

# Predavanje

## Primerjava modelirane in izmerjene energetske učinkovitosti s poudarkom na kazalnikih energetske

Gašper Stegnar

Institut Jožef Stefan - Center za  
energetsko učinkovitost



## Predavanje Primerjava modelirane in izmerjene energetske učinkovitosti s poudarkom na kazalnikih energetske

Predavatelj: Gašper Stegnar (IJS-CEU)

21. maj 2024

# Ocena prihodnje rabe energije in energijska bilanca stavbe

Za projektirane novogradnje in celovite prenove se v postopku načrtovanja iščejo rešitve in izboljšave za:

- Učinkovitejšo rabo toplote oz. hladu, namenjeno ogrevanju prostorov oz. njihovem pohlajevanju
- Učinkovitejšo rabo energije, namenjeno obratovanju sistemov v stavbi
- Manjše stroške energentov, ki se letno porabljajo za pokrivanje energetskih potreb stavbe
- Ipd.

# Energijska bilanca stavbe

## **Zakaj in kdaj je potrebno poznavanje različnih metodologij in načinov izračuna energijske bilance stavbe?**

- Potrebno je v postopkih projektnega optimiranja novogradenj in energetskih prenov stanovanjskih stavb
- Sestavni del postopkov oziroma izdelave računske EI za stavbe
- Neobhodno v razvoju novih tehnologij in energetskih konceptov za predvsem nestanovanjske oz. storitvene stavbe

# Energijska bilanca stavbe v naravi

Energijska bilanca stavbe v naravi predstavlja kombinacijo številnih energijskih tokov v medsebojnem vplivu, ki se neprestano spreminjajo:

- Vpliv lastnosti grajenih komponent na energijske tokove
- Lastnosti instalacij in karakteristike sistemov ter vplivanje na energijske tokove
- Stalno spreminjanje mikroklimatskih parametrov na lokaciji in njihov vpliv na spremembe energijskih tokov
- Spremembe parametrov notranjega okolja in posledične spremembe energijskih tokov
- Itd.

Razumevanje energijske bilance enostavne stanovanjske stavbe je „lažje“ v primerjavi z objekti, kjer je npr. splet GF pojavov kompleksnejši ali pa so GF in ostali pojavi težje obvladljivi.



# Energijska bilanca stavbe kot računski postopek

Definiranje energijskih tokov za potrebe računske energijske bilance:

- Kaj pravzaprav obravnavamo, meje sistema
- Ključni energijski tokovi, medsebojno vplivanje
- Vplivni parametri posameznih energijskih tokov
- Metoda izračuna oziroma pristop
- Itd.

Računski postopki se poskušajo na poenostavljen način približati naravnim pojavom oz. procesom:

- Kompleksnost metode in globina vnosov sta povezani s pričakovanimi rezultati metode, namenomnjene uporabe
- Računsko modeliranje je za enostavne primere lahko dobra aproksimacija naravnih procesov

# Računska metoda

Izračunati je potrebno energijsko bilanco skladno s SIST EN 52016-1:2017 in 13790:2008.

- Transmisijske toplotne izgube
- Ventilacijske toplotne izgube
- Dobitke notranjih virov
- Dobitke sončnega sevanja
- Potrebno toploto za pripravo sanitarne tople vode
- Toplotne izgube pri oddaji toplote iz ogreval v prostor
- Toplotne izgube pri razvodu toplote med generatorjema toplote in ogrevali
- Toplotne izgube pri pridobivanju toplote iz energenta
- Del teh izgub (oddaja, razvod, generacija), ki ostane v stavbi
- Električno energijo, ki je potrebna za delovanje tehničnih sistemov
- Del te električne energije, ki ostane v stavbi
- Električno energijo za razsvetljavo

**Večja stopnja natančnosti  
zahteva večji obseg vhodnih  
podatkov in zahtevanega  
znanja!**

# Izbira metode

Standard navaja štiri možne metode izračuna glede na časovni interval, ki ga upoštevamo in sicer:

- **Sezonska metoda** (račun z letnim temperaturnim primanjkljajem)
- **Mesečna metoda** (račun s povprečnimi mesečnimi temperaturami okolice)
- **Enostavna urna metoda** (za povprečen dan v mesecu računamo s temperaturami okolice po urah)
- **Podrobna simulacijska metoda**

Izračun PURES poteka pod naslednjimi predpostavkami:

- Izbrana je mesečna metoda, izračun se dela na podlagi povprečnih mes. zun. temp.
- Notranja temp. za ogrevanje je 20°C, za hlajenje 26°C



## Delitev na cone

- Standard SIST EN ISO 52016-1 predpisuje pogoje, pri katerih se stavba razdeli na posamezne cone.
- V praksi računamo z več conami samo v primeru, ko je v stavbi več sistemov za klimatizacijo – v tem primeru cone razdelimo glede na to, katere dele stavbe posamezni sistem oskrbuje.
- V skladu s PURES in TSG računamo z notranjo temperaturo 20°C v celi stavbi, torej delitev na cone z različnimi temperaturami ni možna.
- V kolikor je v stavbi generator toplote v neogrevani coni, potem moramo tako cono definirati.

# Vsebina/zahteve PURES

## 25 : 50 : 75/55 AN sNES

Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z gradnjo objektov

16. člen (načrt projektne dokumentacije za izvedbo gradnje

področje arhitekture

2

lastnosti gradnikov stavbe, do **določitve potrebne energije** za ogrevanje  $Q_{H,nd}$ , hlajenje  $Q_{C,nd}$ , TSV  $Q_{W,nd}$ , navlaževanje  $Q_{HU,nd}$ , razvlaževanje  $Q_{DHU,nd}$ , in dovedena energija za razsvetljavo (ki sicer ne vplivana drugih TSS)

Energijska učinkovitost stavbe za področje gradbene fizike

izhodišče: bivalno ugodje

področje strojništva

2

TSS (O, H, TSV, V in klimatizacija, razsvetljava, pripravljenost stavbe na pametno delovanje, e-mobilnost) in kazalniki sNES, do **določitve količine energentov, ki jih črpamo v okolju, za delovanje TSS** (kot primarna energija)

Energijska učinkovitost stavbe za področje proizvodnje in pretvarjanja energiji

izhodišče: blaženje podnebnih sprememb

Normirna veličina: kondicionirana površina stave  $A_{use}$

1

Energetsko nezahtevne stavbe  
 $A_{use} < 50 \text{ m}^2$

Energetsko manj zahtevne stavbe  
 $50 \text{ m}^2 \leq A_{use} < 500 \text{ m}^2$

Energetsko zahtevne stavbe  
 $A_{use} \geq 500 \text{ m}^2$

referenčna stavba ( $Q_{H,nd}$ ,  $Q_{C,nd}$ )

5

ožji nabor  
toplotne prehodnosti in  
prehod vodne pare v gradnikih  
toplotnega ovoja stavbe

razširjen nabor (faktor dnevne svetlobe, toplotna stabilnost), razlika v zahtevnosti računskih metod

razred energijske učinkovitost skladno z ECODESIGN uredbami (so sicer obvezne) za generatorje toplote, hladu,...

stacionarno modeliranje, mesečna metoda

nestacionarno modeliranje, urna metoda (BIM, BEM)

3

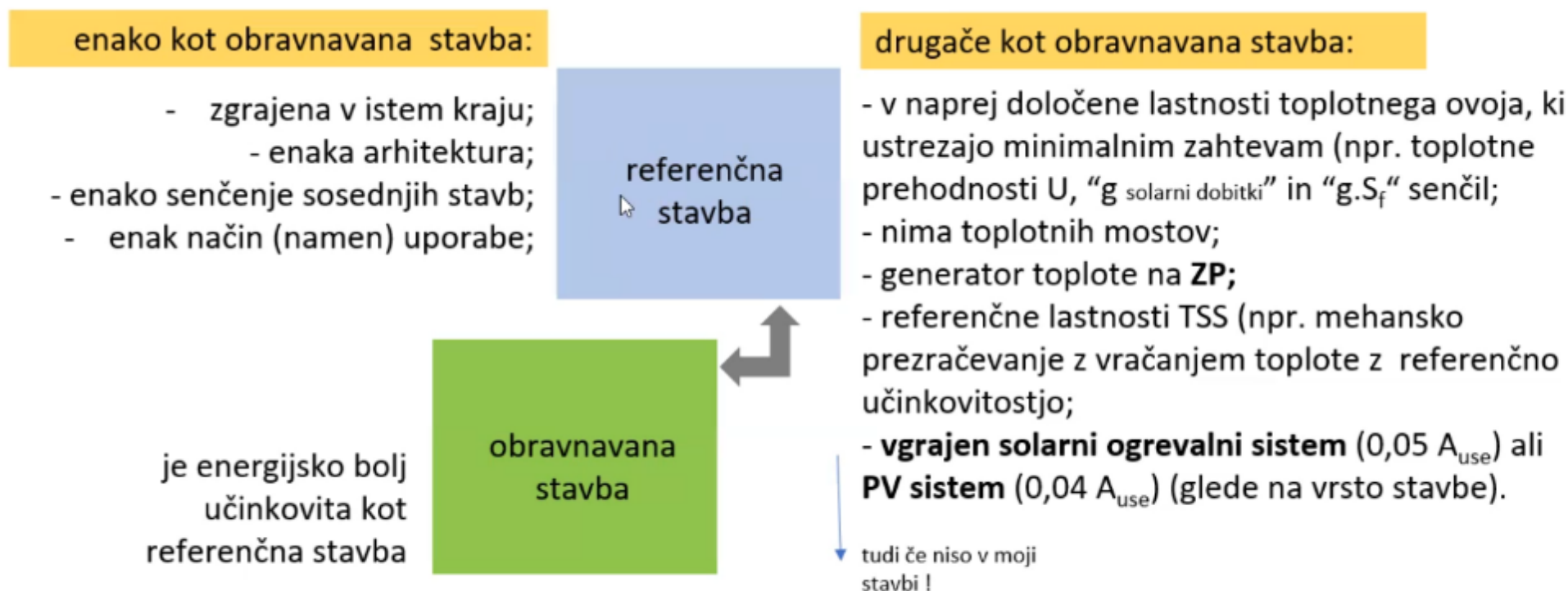
4

6

Vir: Medved, Šašo. 2022.

# Dokazovanje izpolnjevanja zahtev – pomen referenčne stavbe

Za razliko od energetsko **manj zahtevnih stavb**, za katere so kazalniki določeni **absolutno** (s številčnimi vrednostmi), so za **energetsko zahtevne stavbe relativni** (obravnavana stavba mora biti boljša od referenčne. Za koliko določa vrsta stavbe/ukrep (nova, javna, ...).

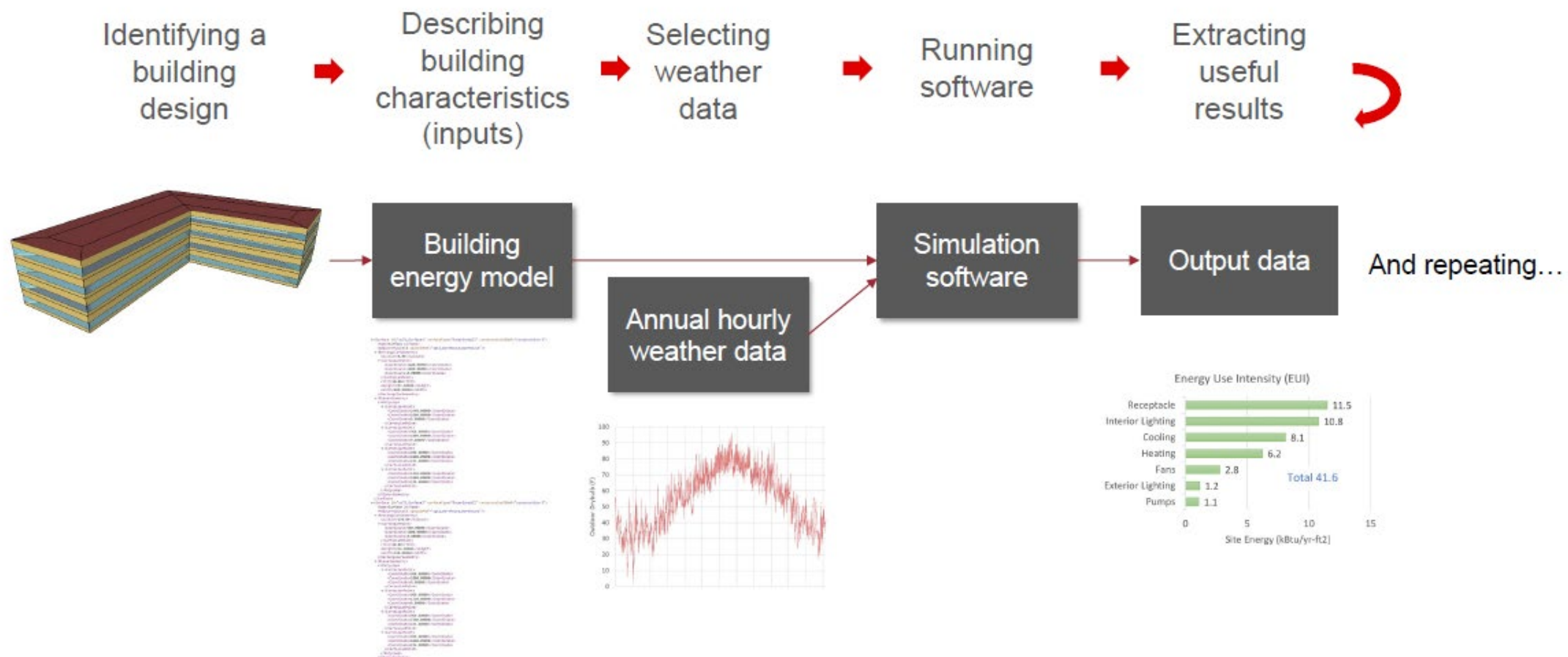


# Robni pogoji

Klimatski podatki so podani s strani ARSO

- Podani so po GK koordinatah.
- Mesečna zunanja temperatura zraka
- Trajanje ogrevalne sezone
- Energija vpadlega sončnega sevanja
- Relativna zračna vlaga
- Projektna temperatura

# Kaj se zgodi, ko izgradite model in poženete simulacijo?



## Zakaj se lotiti simulacij?

- Zaradi dokazovanja skladnosti s PURES.
- Certificiranje zelene gradnje,
- Raziskovalni nameni
- Razvoj politike
- Optimizirajte delovanja tehničnih sistemov



## Kateri podatki so vključeni v model?

- Geometrija in ovojne konstrukcije
- Notranji toplotni dobiti in urniki
- Infiltracija in naravno prezračevanje
- Opis HVAC
- Drugi sistemi
  - Servis sistema tople vode
  - Zunanja razsvetljava
  - Dvigala
  - Kuhinjska oprema
  - Obnovljiva energija
- Stopnje uporabnosti in značilnosti energentov

```

BuildingSurface:Detailed,
  Surface 22,
  ROOF,
  ASHRAE 189.1-2009 ExtRoof HEAD ClimateZone 1,
  Thermal Zone 11,
  ,
  Outdoors,
  ,
  SunExposure,
  WindExposure,
  ,
  ,
  20.43, 15.43, 9.0,
  80, 20, 3.8,
  0, 20, 3.8,
  4.87, 18.43, 3.8,

BuildingSurface:Detailed,
  Surface 18,
  Floor,
  ExtSlabCarpet 4in ClimateZone 1-6,
  Thermal Zone 11,
  ,
  Window,
  ,
  McGon,
  McKind,
  ,
  ,
  80, 20, 3,
  80, 0, 0,
  20.43, 4.87, 0,
  20.43, 15.43, 0,

BuildingSurface:Detailed,
  Surface 14,
  Wall,
  ASHRAE 189.1-2009 ExtWall Mass ClimateZone 1,
  Thermal Zone 11,
  ,
  Outdoors,
  ,
  SunExposure,
  WindExposure,
  ,
  ,
  80, 0, 3.8,
  80, 0, 0,
  80, 20, 8,
  80, 20, 3.8,

FenestrationSurface:Detailed,
  SUE Surface 18,
  Window,
  ASHRAE 189.1-2009 ExtWindow ClimateZone
  Surface 14,
  ,

```

# Kateri podatki so vključeni v model?

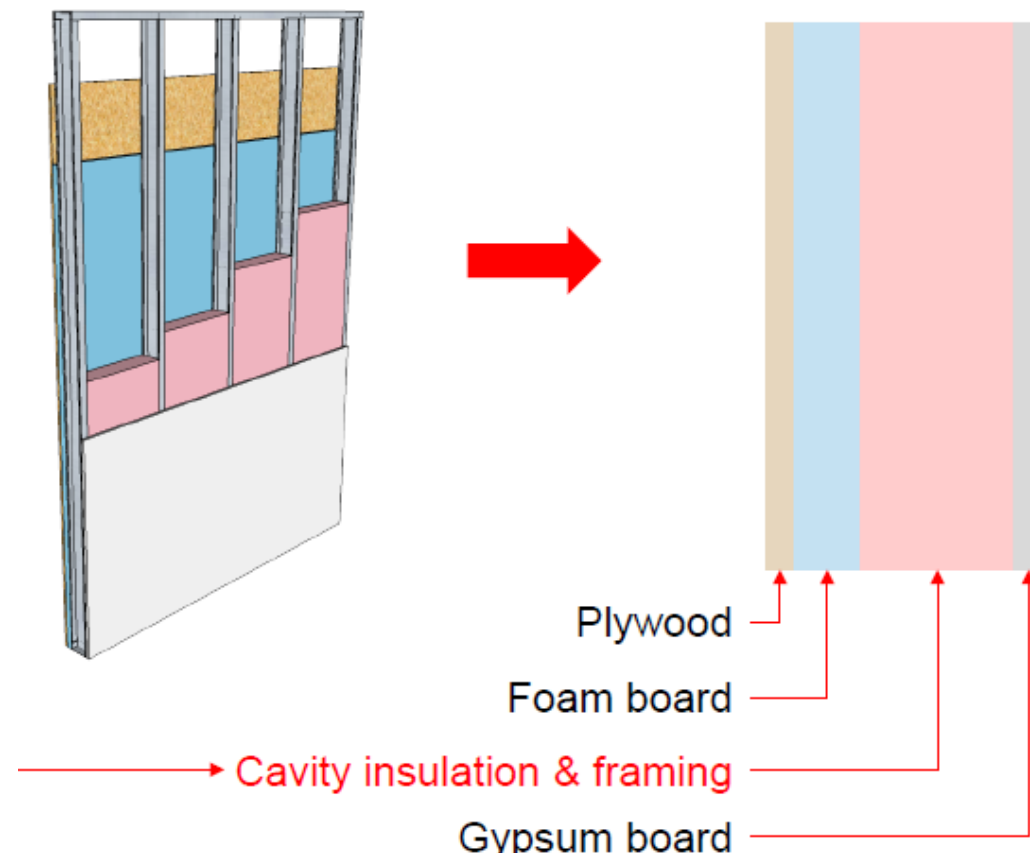
Lastnosti toplotnega ovoja stavbe

Konstrukcije

- Niz uporabljenih materialov

Lastnosti materialov

- Toplotna prevodnost
- Gostota
- Specifična toplota



# Kateri podatki so vključeni v model?

## Notranji dobitki

- Razsvetljava
- Oprema
- Uporabniki

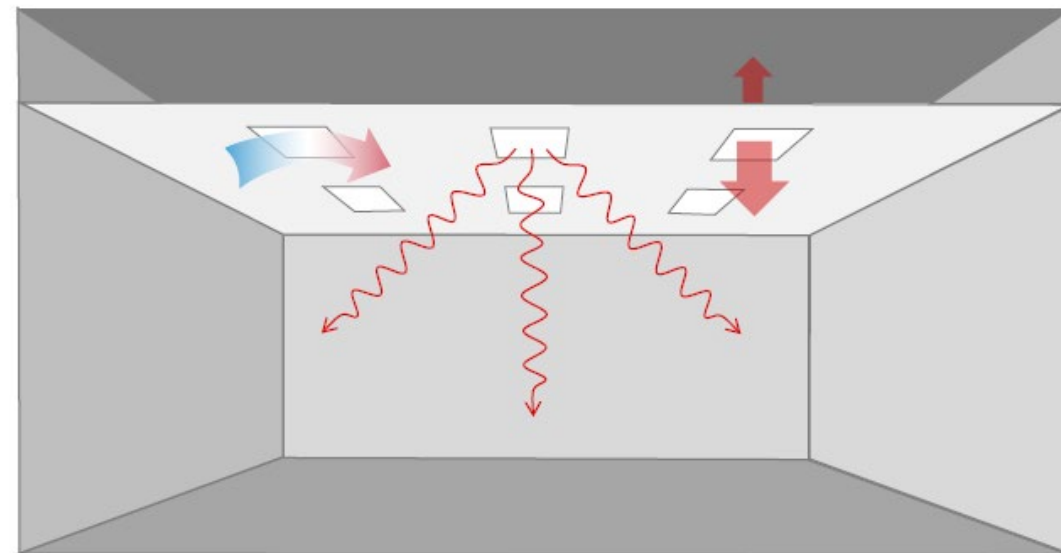


# Kateri podatki so vključeni v model?

Notranji dobitki

Razsvetljava

- Moč
- Profil uporabe
- Razdelitev med komponento sevanja in konvekcijsko toploto

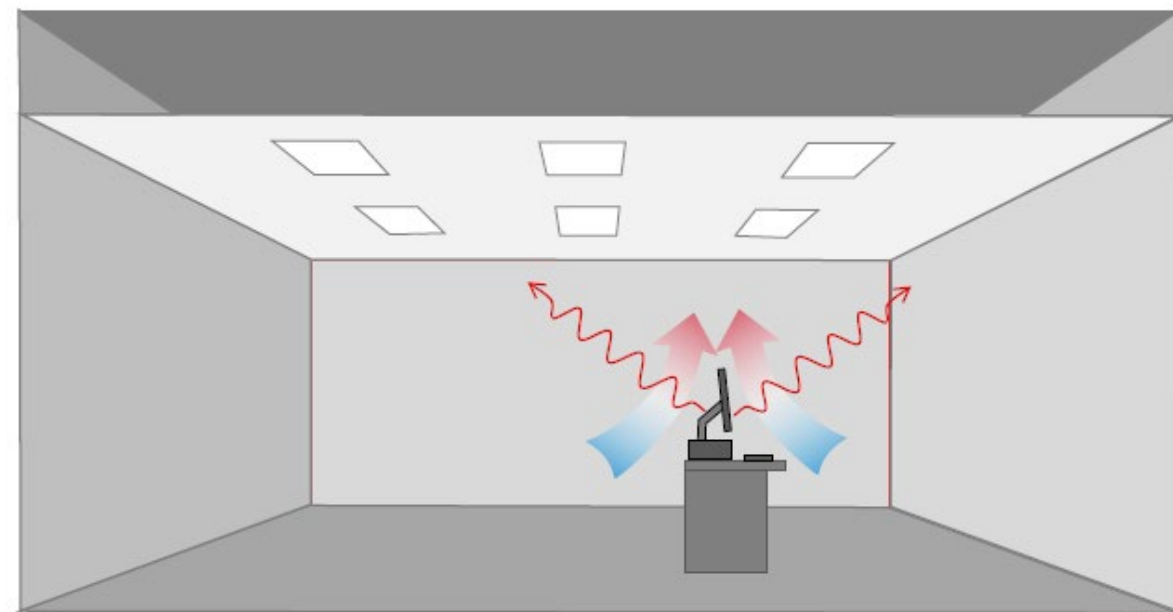
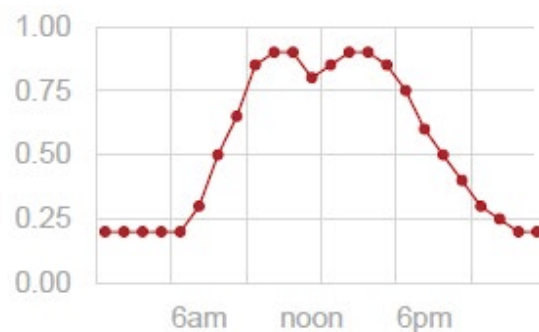


# Kateri podatki so vključeni v model?

Notranji dobitki

Oprema

- Moč
- Profil uporabe
- Razdelitev med komponento sevanja in konvekcijsko toploto

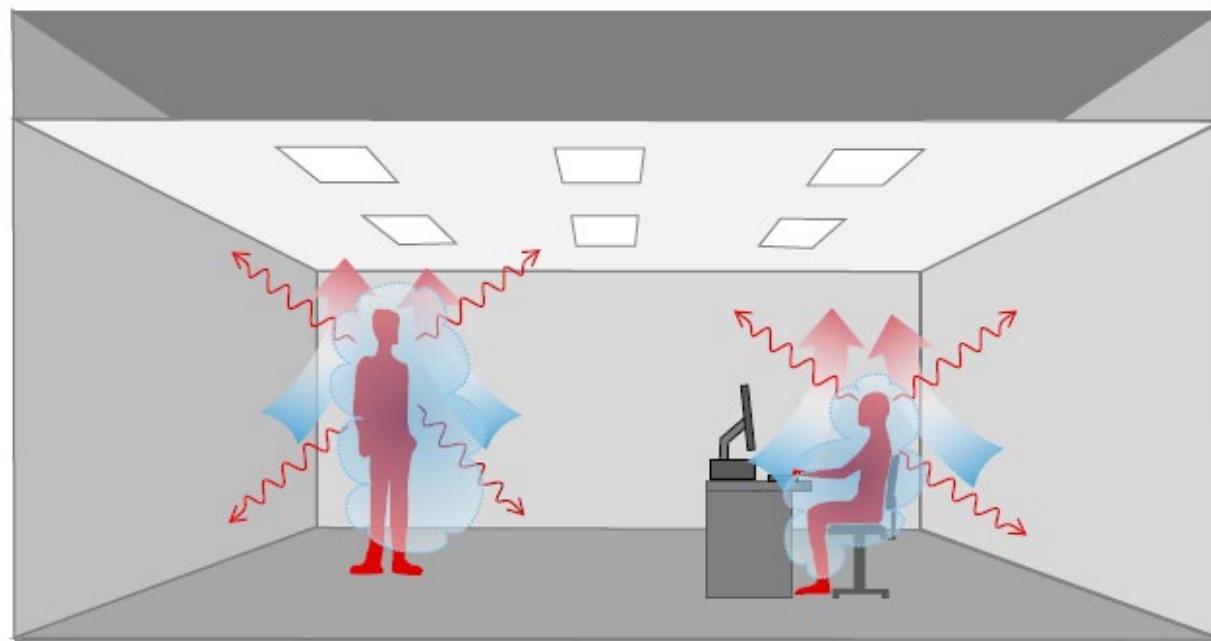
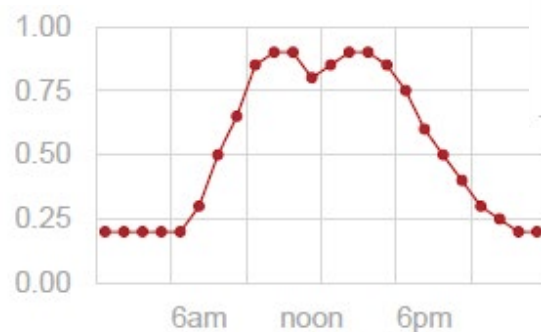


# Kateri podatki so vključeni v model?

Notranji dobitki

Uporabniki

- Število ljudi
- Režim
- Toplotni dobitiki osebe (aktivnost)





# Kateri podatki so vključeni v model?

## Infiltracija in naravno prezračevanje

### Vhodni podatki

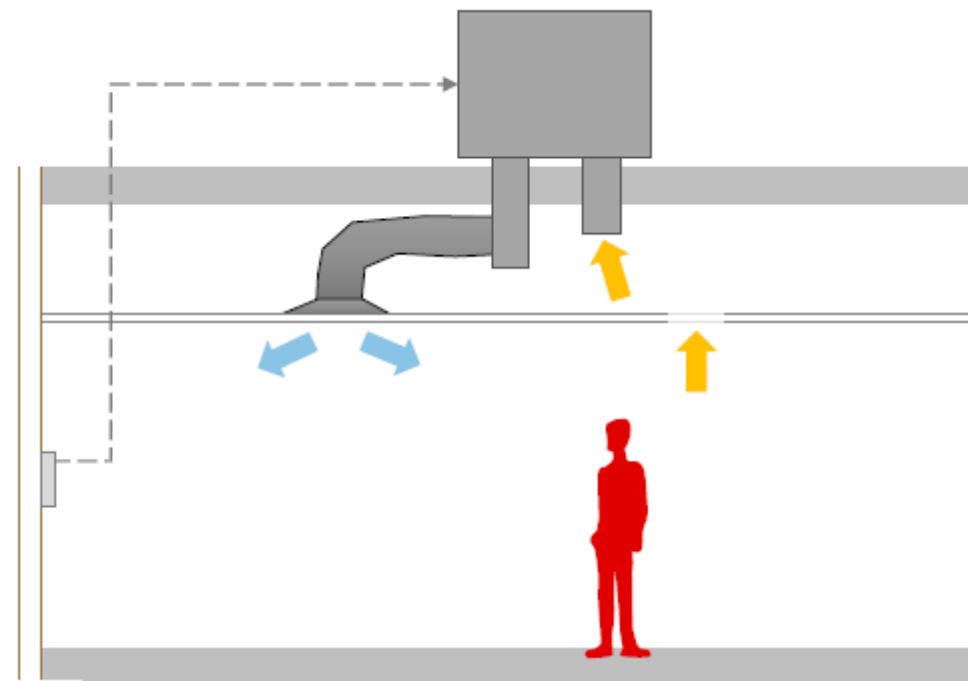
- Stopnja infiltracije
- Režim



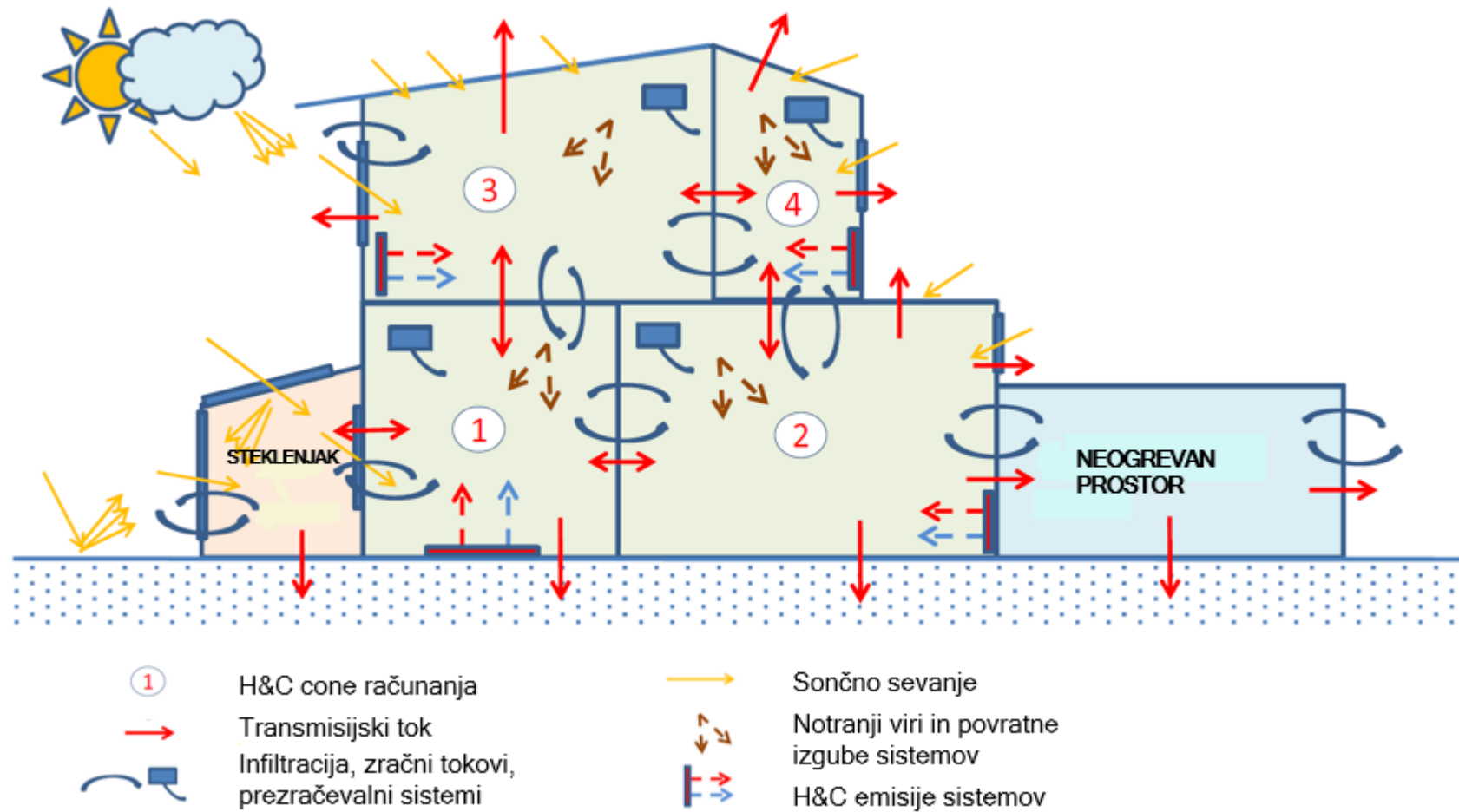
# Kateri podatki so vključeni v model?

## HVAC

- Termalne cone
- Stopnja prezračevanja zunanjega zraka
- Vrsta/konfiguracija sistema
- Distribucija
- Generacija hlajenja
- Proizvodnja ogrevanja
- Urniki in kontrole



# Energijski tokovi v dinamični simulaciji

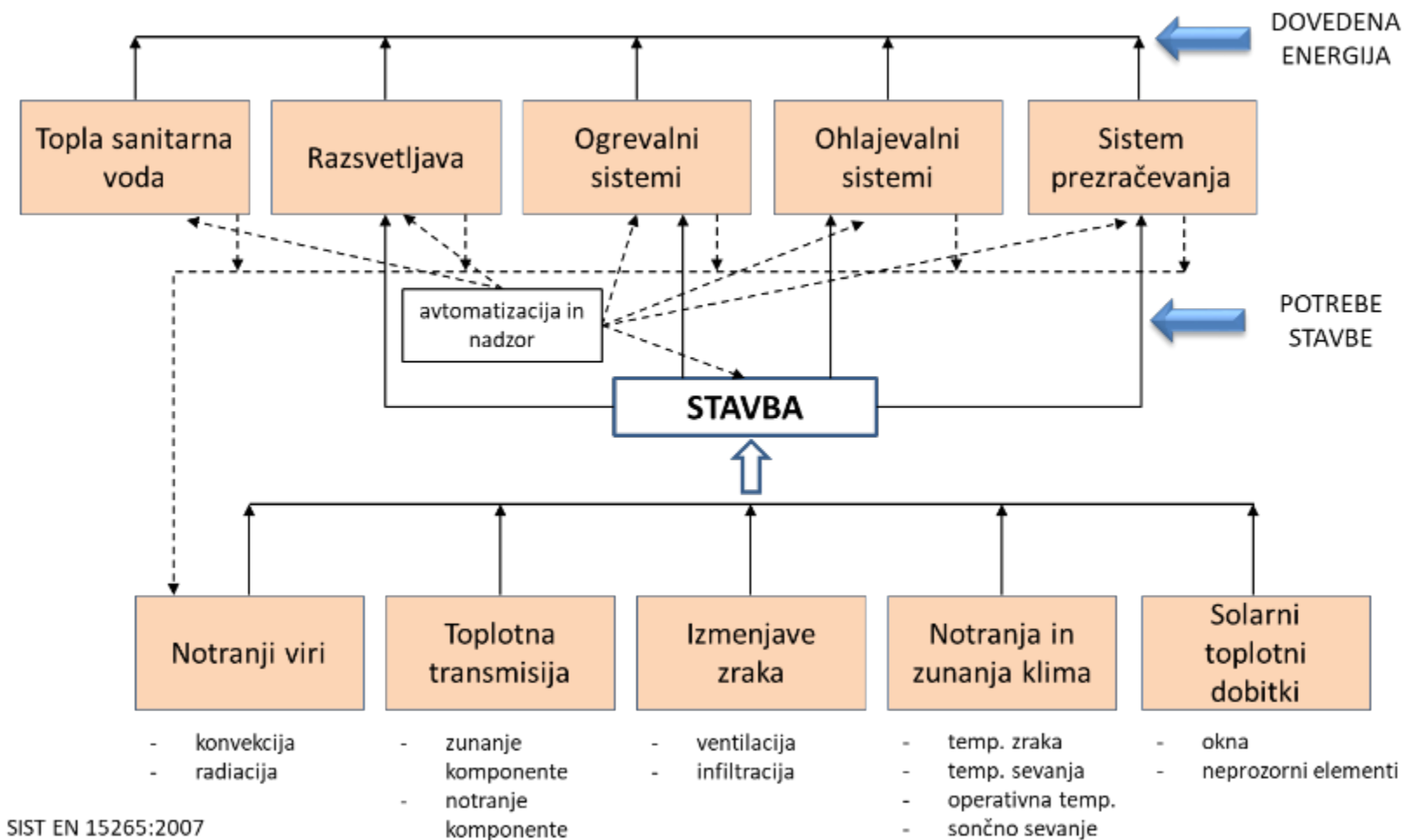


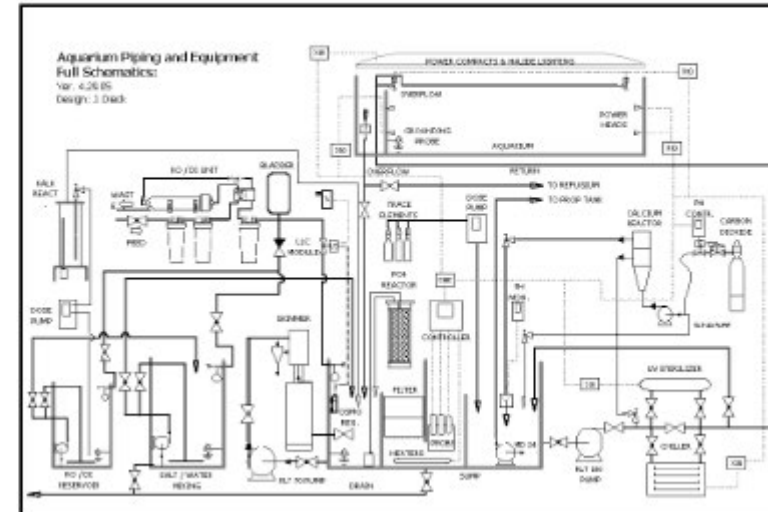
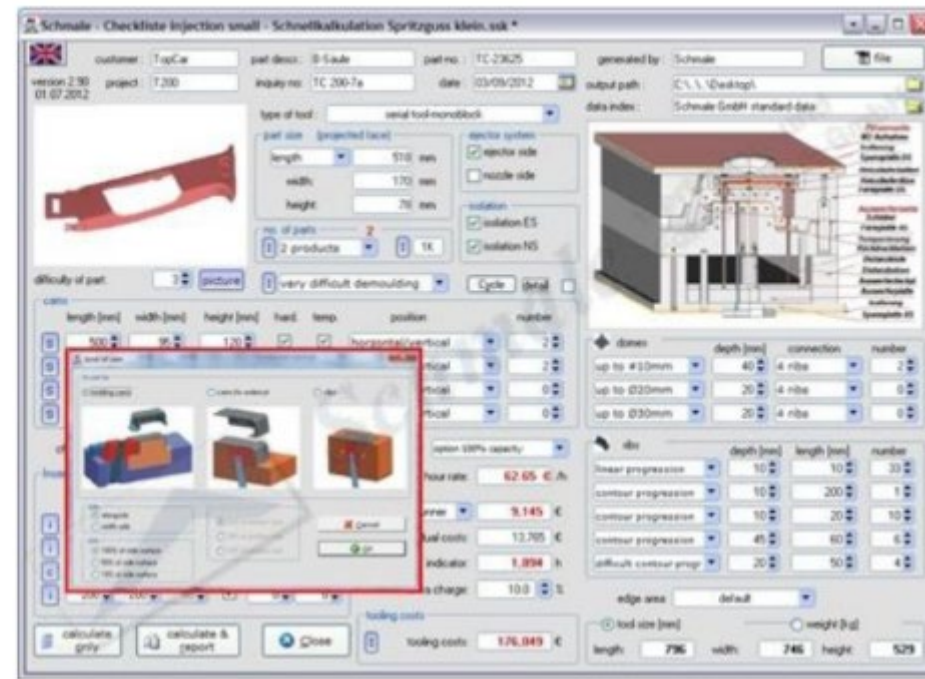
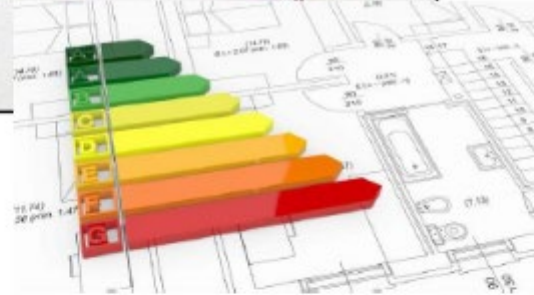
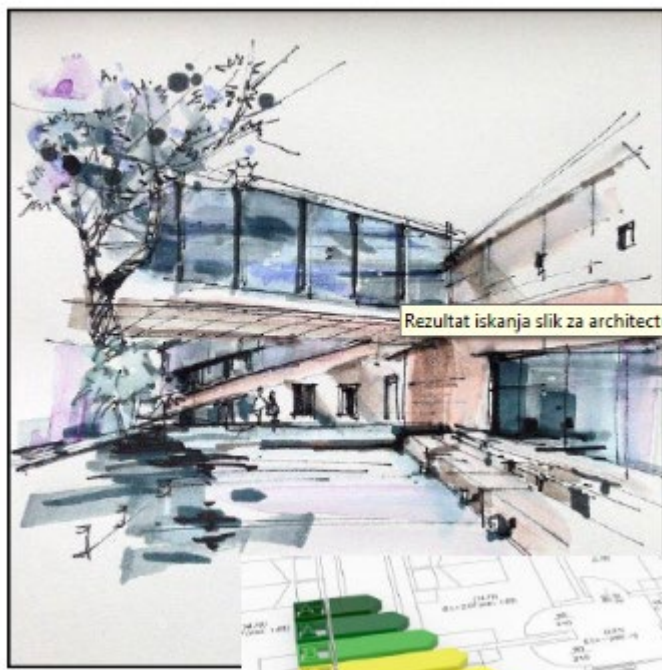
# Računske metode

**Obstoječi stacionarni programi** delujejo na osnovi metode kvazi-stacionarnega stanja, ki za izračun toplotne bilance upoštevajo dovolj dolgo obdobje (značilno en mesec ali za celo sezono). Dinamični učinki se upoštevajo z empirično določenim izkoristkom dobitka in/ali izgube.

**Dinamične simulacijske metode** za izračun toplotne bilance vzamejo klimatske podatke s kratkimi časovnimi koraki (značilno za eno uro) z upoštevanjem toplote, ki je shranjena in se sprošča iz mase stavbe.

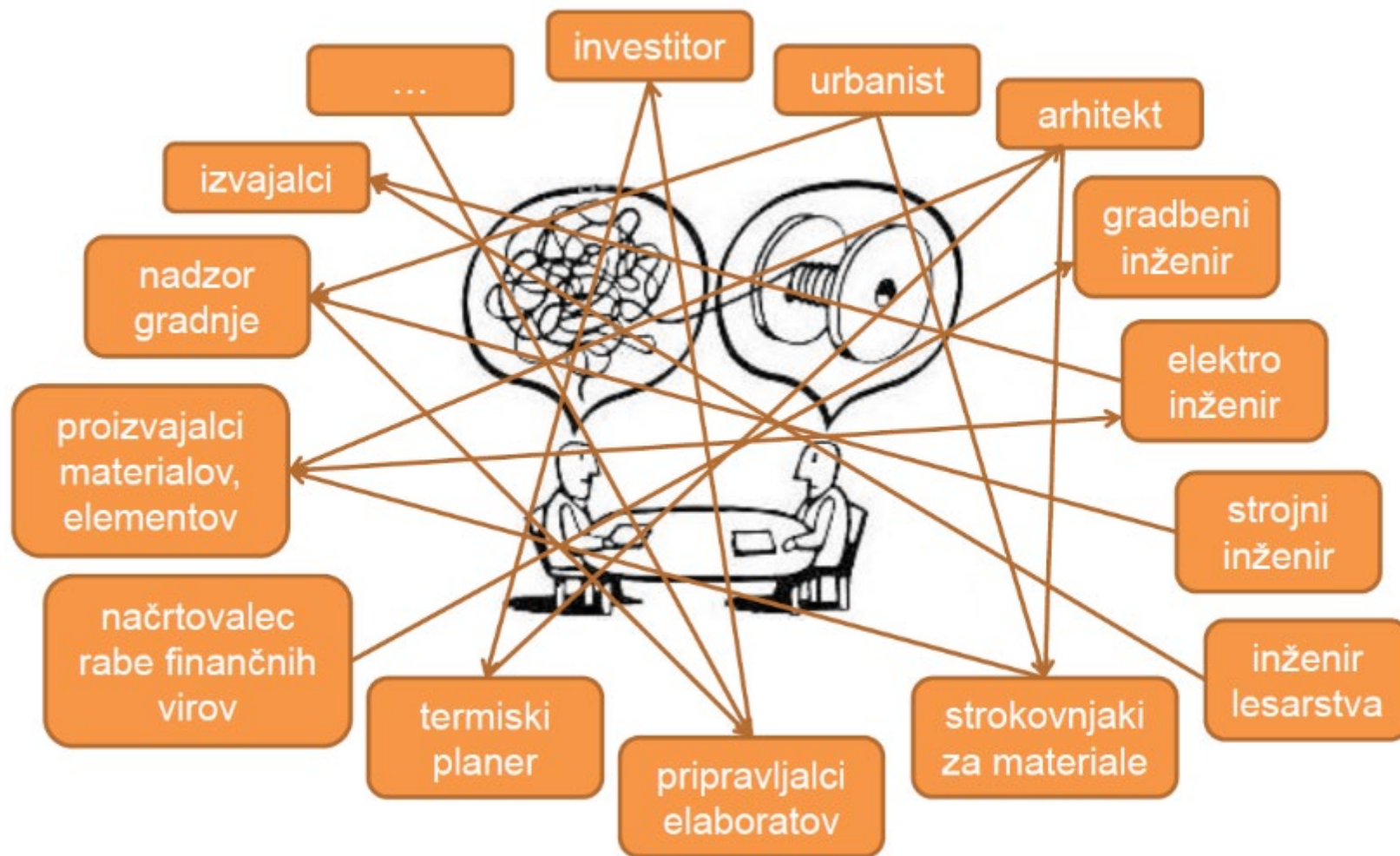
# Simulacijska urna metoda - energijski tokovi





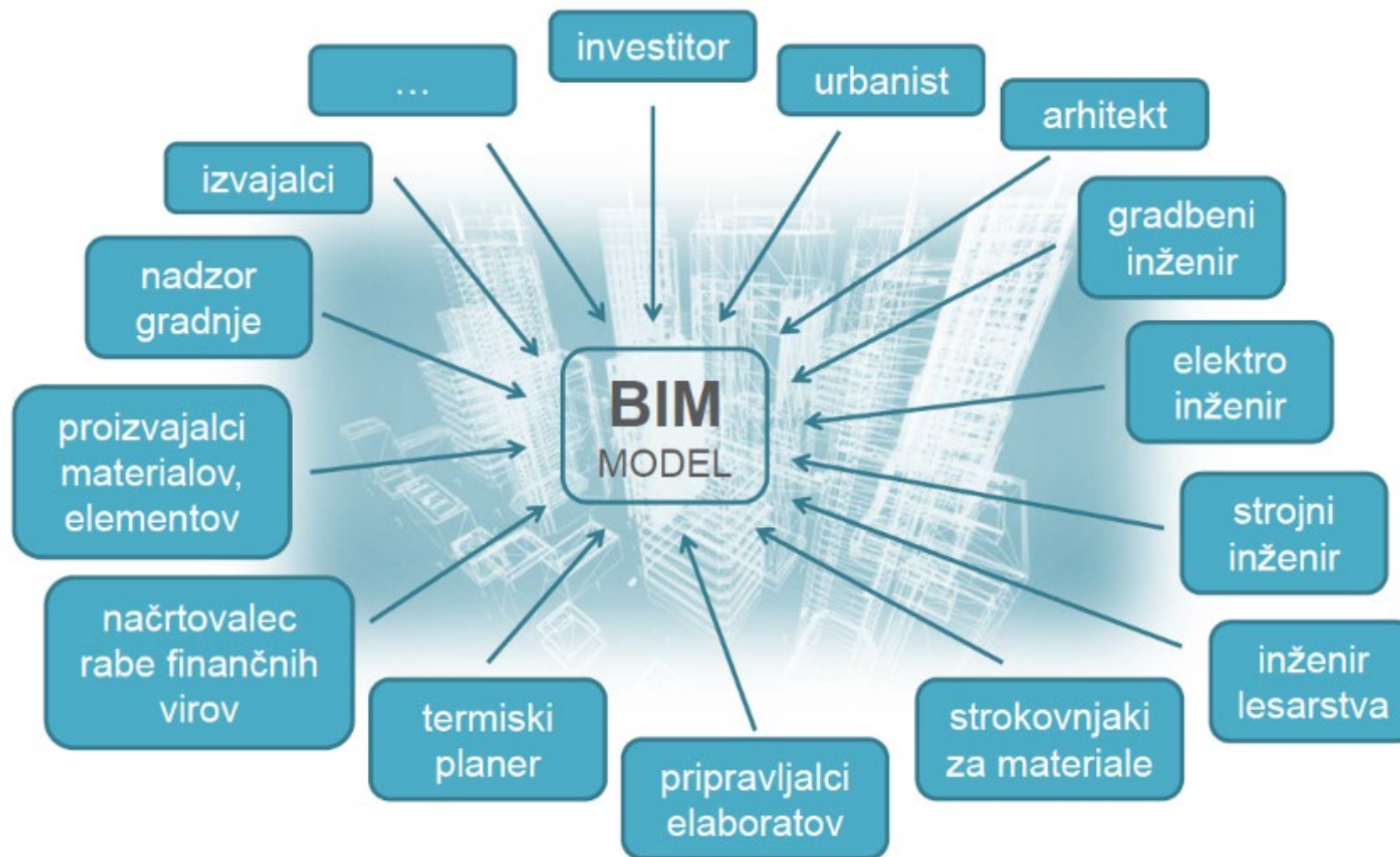


# Sodelovanje in komunikacija





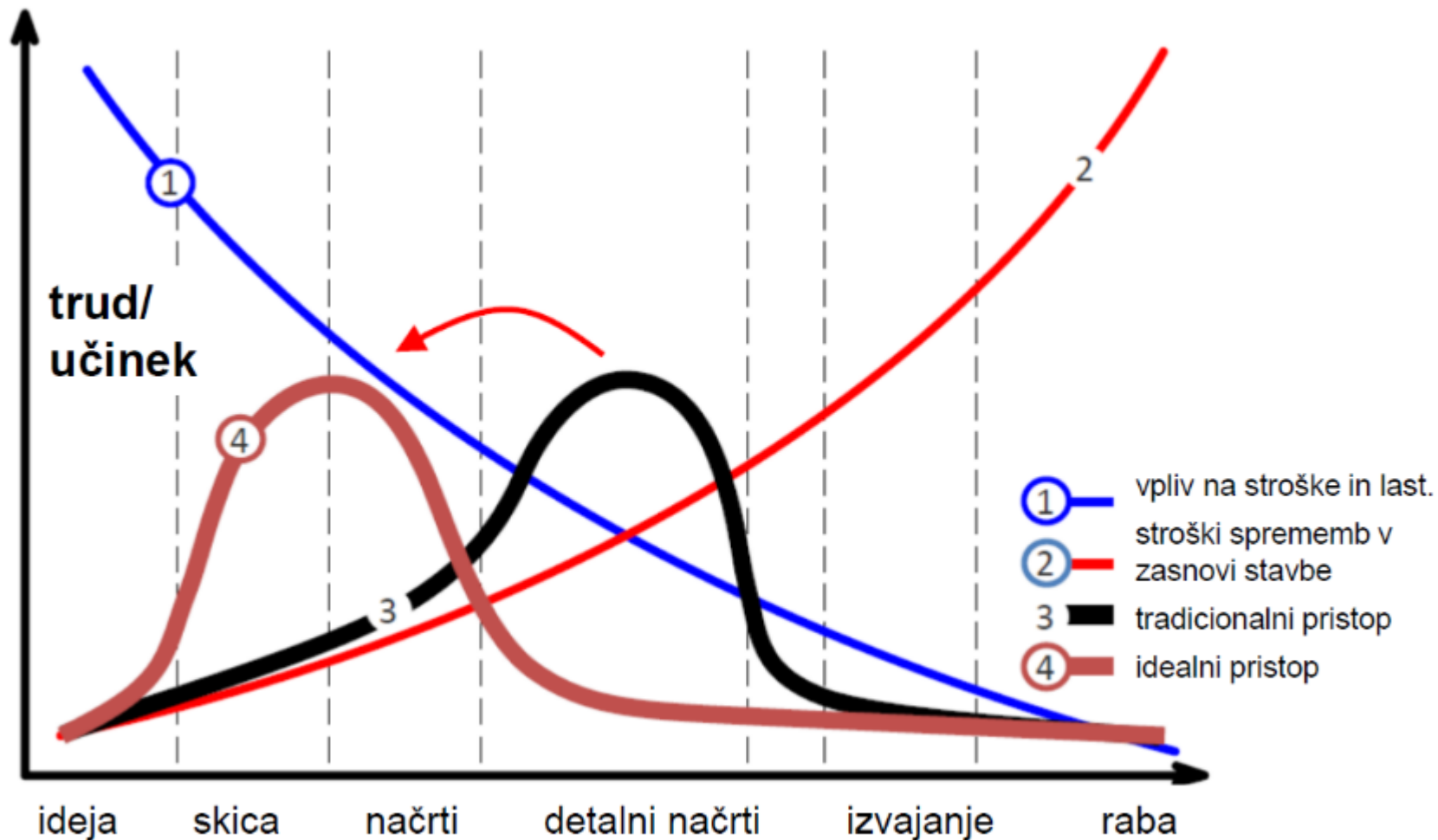
# Sodelovanje in komunikacija z BIM



# Izzivi pri prenovah stavb

| REALNOST                                                          | ODGOVOR V BIM                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Velika količina podatkov                                          | Nov način zbiranja in urejanja podatkov ter nov način urejenega komuniciranja    |
| Raba različnih orodij                                             | Interoperabilnost orodij ali vsaj prenos podatkov s čim manj zgubljanja          |
| Zastajanje ali slab pretok informacij                             | Vse informacije zbrane v BIM modelu na razpolago vsem uporabnikom                |
| Zaporedno podajanje informacij                                    | Dinamično sodelovanje                                                            |
| Geometrija posebej, dodatne informacije posebej                   | Centralno zbrani podatki na vnaprej dogovorjen, sistematiziran način             |
| Velika odstopanja, nedoslednosti, reševanje stvari med izvajanjem | Načrti so dosledni, napake/kolizije/nedoslednosti se odkriva tekom projektiranja |
| Zgubljanje podatkov, arhivov                                      | Urejen način arhiviranja in dostopanja do podatkov tudi na daljši rok            |

# Je odgovor na izzive BIM?

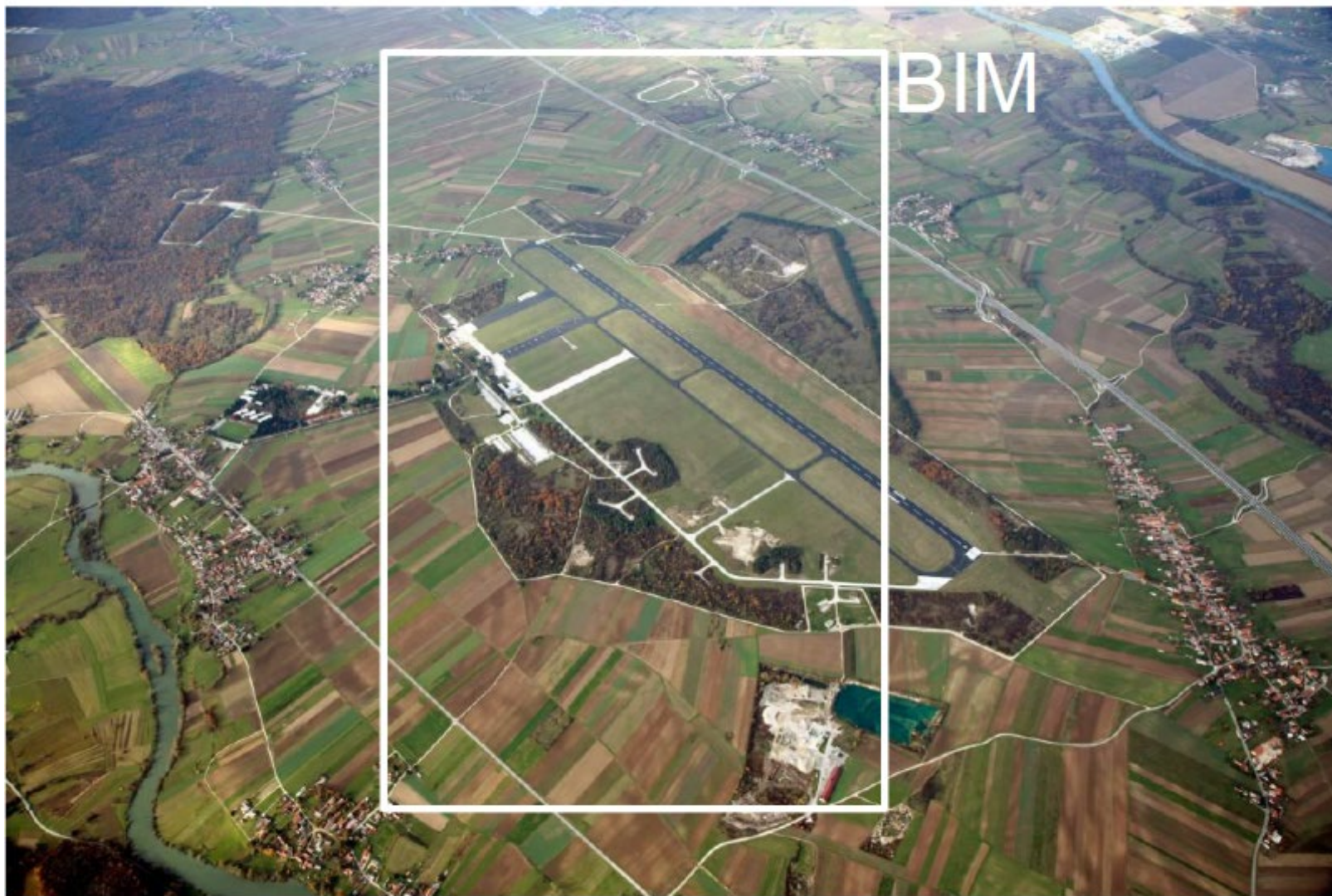


# Kje smo danes?





# Kje smo danes?





# Kje smo ta trenutek globalno?

- Investitorji zahtevajo modele, ki jih testirajo v virtualnih okoljih,
- vnaprej se zahteva zelo točne izračune stroškov delovanja stavb,
- gradnjo se spremlja s kamerami in primerja z BIM modelom, „dodatnih del“ skoraj ni več,
- s pomočjo BIM proizvajalci tržijo svoje produkte (BIM knjižnice),
- veliko držav vpeljuje nacionalne zakonodaje glede BIM,
- BIM se kombinira za zajemom točk (point cloud) modeliranjem,
- proizvajalci gradbenih elementov imajo vpeljan BIM v svoje proizvodne procese.

PREJ:

Koliko CO<sub>2</sub> odtisa je vgrajenega v mojo stavbo?

DANES:

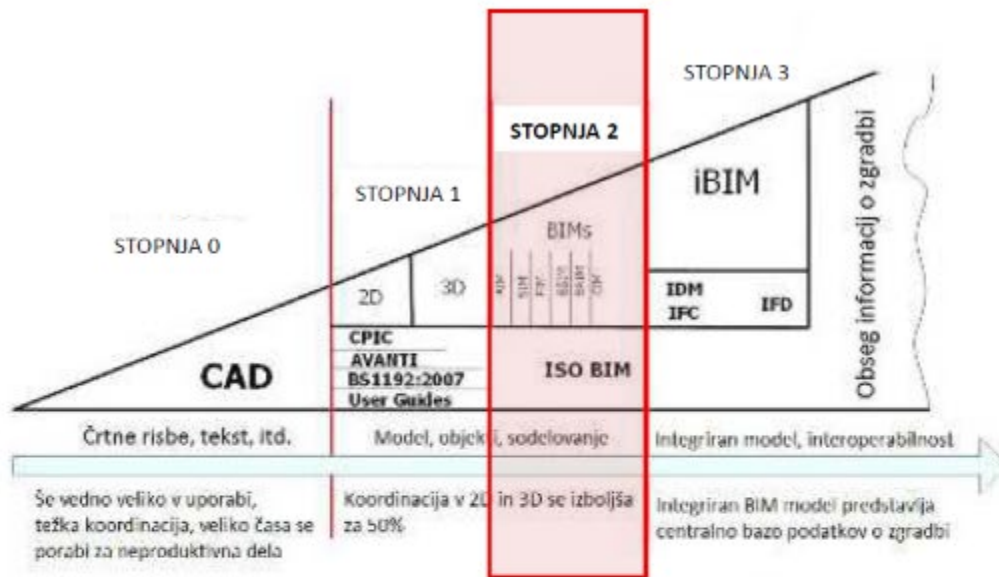
Kakšen bo CO<sub>2</sub> odtis moje stavbe, če bo nosilni konstrukcijski sistem lesen ali če bo jeklen?

JUTRI:

Hočem CO<sub>2</sub> odtis 20 CO<sub>2</sub> equi./m<sup>2</sup> – pokaži mi variante stavb



# Trenutno stanje BIM v Sloveniji

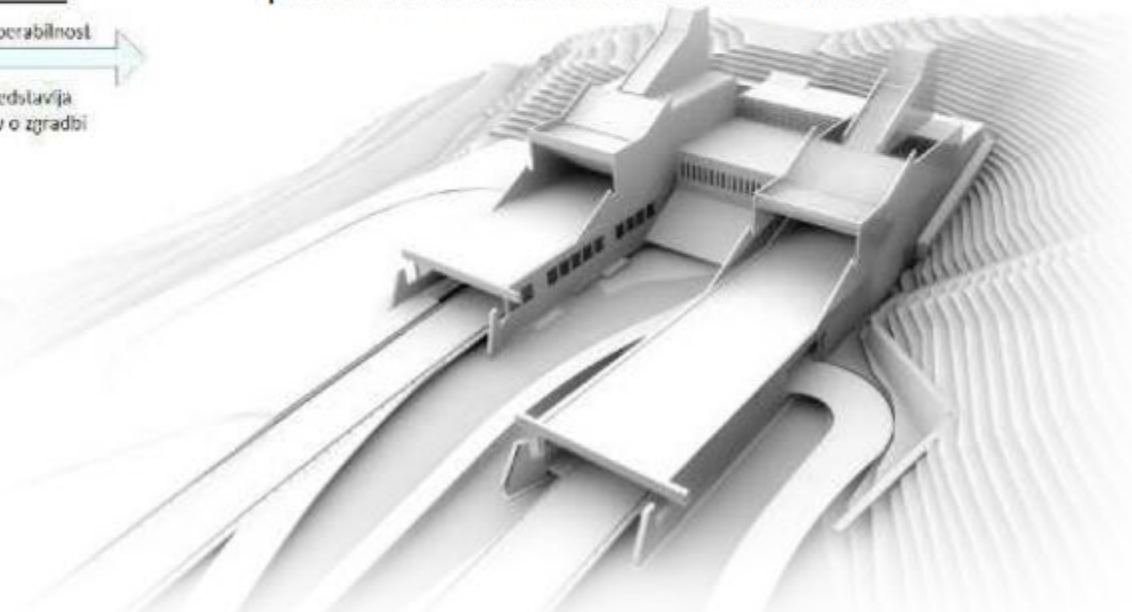


## Pomanjkljivosti:

- Zahtevana so specializirana znanja
- Kompleksnost programske opreme je večja
- Interoperabilnost med programi je slabša
- Zapisane so zgolj projektantske informacije
- Področje infrastrukture je slabše pokrito (IFC)

## Napredek od 3D CAD:

- Avtomatska izdelava večine dokumentacije
- Pametni BIM gradniki so informacijsko dopolnjeni
- Popravki v modelu se odražajo na načrtih
- Mogoče je koordinirati modele s programskimi pravili in avtomatsko računati količine



# Uporabe BIM

BIM temelji na informacijah v modelih. Brez informacij imamo samo 3D (parametričen) model kot podlago za načrte. Z informacijami lahko modele nadgradimo in uporabljamo za dodatne analize:

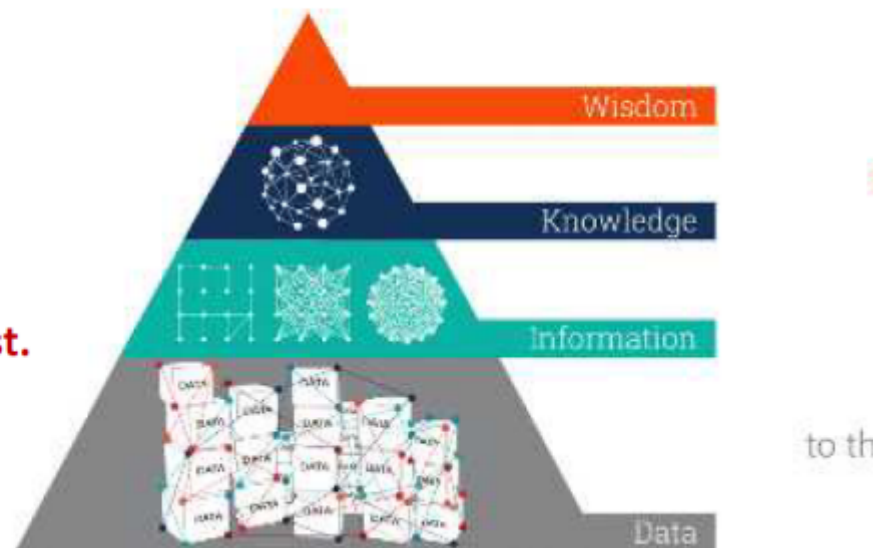
- 3D – medsebojna preverba modelov
- 4D – Termnsko planiranje gradnje
- 5D – Stroškovno planiranje gradnje
- 6D – Upravljanje z grajenim okoljem

**Razlikovati je potrebno med:**

- podatki (data)
- informacijami (information)
- znanjem (knowledge)
- modrostjo (wisdom)

**Glavno vodilo:**

**Pri projektu želimo z BIM ustvariti dodano vrednost.**



# Razpis projekta z BIM

Naročnik mora poleg znanja o BIM imeti čim več izkušenj z metodologijo. Če le-teh nima, se svetuje najem **BIM konzultanta** za izdelavo projektne naloge in sledenje projektu.

BIM konzultant lahko skupaj z naročnikom določi projektno vizijo, zahteve BIM, cilje projekta in primere uporabe ter izdela EIR. **Brez dobro definiranega EIR-ja, ne bo dobro izvedenega projekta!**

Primeri slabo definiranih zahtev Naročnika:

- „Tekom izdelave projektne dokumentacije zahtevamo uporabo BIM.“
- „Projektant naj projekt izvede v BIM-u in odda modele v IFC formatu LOD 400.“
- „BIM modeli se uporabijo za izdelavo projektne dokumentacije.“

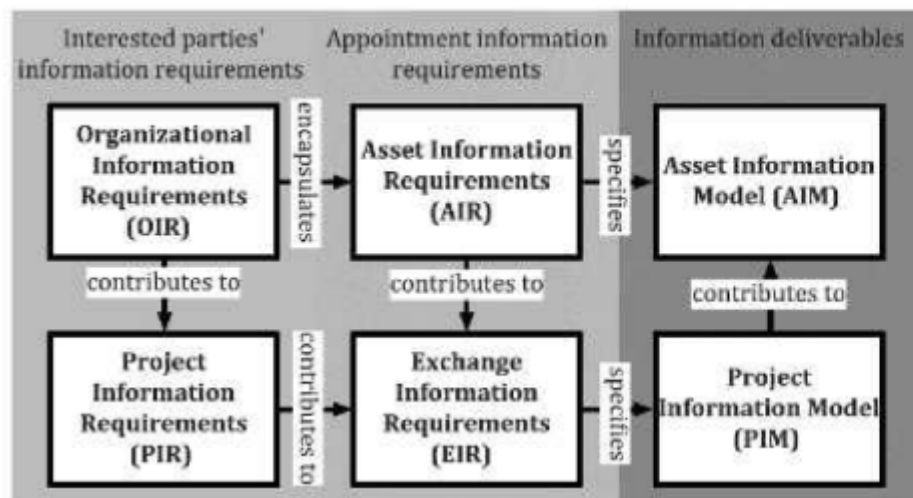
BIM uporaba mora biti že na začetku zelo natančno določena in definirana. Vsak projekt zahteva svoj EIR, sej je vsak projekt unikat!

# BIM zahteve

## Naročnik mora:

- Imeti znanje o BIM metodologiji
- Imeti projektno vizijo
- Določiti zahteve BIM
- Določitev ciljev projekta in primere uporabe (npr. **trajnostni kriteriji in želeni sistem za certificiranje trajnosti objekta**)
- Definirati Informacijske zahteve naročnika ali EIR (angl. Exchange Information Requirements, vključujoč **potrebne attribute in atr. vrednosti za potrebe pridobitve certifikata**)

ISO 19650-1 definira naročnikovo vlogo na začetku projekta:



## Exchange Information Requirements





# Novi gradbeni zakon

## 39. člen

*(9) Projektna dokumentacija za objekte iz četrtega odstavka 9. člena tega zakona se izdelava s pomočjo informacijsko podprtega projektiranja (BIM orodja).*

Gradbena dovoljenja za objekte javnega pomena, financirana s strani države, se bodo a **1.1.2025** odobrila samo ob pogoju, če bo projekt načrtovan po BIM metodologiji.

Objekti iz četrtega odstavka 9. člena GZ-1:

1. objekti splošnega družbenega pomena: ...
2. objekti, v katerih se izvajajo protokolarne storitve: ...
3. objekti, ki so posebnega pomena za varnost države: ...
4. industrijske stavbe in gradbeni kompleksi: ...
5. objekti prometne infrastrukture: ...
6. cevovodi in elektroenergetski vodi: ...
7. vodni objekti: ...
8. objekti za ravnanje z odpadki: odlagališča radioaktivnih odpadkov;
9. jedrski in sevalni objekti, razen objektov za potrebe zdravstva in veterine;
10. drugi objekti, za katere je s posebnim predpisom za izdajo gradbenega dovoljenja določena pristojnost ministrstva.



# Prvi BIM priročnik s pomočjo IZS



IZS je financirala izdelavo

**priročnika za pripravo projektne  
naloge za implementacijo BIM-  
pristopa za gradnje**

Ta je naročnikom v pomoč pri  
pripravi ustreznih razpisov.

# Javni projekti v Sloveniji v BIM

- DARS, d. d. :
- **Izgradnja vzhodne cevi AC predora Karavanke**
- DRSI:

**DARS**



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA INFRASTRUKTURO  
DIREKCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA INFRASTRUKTURO

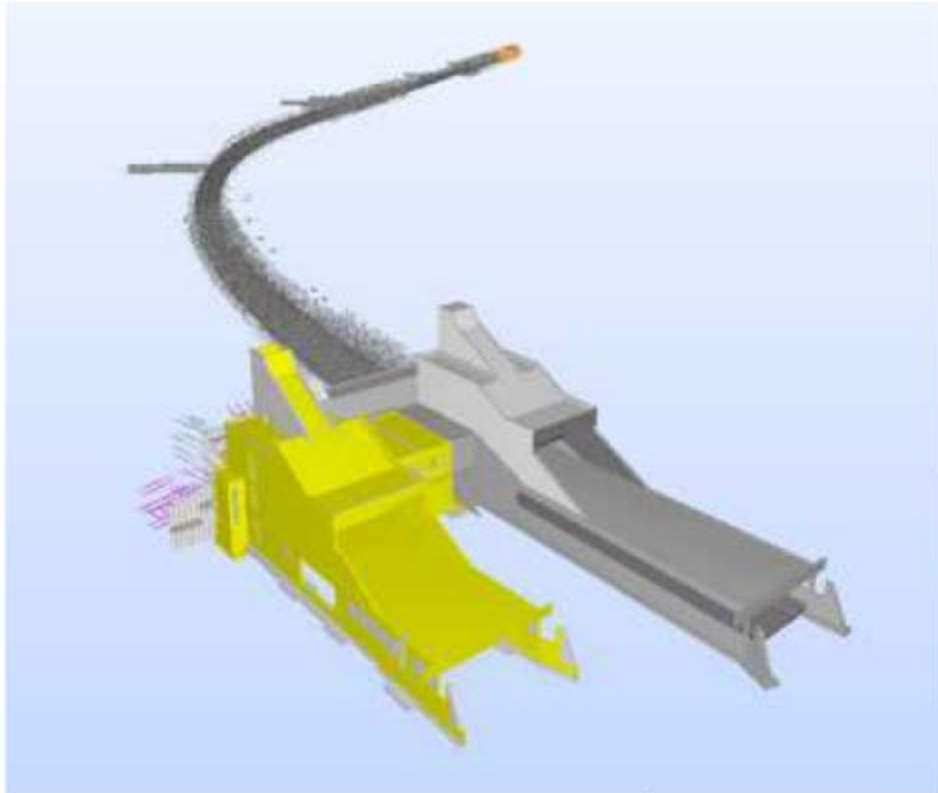
Novi del železniške proge **Maribor-Šentilj-dr. meja,**

- 2TDK d. o. o.:
- **Drugi tir Divača – Koper,**
- Stanovanjski sklad Republike Slovenije:

**2TDK**

**Stanovanjska soseska Novo Brdo v Ljubljani**

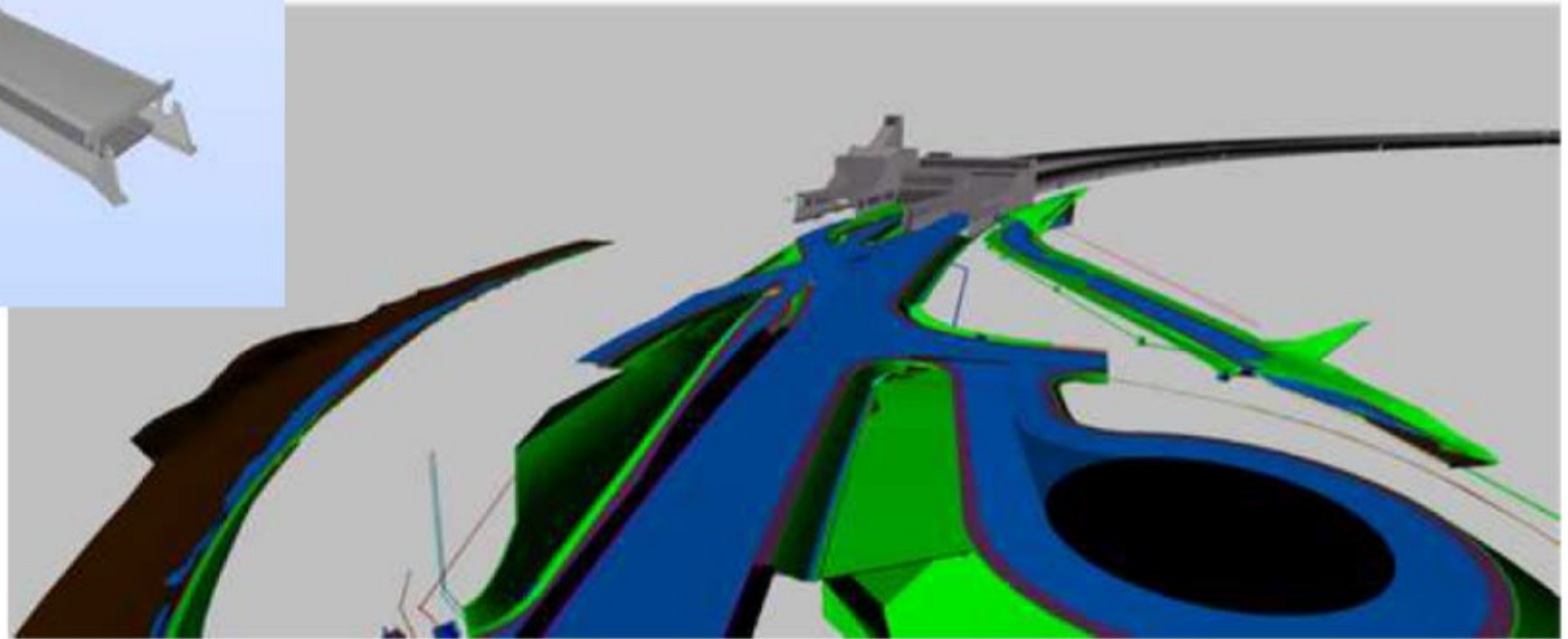




## Vzhodna cev predora Karavanke

DARS

- Dolžina predora
- (SLO + AUT) 7.948 m



# Vzhodna cev predora Karavanke

DARS

Infrastruktura na  
slovenski strani

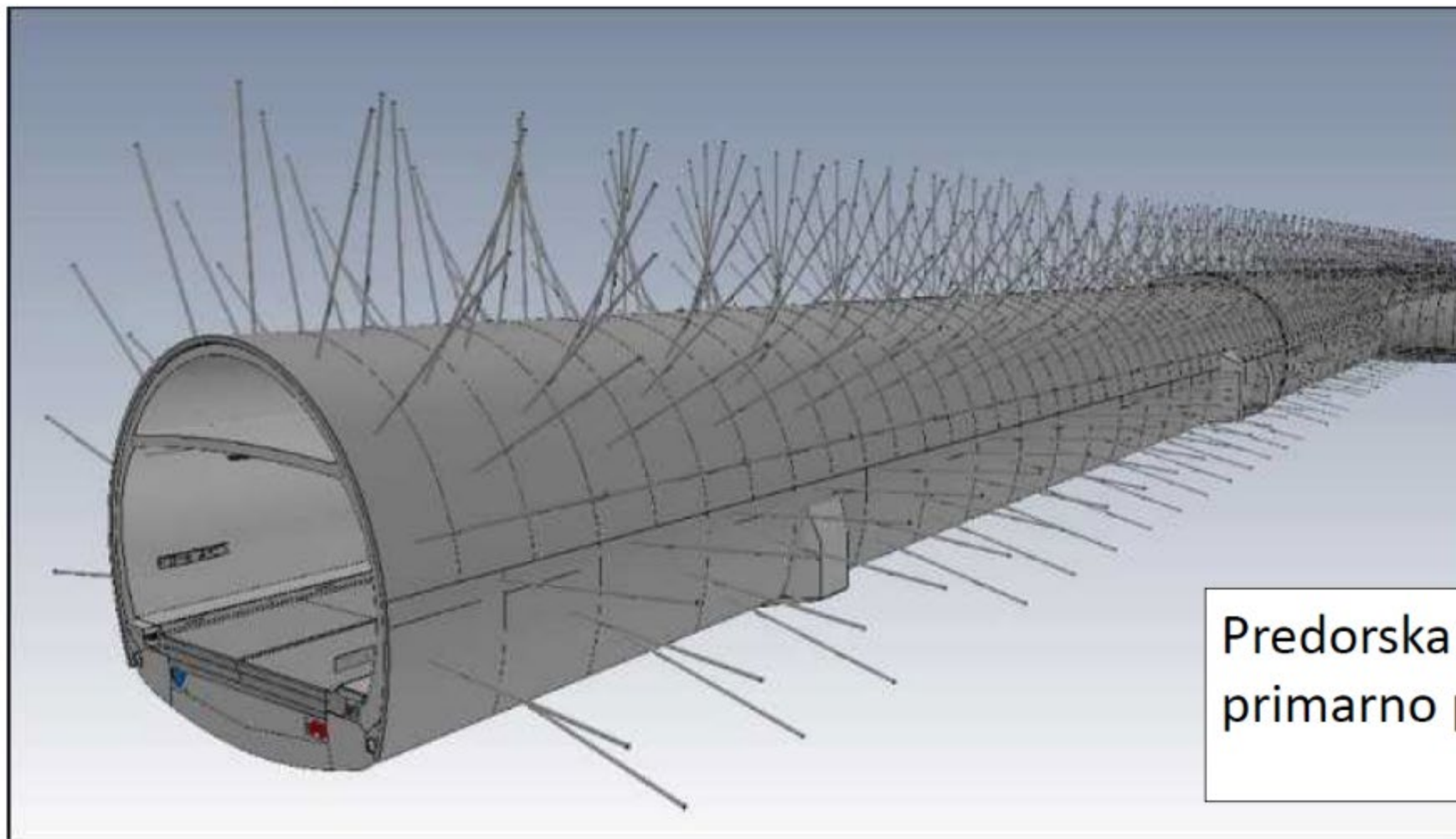
Projektna skupina:

Elea iC d.o.o., Lineal d.o.o.,  
PNZ d.o.o., Irgo Consulting d.o.o.,  
Geoportal d.o.o., IBE d.d.,  
SŽ projektivno podjetje



# Vzhodna cev predora Karavanke

DARS



Predorska cev s  
primarno podgradnjo



# Novi del železniške proge Maribor-Šentilj-dr. meja



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA INFRASTRUKTURO  
DIREKCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA INFRASTRUKTURO

Dolžina nove trase: 3.370 m  
Skupno 146 modelov

Projektna skupina:

- Lineal d.o.o.
- Irgo Consulting d.o.o.
- Ponting d.o.o.
- Elea iC d.o.o.
- +10 podizvajalcev



# Novi del železniške proge Maribor-Šentilj-dr. meja



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA INFRASTRUKTURO  
DIREKCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA INFRASTRUKTURO



Viadukt Pesnica  
897 m

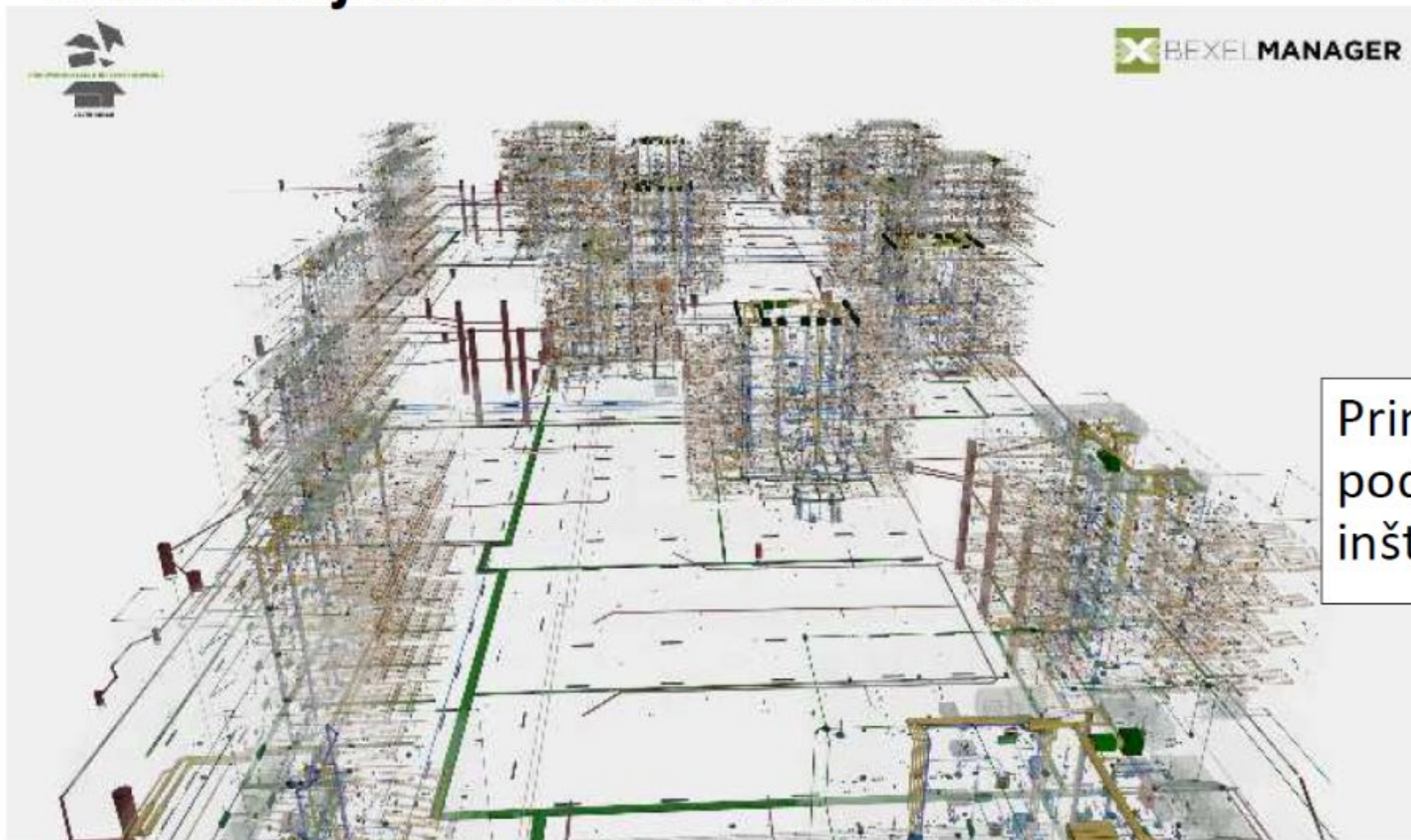
# Stanovanjska soseska Novo Brdo



498 stanovanjskih enot  
v 18 stavbah

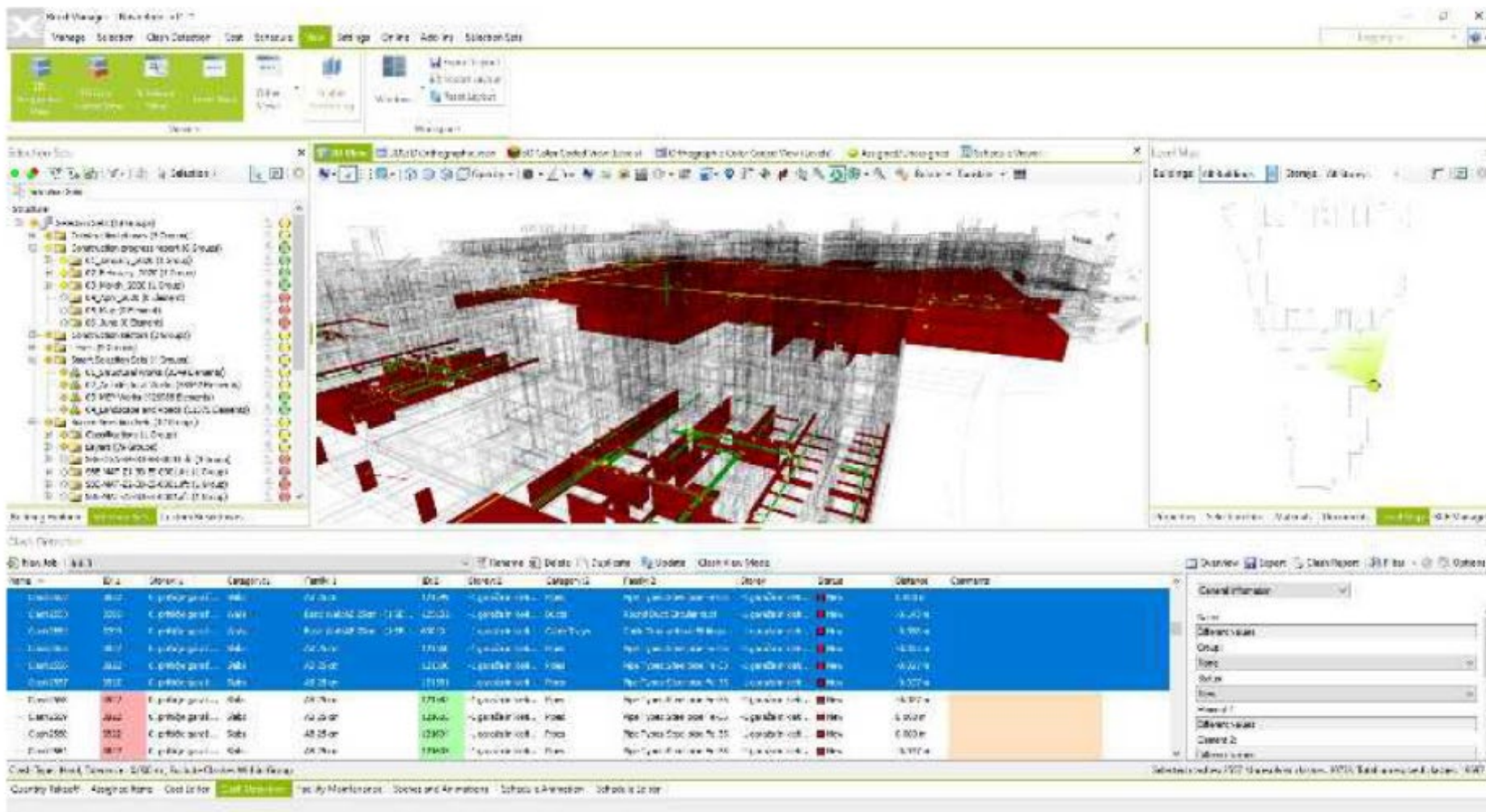


# Stanovanjska soseska Novo Brdo



Primer:  
podmodel strojnih  
inštalacij

# Stanovanjska soseska Novo Brdo



## Analiza konfliktov



# HE Brežice

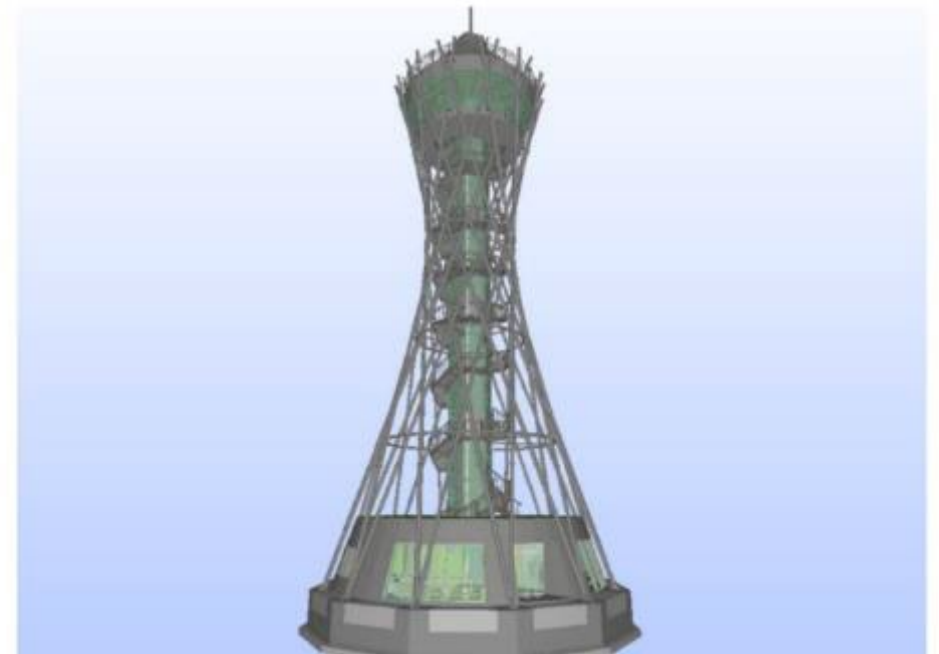
BIM je uporabil projektant  
na lastno iniciativo  
(ni bila pogodbeno zahteva)

Projektant:  
IBE d.d. and partners



# Primer dobre prakse

## Pionir Vinarium

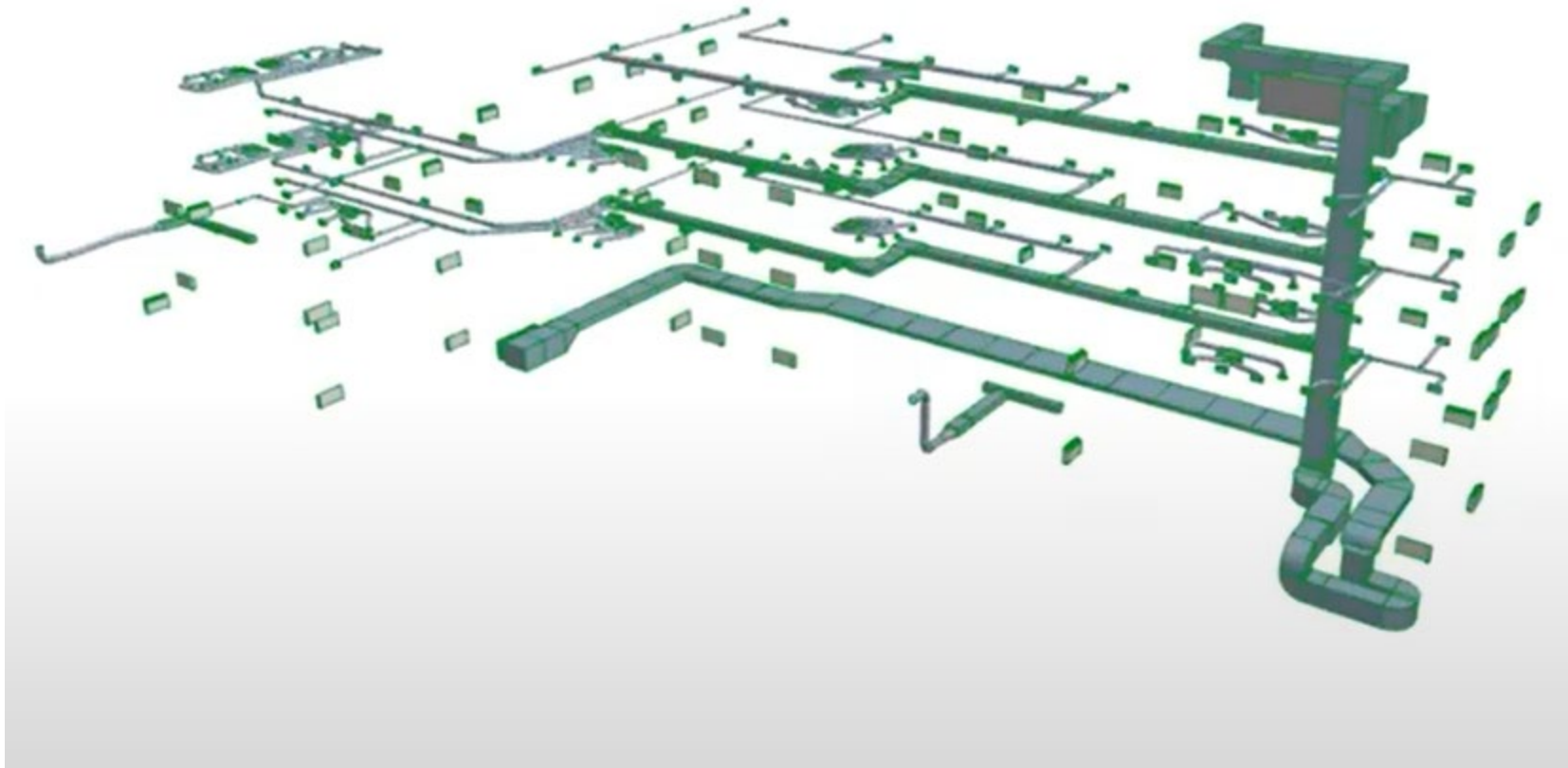


# Primer dobre prakse: FRI & FKKT

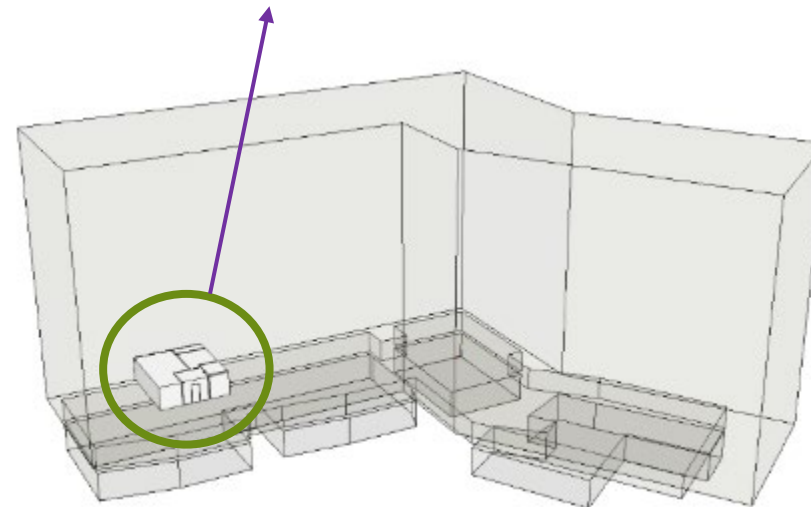
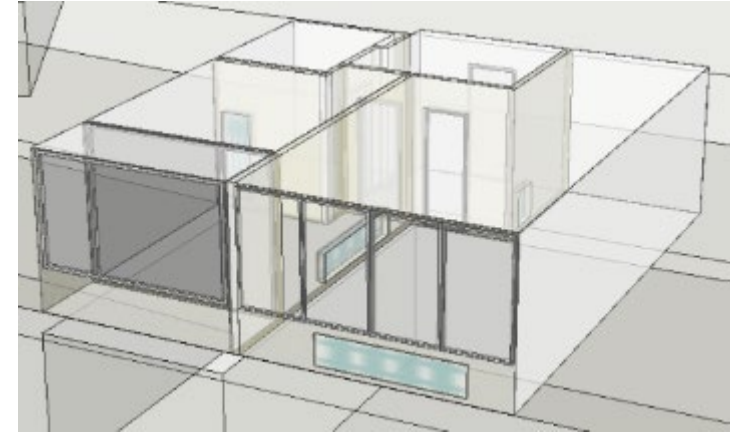




# Primer dobre prakse: FRI & FKKT

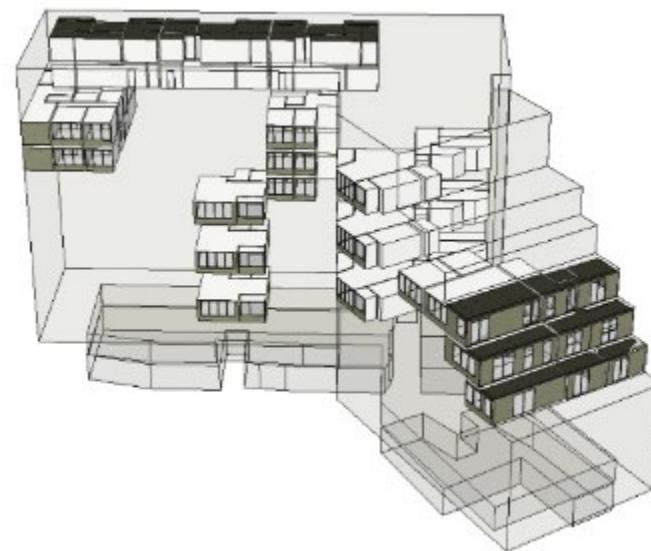
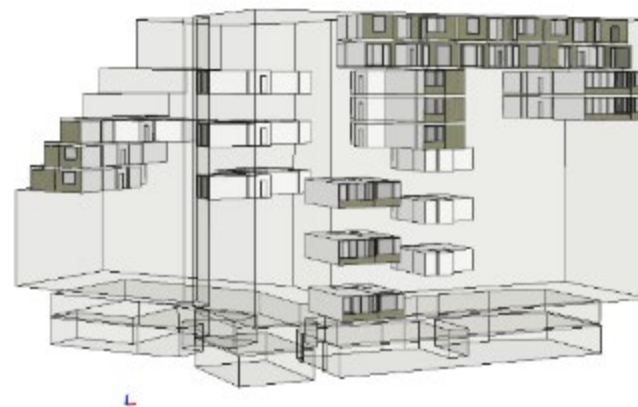


# Simuliranje toplotnega ugodja stanovanja

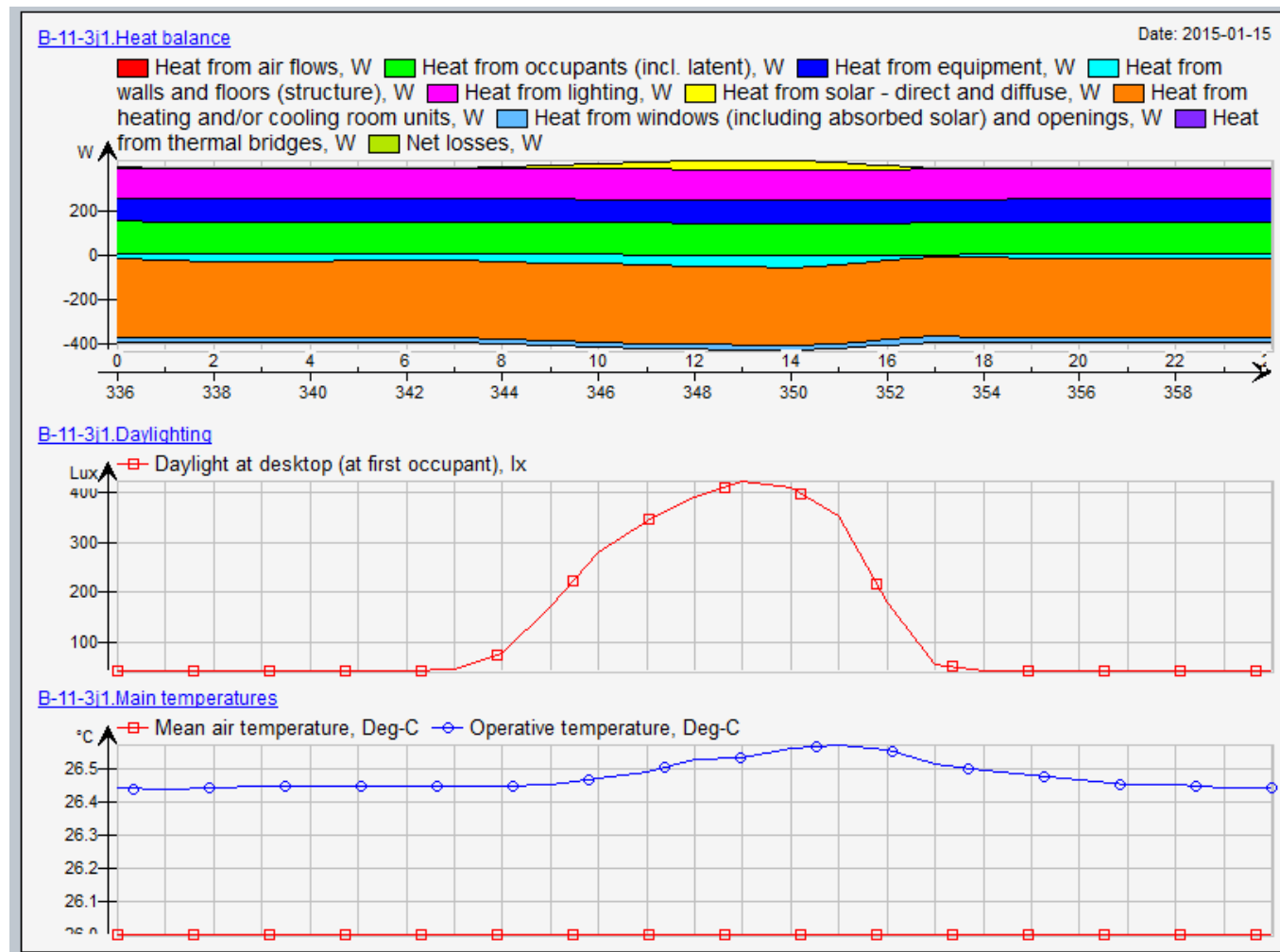




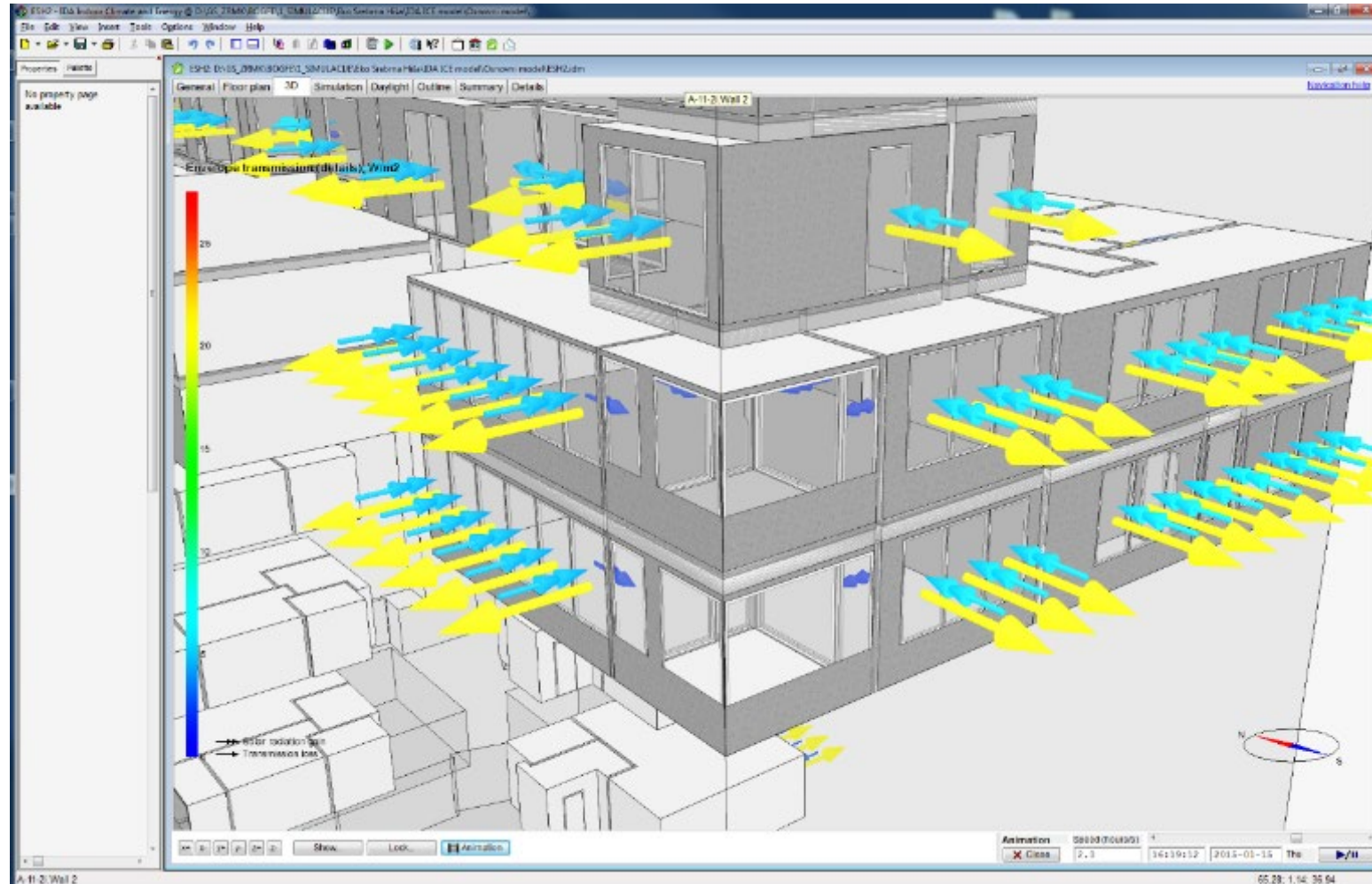
# Simuliranje toplotnega ugodja stanovanja



# Simuliranje toplotnega ugodja stanovanja

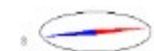
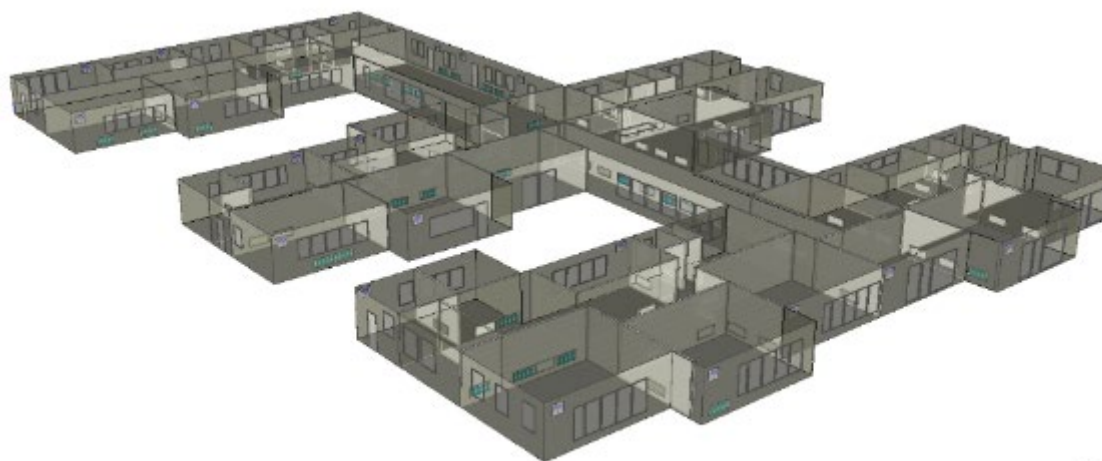


# Simuliranje toplotnega ugodja stanovanja



# Integralno načrtovanje en. prenove vrtca

- Objekt zgrajen l. 1970.
- Merjeni podatki o porabi energentov.
- Preverjanje možnosti menjave sistema in/ali en. prenove ovoja.
  - z natančnim definiranjem režima uporabe objekta ter porabe npr. električne energije, simuliramo dejanski energijski odziv stavbe

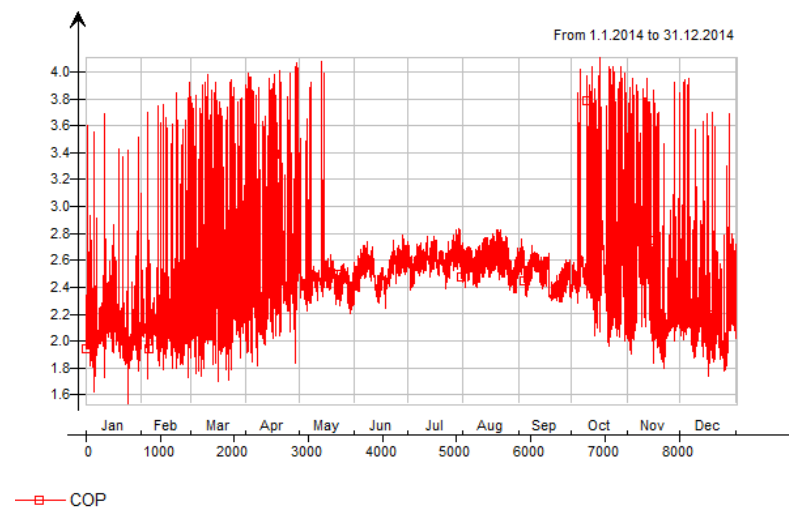
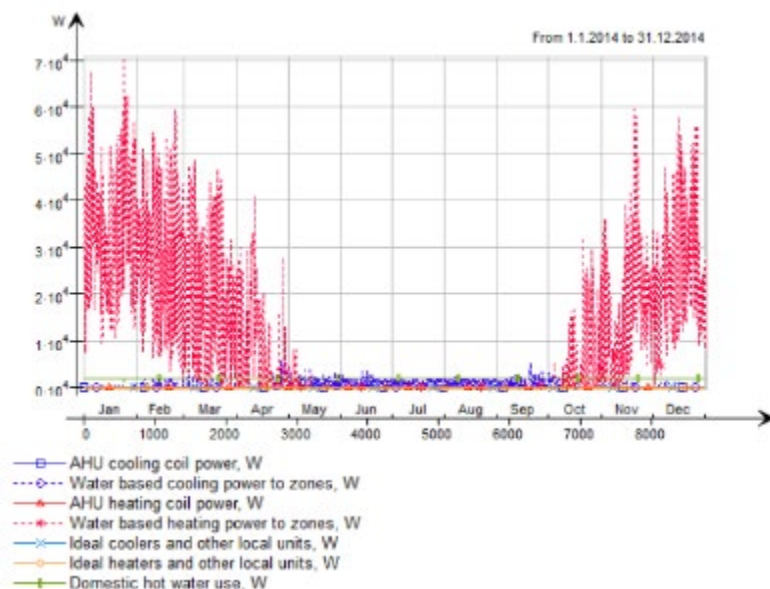
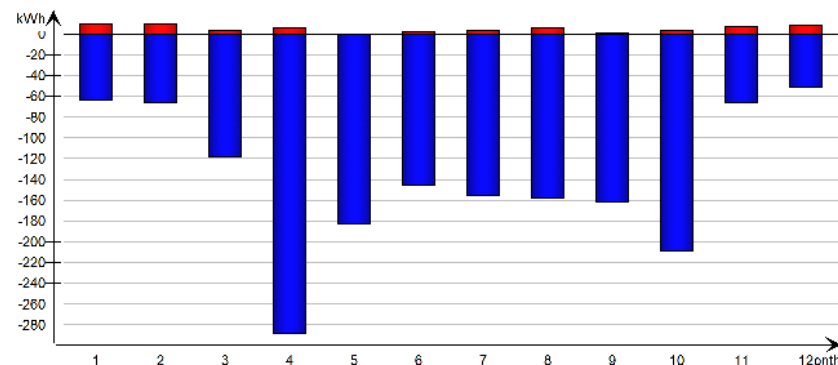




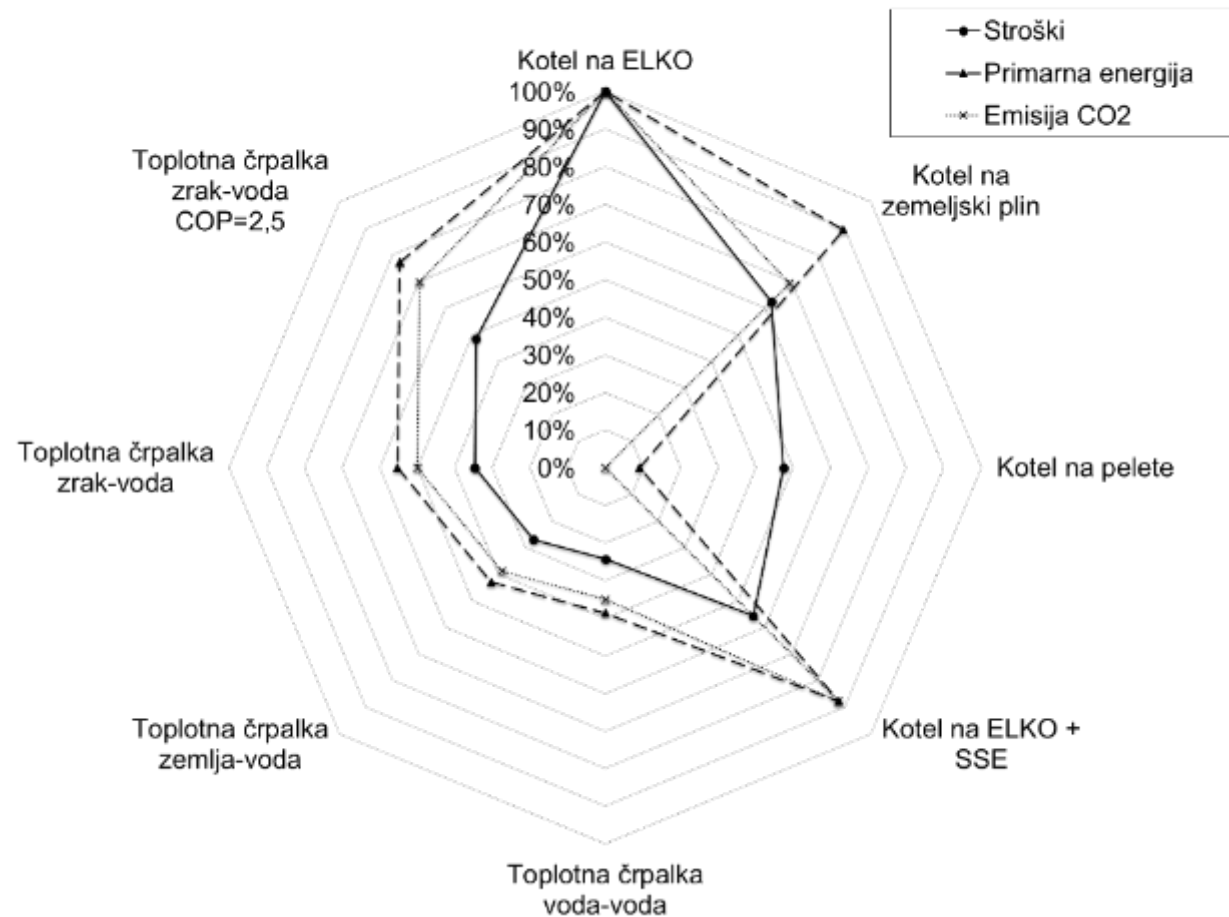
# Integralno načrtovanje prenove vrtca

Glavni rezultati:

- Odvzem toplote/hladu iz okolja za ogrevanje/hlajenje stavbe.
- Kontrola delovanje toplotne črpalke preko COP-ja.
- Dovedena toplota za ogrevanje stavbe.



# Relativna stroškovna in okoljska učinkovitosti sistemov



Enodružinska hiša, ogrevanje prostorov in sanitarne vode

# Poslovna stavba

|                    |                                                                            |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Leto izgradnje:    | 1970                                                                       |
| Uporabna površina: | 30.000 m <sup>2</sup>                                                      |
| Specifika:         | več toplotnih con, različni režimi uporabe prostorov in delovanja sistemov |

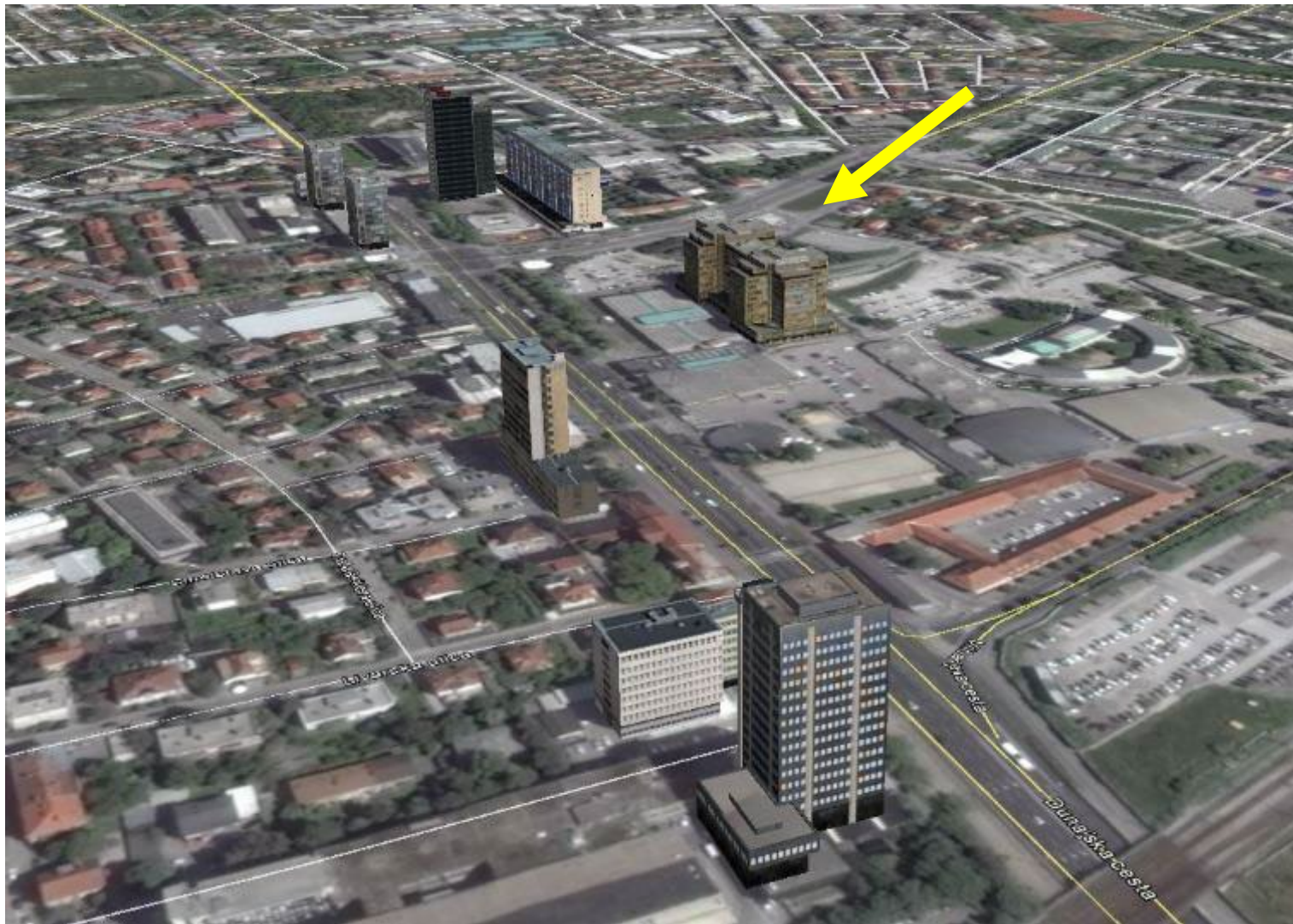
## Obstoječa dokumentacija:

razširjeni energetski pregled, načrt prenove toplotnega ovoja stavbe, vrednost investicij.

## Namen analize:

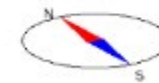
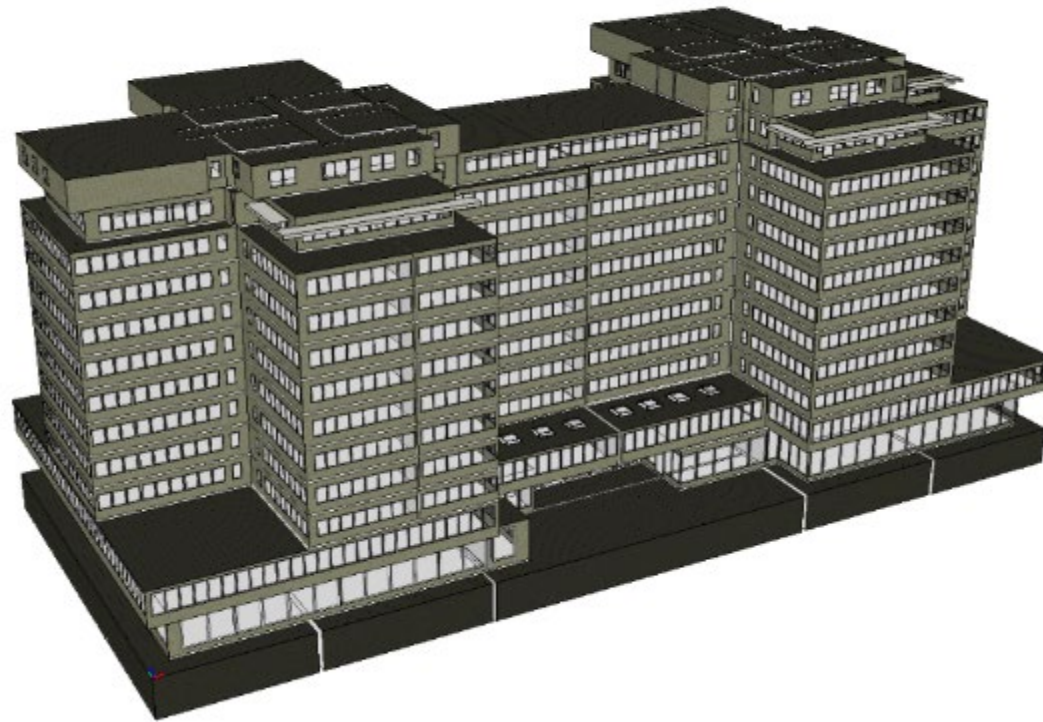
Preveriti ekonomsko upravičenost investicije v izbor oken s svetlobnozaščitnimi stekli oz. oken s toplotnozaščitnimi stekli in pametnim sistemom senčenja

# Stavba na terenu

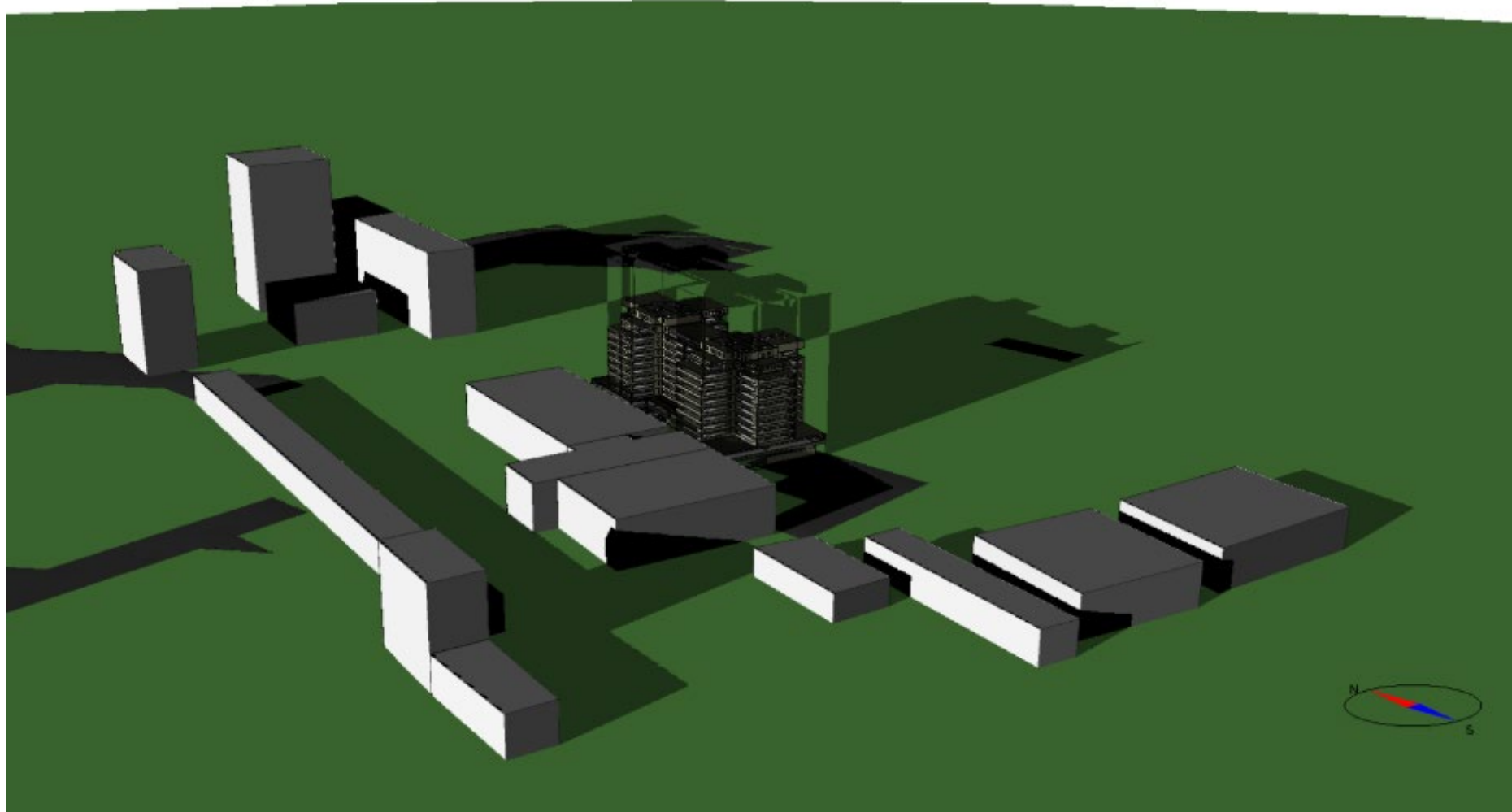




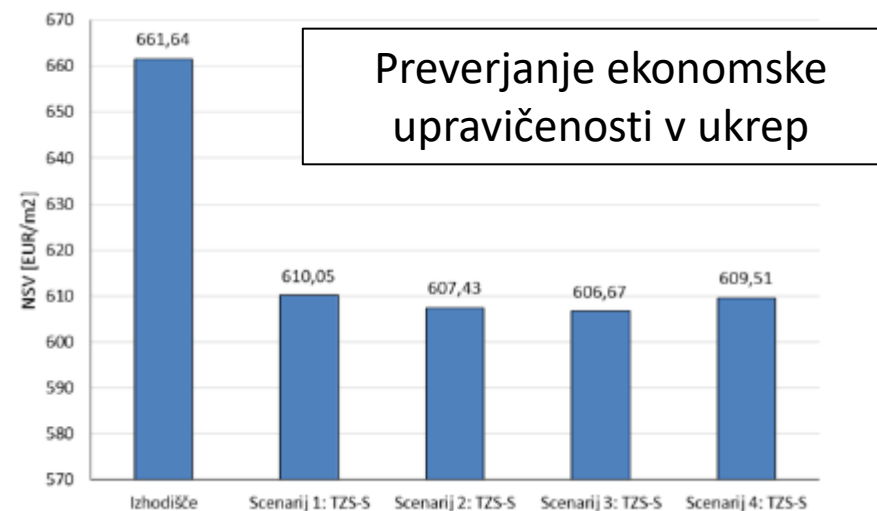
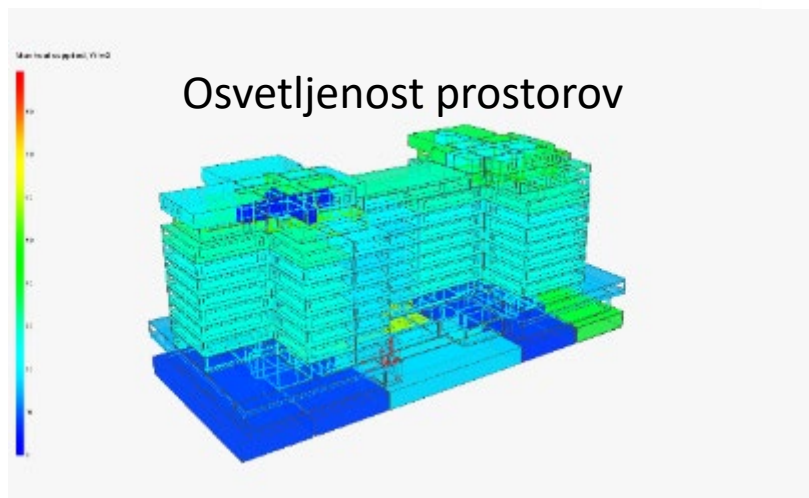
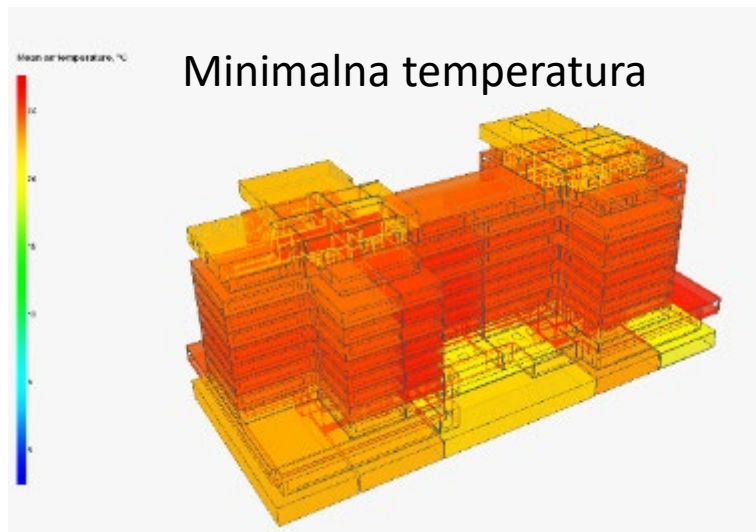
# Model v programskem okolju



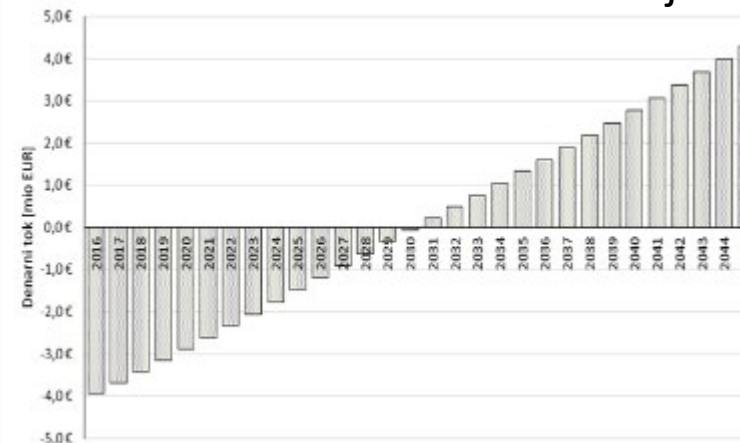
# Umestitev modela na teren



# Vpogled v rezultate analiz



Denarni tok v 30-letnem obdobju



# Aplikacija pristopa na primeru dveh poslovnih stavb

Poslovna stavba 1 je bila izbrana, ker:

- je bila zgrajena leta 1956 in spada v skupino stavb, ki jih zajema Direktiva 2012/27/EU.
- je predstavnica tipologije poslovnih stavb z vidika velikost in rabe energije.
- je bila prenova izvedena kot primer dobre prakse ter financirana z modelom energetskega pogodbeništva.
- so prostori namenjeni izključno za poslovno rabo.

Poslovna stavba 2 je bila izbrana, ker prostori niso namenjeni izključno za poslovno rabo. Na slednje vplivajo specifični dinamični energijski tokovi.

Poslovna stavba 1



Vir: GOLEA, 2016

Poslovna stavba 2





# Aplikacija pristopa na primeru dveh poslovnih stavb

Analiziran je bil proces načrtovanja energijske prenove dveh stavb.

Glavni razlogi za prenovo stavbe so bili:

1. **izrabljeni tehnični sistemi stavbe**
2. **energijska neučinkovitost**
3. **trajnostna naravnost**
4. **finančna sredstva**

Identificirani so bili glavni izzivi posamezne energijske prenove stavbe.

Progresivna metodologija poda odgovor, v kolikšni meri je mogoče s tradicionalnimi postopki le te nasloviti.

Poslovna stavba 1



Vir: GOLEA, 2016

Poslovna stavba 2



# Aplikacija pristopa na primeru dveh poslovnih stavb

## Obseg prenove poslovne stavbe 1:

celovita prenove toplotnega ovoja + menjava sistema ogrevanja

- $A_u = 605 \text{ m}^2$
- $Q_{nh}/A_u = 125 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ,
- $f_{OVE} = 0 \%$

Prenova izvedena v letu 2014.

## Obseg prenove poslovne stavbe 2:

celovita prenove toplotnega ovoja + menjava energenta

- $A_u = 1.107 \text{ m}^2$
- $Q_{nh}/A_u = 108 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ,
- $f_{OVE} = 0 \%$

Prenova izvedena v obdobju 2014-2015.

Poslovna stavba 1



Vir: GOLEA, 2016

Poslovna stavba 2



# Poslovna stavba 1: Izveden postopek

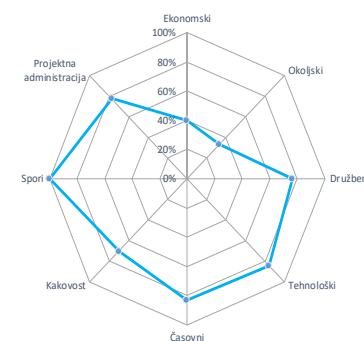
Cilj projekta: energijska učinkovitost  
Vrednost dodatnih, nepredvidenih del: 49.800 EUR (18 % invest.)  
Čas izvedbe: 3-mesečna zamuda

**Dodatni investiciji in zamudi bi se lahko izognili.** Prenova poslovne stavbe 1 je v času izvedbe veljala za primer dobre prakse. Danes pa bi s sodobnimi orodji v okolju BIM s progresivno metodologijo te rezultate lahko še izboljšali.

Nabor pridobljenih podatkov v času načrtovanja

|                            | Kategorija podatkov | Prizadevanje | Učinek na |            |            |
|----------------------------|---------------------|--------------|-----------|------------|------------|
|                            |                     |              | Ekonomiko | Simulacijo | Natančnost |
| Obstoječi podatki o stavbi |                     |              |           |            |            |
| Popravila                  | Vse                 | +            | -         | +++++      | +++++      |
| Pretekla dela (prenove)    | Vse                 | +            | -         | +++++      | +++++      |
| Vzdrževanje                | Vse                 | +            | -         | +++++      | +++++      |
| Posnetek stanja stavbe     |                     |              |           |            |            |
| Energetski pregled         | Vse                 | +++++        | +++       | +++++      | ++++       |
| Obstoječi CAD načrti       | Geometrija          | -            | -         | +++++      | +++++      |
| Obstoječi HVAC načrti      | HVAC                | -            | -         | +++++      | +++++      |
| Termografija               | Kalibracija         | +++          | +++       | +          | +          |
| Energetski pregled         | Kalibracija         | +++++        | +++       | +++++      | +++++      |

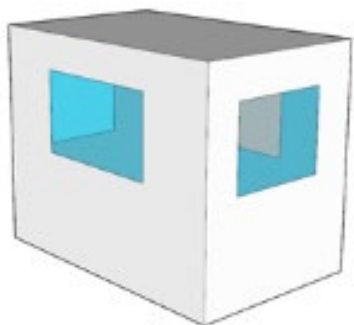
KPI izvedene prenove



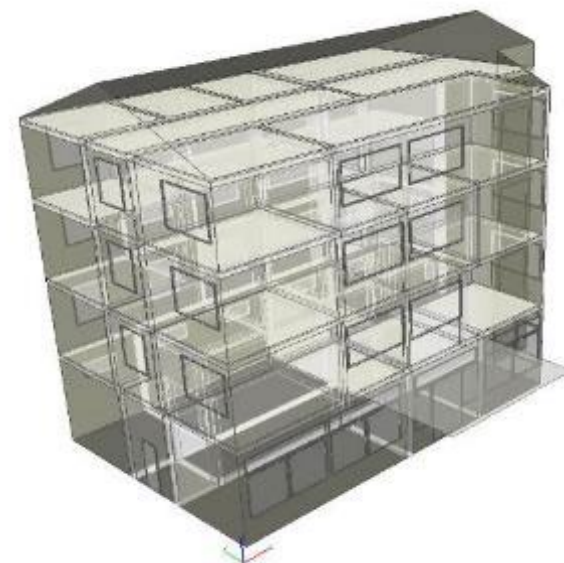
# Primerjava pristopov

Rezultati energijskega modeliranja z različnimi pristopi:

- **uporabljeni:** izračunane vrednosti v času projektiranja;
- **simulacijski:** rezultat s simulacijo in pridobitvijo dodatnih podatkov;
- **normirana raba:** normirana dejanska raba energije za ogrevanje



| Kurilna sezona | Faza projekta energetske prenove | Energent za ogrevanje | Dovedena energija za ogrevanje [MWh] | Dovedena energija za ogrevanje [MWh] | Norm. dej. raba en. za ogrevanje [MWh] |
|----------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|
| <i>Pristop</i> |                                  |                       | Uporabljeni                          | Simulacijski                         |                                        |
| 2009-10        | Pred prenovo                     | Propan                | 107,7                                | 71,3                                 | 82,02                                  |
| 2010-11        |                                  |                       | 107,7                                | 71,3                                 | 82,01                                  |
| 2011-12        |                                  |                       | 107,7                                | 71,3                                 | 67,91                                  |
| ...            |                                  |                       |                                      |                                      |                                        |
| 2015-16        | Po prenovi                       | Električna energija   | 36,9                                 | 16,4                                 | 15,18                                  |
| 2016-17        |                                  |                       | 36,9                                 | 16,4                                 | 16,21                                  |





# Povzetek – priložnosti in pasti pri podrobnem modeliranju

- **Napredek** v razvoju metod izračuna rabe energije je spremenil odnos do obravnave energijske bilance.
- **Osnovne metode izračuna** so: sezonska, mesečna, enostavna urna in podrobna simulacijska metoda.
- Bolj natančne metode delujejo na osnovi **manjšega časovnega koraka** in tako omogočajo boljšo obravnavo energijskih tokov.
- Natančnejše metode tako ponujajo **priložnosti** za optimiranje energijskih zasnov in sistemov pri novogradnji in prenovi.
- Pri manj zahtevnih metodah je treba rezultate obravnavati bolj **konzervativno** in se zavedati vpliva na energijsko bilanco, če želimo z rezultati prikazati realno stanje (primer: hlajenje)

**Če želite več informacij obiščite našo spletno stran [www.timepac.eu](http://www.timepac.eu) ali nas kontaktirajte na [gasper.stegnar@ijs.si](mailto:gasper.stegnar@ijs.si)**

Hvala za vašo pozornost!