy for building envelope variants with 90% glazing factor and technical building system 2 (ground water heat pump).

4 Energy Relevant Building Recommendations

The planned office buildings for the Montenegrin Ministry should demonstrate a very high energy efficiency standard in the building sector. Since buildings are no longer only energy consumers but also energy producers, the ambitious target is to cover at least 50% of the building energy demand by renewable energy sources but strive toward a plus energy standard for both buildings. For this the energy demand must be optimized and the on-site energy production maximized.

The building envelope study shows that a primary energy demand of around 80 to 90 kWh/m²a can be reached. The target for the architectural competition is to achieve a maximum primary energy demand of 85 kWh/m²a. This value is coherent with the EU Commission Recommendations for office buildings in Mediterranean climate zones [4]. To realize such a primary energy demand the following measures are recommended for both office buildings:

- **Maximum glazing g-value of 0.6 and use of an external shading system**
Due to the high cooling demand in this respective climate zone, a low energy transmittance of the glazing and shading systems are important measures to minimize solar gains. External sun shading generally has a lower solar transmittance than internal sun shading or sun protection glazing and is therefore recommended to reduce the cooling demand. At the same time the shading system should allow some daylight to enter the room to prevent the use of artificial lighting during the day. Otherwise energy savings achieved with the cooling

system by reducing solar gains may be outweighed by the energy used for artificial lighting. Furthermore, especially on high buildings, external shading systems are often exposed to wind loads. Therefore, a robust solution still allowing (some) daylight should be developed.

- **Thermal transmittance values 50% better than the current Montenegrin requirements (see variant 50%_Rulebook in Table 3)**

The calculations show that lower thermal transmittance values of the building envelope elements result in a lower primary energy demand. However, the improvement between the “50%-Rulebook”-variants and the “Super”-variants are minimal. Therefore, thermal transmittance values at least 50% better than the current national requirements are recommended.

- **Moderate glazing factor of around 50%**

The building envelope study shows that a higher glazing factor results in a higher energy demand. A moderate glazing factor is recommended to reduce the energy demand. Sufficient daylight, visual contact to outside as well as the overall design should also be considered when choosing the window to wall ratio.

To fulfil a plus energy standard the necessary on-site energy production to compensate the energy demand of both buildings must be determined. When calculating the energy balance the energy demand of all thermally conditioned spaces according to the EPBD scope (heating, cooling, ventilation, lighting, auxiliary energies) is considered. The current national law specifies that 30% of the domestic hot water demand should be covered by solar thermal unless technically impossible or economically justified [2]. According to the calculated hot water demand and information provided by the HVAC specialists, the solar thermal system will need around 40 m² of roof area. To estimate the necessary photovoltaic area to compensate the remaining energy demand a calculation for a primary energy demand of 85 kWh/m²a (897,864 kWh/a) was made. The compensation of the total primary energy demand proves to be challenging due to the small roof area for PV installation compared to the net floor area of the two seven-storey buildings. First calculations of the energy balance were performed with PVGIS [5] for PV panels oriented to the east and west with a vertical tilt of 10° in Podgorica. The results demonstrate that an average of 1,192 kWh/a per installed kilowatt can be reached at this location. The necessary roof area to compensate a primary energy demand of 85 kWh/m²a is listed in Table 6. The underlying assumptions for the calculations are 0.2 kW_p installed power per module area (and 1.5 m² roof area per m² module area).

Table 6:
Necessary roof area for PV installations to compensate energy demand.

Specific energy demand [kWh/m ² a]	Total energy demand* [kWh/a]	Current roof area [m ²]	Roof area needed to compensate energy demand [m ²]	
			Total energy demand (100 %)	Half of energy demand (50 %)
85	897,864	1,596	3,227	1,614

*for thermally conditioned spaces only

To compensate the total energy demand for all thermally conditioned spaces of both buildings a roof area of 3,227 m² is needed. To at least fulfil the minimum requirement set for the pilot project and compensate 50 % of the energy demand a roof area of 1,614 m² is necessary. The current roof area of around 1,596 m² is not sufficient and must be maximized to achieve the minimum requirement of covering 50 % of the energy demand and strive towards a plus energy standard. This results in a fourth recommendation:

- **Large roof areas for maximum PV installation, optionally supplemented by façade areas for PV installation**
To ensure that at least 50% of the building energy demand is covered by renewable energy and furthermore strive towards a plus energy standard the PV installation areas on the roof and optionally façade must be maximised.

5 Conclusion

This report summarizes the building envelope study performed to promote early awareness of energy relevant aspects in the design decision process of two new office buildings for the Montenegrin Ministry in Podgorica. The energy calculations were made using the MEEC software which is conformant with the Montenegrin law and EPBD 2018 Annex 1. The results were evaluated according to the EPBD scope, including only the thermally conditioned zones of both buildings (hence results do not include the energy demand for the parking garage). The building envelope gives energy relevant insights regarding the building façade and offers guidance in the design decision process for the architectural competition.

The current draft for the concept design and functional program by Studio Synthesis were used as a basis for the energy calculations. Each spatial area was assigned to a user profile and boundary conditions set accordingly. The parameters varied in the study were the glazing factor (50% and 90%), the thermal transmittance values of the building envelope elements (minimum standard according to current national law and 3 levels beyond) and the shading system (sun protection glass, additional external and internal shading system). Each variant was calculated for two different technical building systems for heating and cooling, a ground water heat pump as well as a condensing boiler with a compression chiller.

The primary energy results vary between 78 and 123 kWh/m²a. To achieve a highly energy efficient standard in both buildings a primary energy demand of 85 kWh/m²a according to the EBPD scope should not be exceeded. The following recommendations are made to optimize the building envelope regarding the energy demand: a maximum glazing g-value of 0.6, an external shading system, thermal transmittance values 50% better than the current national requirements in Montenegro and a moderate glazing factor (around 50%). To increase the energy production on-site in order to cover at least 50% of the energy demand by renewable energy sources and beyond this strive towards the ambitious target to fulfil plus energy for both buildings, the roof areas for PV installation must be maximised and if possible supplemented by suitable façade areas for PV installation.

List of references

- [1] Fraunhofer Institut for Building Physics: Technical Manual, MEEC – Montenegrin Energy Efficiency Certification. 2020.
- [2] Montenegrin Ministry of Economy and Ministry of Sustainable Development and Tourism: Rulebook on Minimum Energy Efficiency Requirements of Buildings, Official Gazette of Montenegro 57/14.
- [3] Beuth Verlag GmbH: DIN V 18599:2018-09 Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung.
- [4] Official Journal of the European Union: Commission Recommendation (EU) 2016/1318 on guidelines for the promotion of nearly zero-energy buildings and best practices to ensure that, by 2020, all new buildings are nearly zero-energy buildings, 2016.
- [5] PVGIS 5.2 Beta Version: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/ last accessed on 27.04.2022

Annex

A.1 Energy Need

A.1.1 Energy need for building envelope variants with 50% glazing factor and technical building system 1 (gas condensing boiler and compression chiller)

Energy [kWh/m ² a]	Gas_50_RB_exshad	Gas_50_RB_inshad	Gas_50_RB_sunglass	Gas_50_RB75_exshad	Gas_50_RB75_inshad	Gas_50_RB75_sunglass	Gas_50_RB50_exshad	Gas_50_RB50_inshad	Gas_50_RB50_sunglass	Gas_50_Super_exshad	Gas_50_Super_inshad	Gas_50_Super_sunglass
Total energy need	110,8	116,5	104,8	107,7	114,0	101,5	98,1	105,0	99,6	99,0	106,7	101,2
Heating	19,7	18,6	20,0	16,5	15,7	16,7	14,4	13,7	14,0	14,0	13,6	13,8
DHW demand	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Cooling	82,8	89,6	76,4	82,9	89,9	76,3	75,4	82,9	77,2	76,7	84,8	78,9
Lighting	5,3	5,3	5,4	5,3	5,3	5,4	5,3	5,3	5,4	5,3	5,3	5,4

A.1.2 Energy need for building envelope variants with 90% glazing factor and technical building system 1 (gas condensing boiler and compression chiller)

Energy [kWh/m ² a]	Gas_90_RB_exshad	Gas_90_RB_inshad	Gas_90_RB_sunglass	Gas_90_RB75_exshad	Gas_90_RB75_inshad	Gas_90_RB75_sunglass	Gas_90_RB50_exshad	Gas_90_RB50_inshad	Gas_90_RB50_sunglass	Gas_90_Super_exshad	Gas_90_Super_inshad	Gas_90_Super_sunglass
Total energy need	146,0	156,9	134,9	142,8	154,4	131,3	126,5	139,4	129,3	126,7	140,7	130,1
Heating	23,2	21,4	23,8	18,8	17,3	19,2	15,6	14,4	14,9	13,3	12,7	12,9
DHW demand	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Cooling	114,9	127,6	103,1	116,1	129,2	104,1	103,1	117,1	106,4	105,5	120,1	109,2
Lighting	4,8	4,8	5,0	4,8	4,8	5,0	4,9	4,9	5,0	4,9	4,9	5,0

A.1.3 Energy need for building envelope variants with 50% glazing factor and technical building system 2 (ground water heat pump)

Energy [kWh/m ² a]	HP_50_RB_exshad	HP_50_RB_inshad	HP_50_RB_sunglass	HP_50_RB75_exshad	HP_50_RB75_inshad	HP_50_RB75_sunglass	HP_50_RB50_exshad	HP_50_RB50_inshad	HP_50_RB50_sunglass	HP_50_Super_exshad	HP_50_Super_inshad	HP_50_Super_sunglass
Total energy need	111,3	117,0	105,4	108,1	114,2	102,0	98,5	105,3	99,9	99,1	106,8	101,1
Heating	20,3	19,2	20,6	17,0	16,1	17,3	14,8	14,0	14,4	14,2	13,8	14,0
DHW demand	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Cooling	82,7	89,5	76,3	82,8	89,8	76,2	75,4	82,9	77,1	76,5	84,6	78,7
Lighting	5,3	5,3	5,4	5,3	5,3	5,4	5,3	5,3	5,4	5,3	5,3	5,4

A.1.4 Energy need for building envelope variants with 90% glazing factor and technical building system 2 (ground water heat pump)

Energy [kWh/m ² a]	HP_90_RB_exshad	HP_90_RB_inshad	HP_90_RB_sunglass	HP_90_RB75_exshad	HP_90_RB75_inshad	HP_90_RB75_sunglass	HP_90_RB50_exshad	HP_90_RB50_inshad	HP_90_RB50_sunglass	HP_90_Super_exshad	HP_90_Super_inshad	HP_90_Super_sunglass
Total energy need	146,4	157,1	135,3	143,1	154,6	131,6	126,8	139,5	129,5	126,8	140,7	130,2
Heating	23,8	21,8	24,4	19,2	17,6	19,6	15,9	14,6	15,2	13,5	12,8	13,1
DHW demand	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Cooling	114,7	127,4	102,8	116,0	129,1	103,9	103,0	117,0	106,3	105,4	120,0	109,1
Lighting	4,8	4,8	5,0	4,8	4,8	5,0	4,9	4,9	5,0	4,9	4,9	5,0

A.2 Delivered Energy

A.2.1 Delivered energy for building envelope variants with 50% glazing factor and technical building system 1 (gas condensing boiler and compression chiller)

Energy [kWh/m ² a]	Gas_50_RB_exshad	Gas_50_RB_inshad	Gas_50_RB_sunglass	Gas_50_RB75_exshad	Gas_50_RB75_inshad	Gas_50_RB75_sunglass	Gas_50_RB50_exshad	Gas_50_RB50_inshad	Gas_50_RB50_sunglass	Gas_50_Super_exshad	Gas_50_Super_inshad	Gas_50_Super_sunglass
Total delivered energy	70,9	71,5	71,4	66,4	67,4	66,7	61,6	62,9	62,8	61,3	63,1	62,8
Heating	27,2	25,6	27,6	22,9	21,6	23,2	19,8	18,8	19,3	19,5	18,8	19,1
DHW	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Cooling	16,5	17,8	15,2	16,5	17,9	15,2	15,0	16,5	15,3	15,2	16,8	15,7
Lighting	8,4	8,4	8,6	8,4	8,4	8,6	8,5	8,5	8,6	8,5	8,5	8,6
Ventilation	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Auxiliary energy	3,1	3,9	4,2	2,9	3,7	4,0	2,5	3,4	3,7	2,3	3,2	3,5

A.2.2 Delivered energy for building envelope variants with 90% glazing factor and technical building system 1 (gas condensing boiler and compression chiller)

Energy [kWh/m ² a]	Gas_90_RB_exshad	Gas_90_RB_inshad	Gas_90_RB_sunglass	Gas_90_RB75_exshad	Gas_90_RB75_inshad	Gas_90_RB75_sunglass	Gas_90_RB50_exshad	Gas_90_RB50_inshad	Gas_90_RB50_sunglass	Gas_90_Super_exshad	Gas_90_Super_inshad	Gas_90_Super_sunglass
Total delivered energy	81,8	83,0	82,4	75,6	77,6	76,0	68,3	70,9	70,4	65,6	69,0	68,1
Heating	31,7	29,0	32,4	25,5	23,4	26,0	21,1	19,4	20,1	18,1	17,1	17,5
DHW	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Cooling	22,8	25,3	20,4	23,0	25,6	20,6	20,4	23,2	21,1	20,9	23,8	21,6
Lighting	7,7	7,7	7,9	7,7	7,7	7,9	7,7	7,7	7,9	7,7	7,7	7,9
Ventilation	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Auxiliary energy	3,8	5,3	5,8	3,6	5,1	5,6	3,2	4,7	5,4	3,0	4,6	5,2

A.2.3 Delivered energy for building envelope variants with 50% glazing factor and technical building system 2 (ground water heat pump)

Energy [kWh/m ² a]	HP_50_RB_exshad	HP_50_RB_inshad	HP_50_RB_sunglass	HP_50_RB75_exshad	HP_50_RB75_inshad	HP_50_RB75_sunglass	HP_50_RB50_exshad	HP_50_RB50_inshad	HP_50_RB50_sunglass	HP_50_Super_exshad	HP_50_Super_inshad	HP_50_Super_sunglass
Total delivered energy	48,5	51,3	49,9	47,4	50,4	48,8	44,8	48,0	47,9	44,5	47,8	47,6
Heating	3,8	3,6	3,8	3,2	3,0	3,2	2,7	2,6	2,6	2,6	2,5	2,6
DHW	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Cooling	15,7	17,0	14,5	15,7	17,1	14,5	14,3	15,8	14,7	14,5	16,1	14,9
Lighting	8,4	8,4	8,6	8,4	8,4	8,6	8,5	8,5	8,6	8,5	8,5	8,6
Ventilation	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Auxiliary energy	6,6	8,4	9,0	6,2	8,0	8,5	5,3	7,2	8,0	4,9	6,8	7,5

A.2.4 Delivered energy for building envelope variants with 90% glazing factor and technical building system 2 (ground water heat pump)

Energy [kWh/m ² a]	HP_90_RB_exshad	HP_90_RB_inshad	HP_90_RB_sunglass	HP_90_RB75_exshad	HP_90_RB75_inshad	HP_90_RB75_sunglass	HP_90_RB50_exshad	HP_90_RB50_inshad	HP_90_RB50_sunglass	HP_90_Super_exshad	HP_90_Super_inshad	HP_90_Super_sunglass
Total delivered energy	56,0	61,3	58,5	54,9	60,4	57,3	50,9	56,7	56,4	50,5	56,6	56,2
Heating	4,4	4,0	4,5	3,5	3,2	3,6	2,9	2,7	2,8	2,5	2,3	2,4
DHW	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Cooling	21,8	24,2	19,5	22,0	24,5	19,7	19,6	22,2	20,2	20,0	22,8	20,7
Lighting	7,7	7,7	7,9	7,7	7,7	7,9	7,7	7,7	7,9	7,7	7,7	7,7
Ventilation	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Auxiliary energy	8,2	11,5	12,5	7,8	11,1	12,1	6,7	10,2	11,6	6,4	9,8	8,2

A.3 Primary Energy

A.3.1 Primary energy for building envelope variants with 50% glazing factor and technical building system 1 (gas condensing boiler and compression chiller)

Energy [kWh/m ² a]	Gas_50_RB_exshad	Gas_50_RB_inshad	Gas_50_RB_sunglass	Gas_50_RB75_exshad	Gas_50_RB75_inshad	Gas_50_RB75_sunglass	Gas_50_RB50_exshad	Gas_50_RB50_inshad	Gas_50_RB50_sunglass	Gas_50_Super_exshad	Gas_50_Super_inshad	Gas_50_Super_sunglass
Total primary energy	102,7	104,9	103,2	97,9	100,5	98,3	91,6	94,7	94,1	91,4	95,0	94,2
Heating	28,2	26,5	28,6	23,7	22,4	24,0	20,5	19,5	20,0	20,2	19,5	19,8
DHW	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Cooling	28,8	31,1	26,6	28,8	31,2	26,6	26,2	28,8	26,9	26,7	29,5	27,5
Lighting	14,7	14,7	15,1	14,7	14,7	15,1	14,8	14,8	15,1	14,8	14,8	15,1
Ventilation	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7
Auxiliary energy	5,4	6,9	7,3	5,1	6,5	6,9	4,4	5,9	6,5	4,1	5,6	6,2

A.3.2 Primary energy for building envelope variants with 90% glazing factor and technical building system 1 (gas condensing boiler and compression chiller)

Energy [kWh/m ² a]	Gas_90_RB_exshad	Gas_90_RB_inshad	Gas_90_RB_sunglass	Gas_90_RB75_exshad	Gas_90_RB75_inshad	Gas_90_RB75_sunglass	Gas_90_RB50_exshad	Gas_90_RB50_inshad	Gas_90_RB50_sunglass	Gas_90_Super_exshad	Gas_90_Super_inshad	Gas_90_Super_sunglass
Total primary energy	118,4	122,6	119,0	112,1	117,1	112,4	102,4	108,2	106,7	99,8	106,5	104,6
Heating	32,9	30,0	33,6	26,4	24,2	27,0	21,9	20,1	20,9	18,8	17,7	18,1
DHW	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Cooling	39,9	44,2	35,8	40,3	44,8	36,1	35,8	40,6	36,9	36,6	41,6	37,9
Lighting	13,4	13,4	13,9	13,4	13,4	13,9	13,5	13,5	13,9	13,5	13,5	13,9
Ventilation	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7
Auxiliary energy	6,6	9,3	10,1	6,4	9,0	9,8	5,5	8,3	9,4	5,3	8,0	9,1

A.3.3 Primary energy for building envelope variants with 50% glazing factor and technical building system 2 (ground water heat pump)

Energy [kWh/m ² a]	HP_50_RB_exshad	HP_50_RB_inshad	HP_50_RB_sunglass	HP_50_RB75_exshad	HP_50_RB75_inshad	HP_50_RB75_sunglass	HP_50_RB50_exshad	HP_50_RB50_inshad	HP_50_RB50_sunglass	HP_50_Super_exshad	HP_50_Super_inshad	HP_50_Super_sunglass
Total primary energy	84,9	89,8	87,4	83,0	88,1	85,4	78,4	83,9	83,8	77,9	83,6	83,4
Heating	6,6	6,2	6,7	5,5	5,2	5,6	4,8	4,5	4,6	4,6	4,4	4,5
DHW	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Cooling	27,5	29,8	25,4	27,5	29,9	25,4	25,1	27,6	25,7	25,5	28,1	26,2
Lighting	14,7	14,7	15,1	14,7	14,7	15,1	14,8	14,8	15,1	14,8	14,8	15,1
Ventilation	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7
Auxiliary energy	11,6	14,8	15,8	10,8	14,0	14,9	9,4	12,6	14,0	8,6	11,8	13,2

A.3.4 Primary energy for building envelope variants with 90% glazing factor and technical building system 2 (ground water heat pump)

Energy [kWh/m ² a]	HP_90_RB_exshad	HP_90_RB_inshad	HP_90_RB_sunglass	HP_90_RB75_exshad	HP_90_RB75_inshad	HP_90_RB75_sunglass	HP_90_RB50_exshad	HP_90_RB50_inshad	HP_90_RB50_sunglass	HP_90_Super_exshad	HP_90_Super_inshad	HP_90_Super_sunglass
Total primary energy	98,0	107,3	102,3	96,1	105,7	100,3	89,0	99,2	98,7	88,4	99,0	98,3
Heating	7,7	7,1	7,9	6,2	5,7	6,3	5,1	4,7	4,9	4,3	4,1	4,2
DHW	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Cooling	38,1	42,3	34,2	38,5	42,9	34,5	34,2	38,9	35,3	35,0	39,9	36,2
Lighting	13,4	13,4	13,9	13,4	13,4	13,9	13,5	13,5	13,9	13,5	13,5	13,9
Ventilation	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7
Auxiliary energy	14,3	20,1	21,9	13,6	19,4	21,1	11,8	17,8	20,3	11,2	17,1	19,6