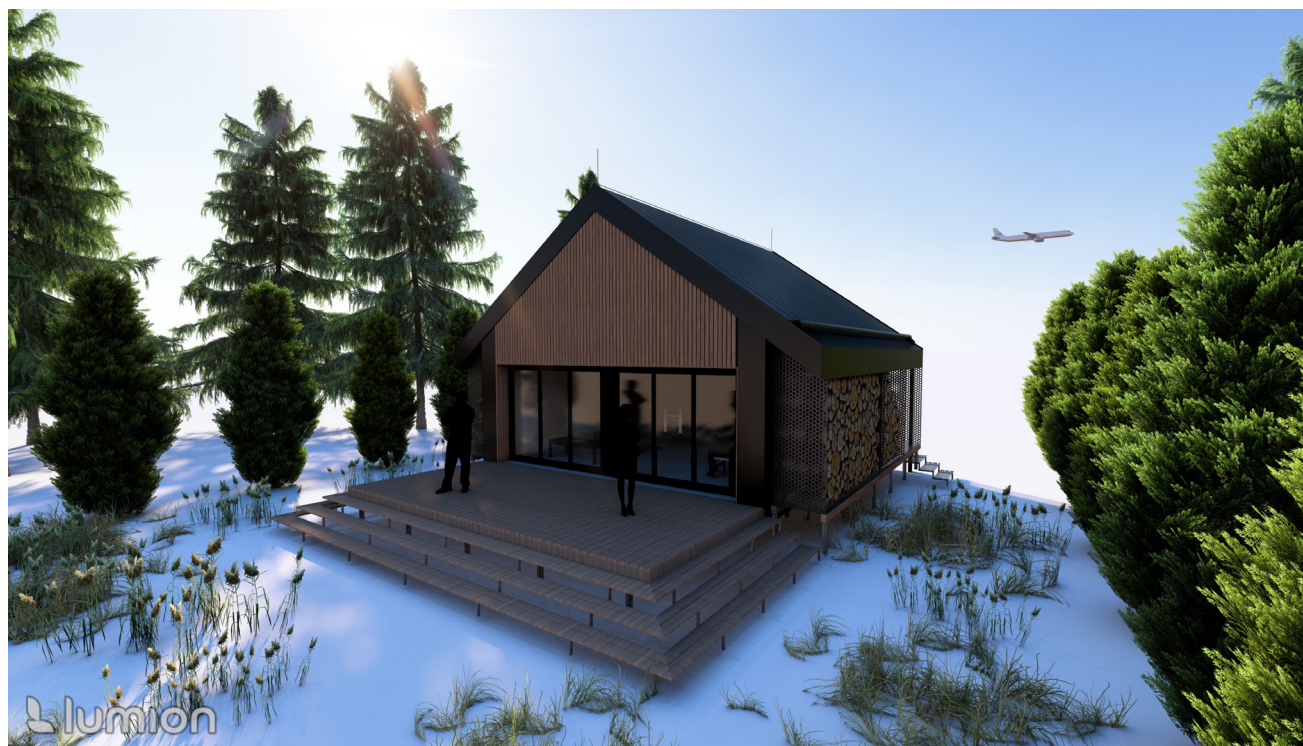




MODULOVÝ DŮM  
ARP  
ATV | LS24  
JIŘÍ BORECKÝ

# Úvodní slovo

V rámci volitelného ateliéru jsem zpracovával svou předchozí myšlenku modulového domu, který by bylo možno v průběhu let jednoduše dostavovat dle vyvíjejících se potřeb jeho obyvatel.

Mým cílem byl návrh malého energeticky nenáročného domku, který bude růst spolu s uživatelem. Začátkem je hlavní obytný modul, obsahující obývací prostor, kuchyňský kout, koupelnu, zádveří a technickou místnost. Ve chvíli, kdy se uživatel rozhodne například rozšířit rodinu, bude stavba připravena na doplnění o další moduly v podobě pokojů, větší koupelny s prádelnou a dalších.

Tímto projektem bych rád shrnul s čím jsem se při navrhování setkal a proč jsem ustoupil od myšlenky, jak řekl pan docent Hradečný: „Všespásného modulového systému.“

## Vývoj

V průběhu prací jsem analyzováním konstrukčních systémů, materiálů a tvarů začal objevovat potenciální problémy.

Při řešení oněch problémů jsem diskutoval s výrobcí, kteří modulové stavby v podobném formátu nabízí, nicméně jsem s postupem prací zjišťoval, že systém dokupování modulů po dostavbě základního přestává dávat smysl nejen kvůli nízké poptávce a relativně vysoké ceně za jednotlivé místnosti z pohledu potenciálních zákazníků.

Na dalších stránkách jsou shrnuty hodnoty různých porovnávacích parametrů pro několik vybraných variant.

# Tvarové varianty

## Užitné rozměry MM

|         |      |   |
|---------|------|---|
| Hloubka | 6,15 | m |
| Šířka   | 6,17 | m |

## Užitné rozměry SM

|         |      |   |
|---------|------|---|
| Hloubka | 3,10 | m |
| Šířka   | 6,17 | m |

## Skladba stěny

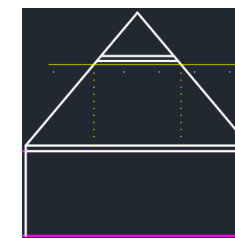
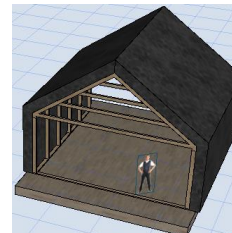
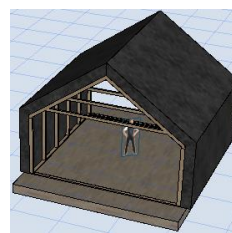
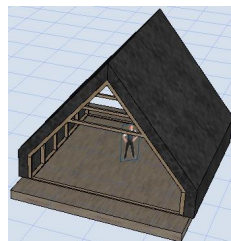
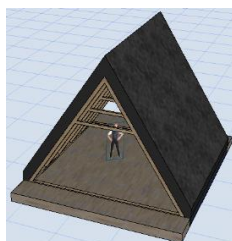
|                  |     |   |
|------------------|-----|---|
| TI. Hlavní stěny | 410 | m |
| TI. Čelní stěny  | 410 | m |
| TI. Mezisteny    | 120 | m |
| TI. Příčky       | 120 | m |

## Vnější rozměry MM

|         |      |  |
|---------|------|--|
| Hloubka | 6,97 |  |
| Šířka   | 6,99 |  |

## Vnější rozměry SM

|         |      |  |
|---------|------|--|
| Hloubka | 3,51 |  |
| Šířka   | 6,99 |  |



Rozměry zleva doprava

6,04

1,14

2,67

2,75

2,40

2,56

m

6,04

5,07

3,96

3,95

3,28

4,92

m

5,07

3,96

3,95

3,28

4,92

m

1,14

2,67

2,75

2,40

2,56

m

Krátká strana trojúhelníku

3,16

3,16

3,16

3,16

3,16

3,16

m

Podlaha

6,32

6,32

6,32

6,32

6,32

6,32

m

| PLOCHY, OBJEMY |   | Trojúhelník                     | SkoroTrojuhelník | Zešíkmený strop | Rovný strop | Optimalizace | 2NP    |                |
|----------------|---|---------------------------------|------------------|-----------------|-------------|--------------|--------|----------------|
| plocha         |   | zastavěná plocha                | 48,72            | 48,72           | 48,72       | 48,72        | 48,72  | m <sup>2</sup> |
|                |   | čistá plocha                    | 37,95            | 37,95           | 37,95       | 37,95        | 76,88  | m <sup>2</sup> |
|                |   | Plocha s výškou 2,3 m +         | 19,68            | 25,22           | 37,95       | 37,95        | 53,14  | m <sup>2</sup> |
| 2D<br>průřezy  | 2 | Nadkroevní prostor              | 1,84             | 2,39            | 3,88        | 6,22         | 1,02   | m <sup>2</sup> |
|                |   | Užitný průřez                   | 12,91            | 15,5            | 18,3        | 16,17        | 17,29  | m <sup>2</sup> |
|                |   | Celkový průřez                  | 14,75            | 17,89           | 22,18       | 22,39        | 18,31  | m <sup>2</sup> |
|                | 1 | Průřez s 2,3 m výšky +          | 9,34             | 11,95           | 18,3        | 16,17        | 17,29  | m <sup>2</sup> |
| 3D objemy      |   | Objem užitného prostoru         | 79,40            | 95,33           | 112,55      | 99,45        | 106,33 | m <sup>3</sup> |
|                |   | Objem užitného prostoru 2,3 m + | 57,44            | 73,49           | 112,55      | 99,45        | 106,33 | m <sup>3</sup> |
|                |   | Objem nadkrok. prostoru         | 11,32            | 14,70           | 23,86       | 38,25        | 6,27   | m <sup>3</sup> |
|                |   | Objem celkem                    | 148,15           | 183,52          | 248,95      | 237,14       | 218,94 | m <sup>3</sup> |
| poměry         |   | Využitelnost celého prostoru    | 2,09             | 2,51            | 2,97        | 2,62         | 2,80   |                |
| %              |   | Užitnost z celkového objemu     | 53,6%            | 51,9%           | 45,2%       | 41,9%        | 48,6%  |                |
|                |   | Obytnost užitného prostoru      | 72,3%            | 77,1%           | 100,0%      | 100,0%       | 100,0% |                |

OBAL BUDOVY

|                        |        |        |        |        |        |        |                |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| Plocha střechy         | 74,24  | 62,36  | 48,71  | 48,59  | 40,34  | 60,52  | m <sup>2</sup> |
| Plocha stěn            | 0,00   | 14,02  | 32,84  | 33,83  | 29,52  | 31,49  | m <sup>2</sup> |
| Plocha sdílené fasády  | 19,07  | 23,23  | 29,39  | 29,86  | 25,53  | 31,73  | m <sup>2</sup> |
| Plocha fasád celkem    | 93,32  | 99,61  | 110,94 | 112,27 | 95,40  | 123,73 | m <sup>2</sup> |
| Plocha podlah          | 38,87  | 38,87  | 38,87  | 38,87  | 38,87  | 38,87  | m <sup>2</sup> |
| Plocha oken            | 14,75  | 17,89  | 22,18  | 22,39  | 18,31  | 26,82  | m <sup>2</sup> |
| Obal celkem (bez oken) | 225,50 | 238,09 | 260,74 | 263,41 | 229,66 | 286,33 | m <sup>2</sup> |

ENERGETIKA

|                             |        |        |        |        |        |        |                |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| Plocha tepelných ztrát      | 225,50 | 238,09 | 260,74 | 263,41 | 229,66 | 286,33 | m <sup>2</sup> |
| Plocha tepelných ztrát oken | 14,75  | 17,89  | 22,18  | 22,39  | 18,31  | 26,82  | m <sup>2</sup> |
| Vytápěný prostor            | 79,40  | 95,33  | 112,55 | 99,45  | 106,33 | 157,13 | m <sup>3</sup> |
| Temperovaný prostor         | 11,32  | 14,70  | 23,86  | 38,25  | 6,27   | 7,81   | m <sup>3</sup> |
| Úprava teploty celkem       | 90,71  | 110,02 | 136,41 | 137,70 | 112,61 | 164,94 |                |

ENERGIE

|                       |   |   |   |   |   |   |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|
| Energetická náročnost | 1 | 2 | 4 | 5 | 3 | 6 |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|

ACCESORIES

|                  |       |       |      |      |      |      |
|------------------|-------|-------|------|------|------|------|
| Vstup i z boku   | FALSE | FALSE | TRUE | TRUE | TRUE | TRUE |
| Chodba na straně | FALSE | FALSE | TRUE | TRUE | TRUE | TRUE |

# Porovnání 1 a 2 podlažní varianty

| PLOCHY, OBJEMY |                                 | 1NP    | 2NP    |                |
|----------------|---------------------------------|--------|--------|----------------|
| plocha         | zastavěná plocha                | 45,83  | 45,83  | m <sup>2</sup> |
|                | čistá plocha                    | 35,40  | 73,07  | m <sup>2</sup> |
|                | Plocha s výškou 2,3 m +         | 35,40  | 50,10  | m <sup>2</sup> |
| 2D<br>průřezy  | 2 Nadkroevní prostor            | 1,13   | 1,03   | m <sup>2</sup> |
|                | Užitný průřez                   | 18,1   | 22,3   | m <sup>2</sup> |
|                | Celkový průřez                  | 19,23  | 23,33  | m <sup>2</sup> |
|                | 1 Průřez s 2,3 m výšky +        | 18,1   | 22,3   | m <sup>2</sup> |
| 3D objemy      | Objem užitného prostoru         | 107,70 | 132,69 | m <sup>3</sup> |
|                | Objem užitného prostoru 2,3 m + | 107,70 | 132,69 | m <sup>3</sup> |
|                | Objem nadkrok. prostoru         | 6,72   | 6,13   | m <sup>3</sup> |
|                | Objem celkem                    | 222,11 | 271,50 | m <sup>3</sup> |
| poměry         | Využitelnost celého prostoru    | 3,04   | 1,82   |                |
| %              | Užitnost z celkového objemu     | 48,5%  | 48,9%  |                |
|                | Obytnost užitného prostoru      | 100,0% | 100,0% |                |

## OBAL BUDOVY

|                        |        |        |                |
|------------------------|--------|--------|----------------|
| Plocha střechy         | 42,84  | 54,74  | m <sup>2</sup> |
| Plocha stěn            | 27,85  | 30,70  | m <sup>2</sup> |
| Plocha sdílené fasády  | 25,25  | 29,77  | m <sup>2</sup> |
| Plocha fasád celkem    | 95,94  | 115,21 | m <sup>2</sup> |
| Plocha podlah          | 36,30  | 36,30  | m <sup>2</sup> |
| Plocha oken            | 19,23  | 23,33  | m <sup>2</sup> |
| Obal celkem (bez oken) | 228,18 | 266,72 | m <sup>2</sup> |

## ENERGETIKA

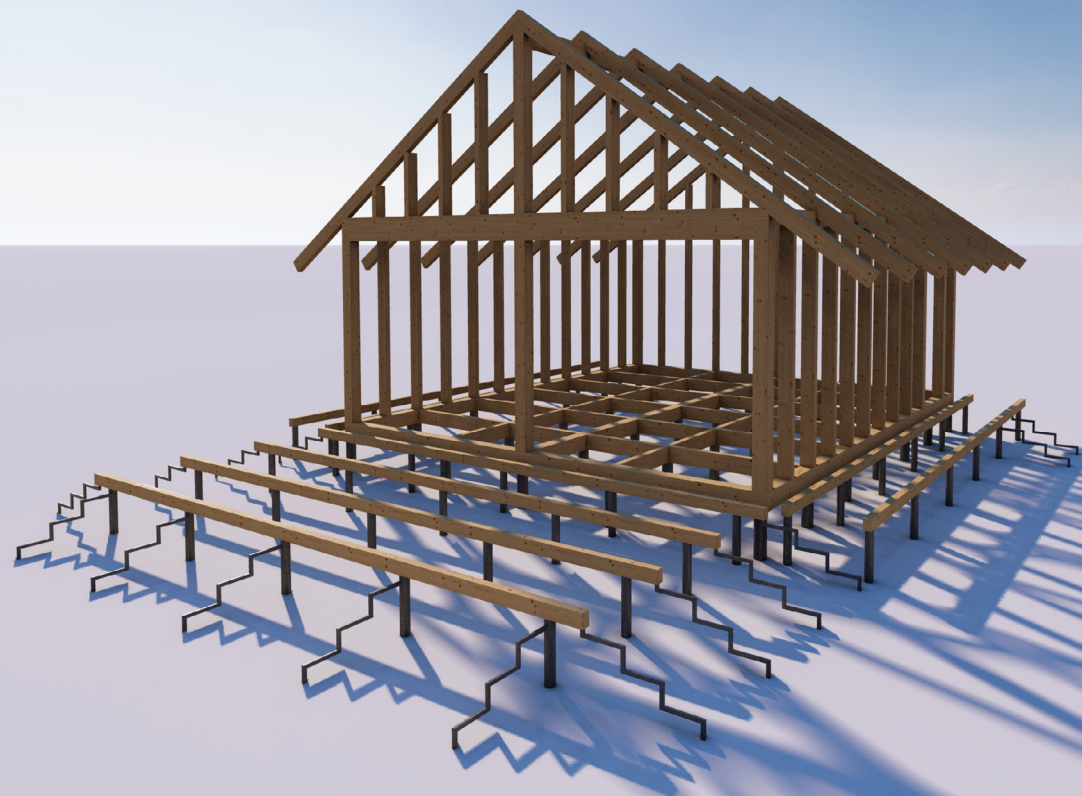
|                             |        |        |                |
|-----------------------------|--------|--------|----------------|
| Plocha tepelných ztrát      | 228,18 | 266,72 | m <sup>2</sup> |
| Plocha tepelných ztrát oken | 19,23  | 23,33  | m <sup>2</sup> |
| Vytápěný prostor            | 107,70 | 132,69 | m <sup>3</sup> |
| Temperovaný prostor         | 6,72   | 6,13   | m <sup>3</sup> |
| Úprava teploty celkem       | 114,42 | 138,81 |                |

## Konstrukce

Dům je navržen jako difusně otevřená lehká dřevostavba 2 by 4 v rastru 625 mm. Za pomoci minerální vaty a dřevovláknitých desek je dosaženo pasivního standardu zateplení a minimalizace tepelných ztrát. Krov je řešen jako krokrová soustava s vrcholovou vaznicí. Krokve jsou usazeny na pozednice, které jsou vodorovně svázány čtyřmi vaznými trámy vyrovnávací vodorovnou silu působící od krovu na nosné stěny. Zavětrování konstrukce je řešeno celoplošným vnějším záklopem z OSB desek. Objekt je usazen na dřevěném základovém roštu doplněném o vodorovné prvky bránící jeho klopení. Založení stavby je řešeno jako soustava zemních vrutů umožňující větší variabilitu při volbě místa usazení.

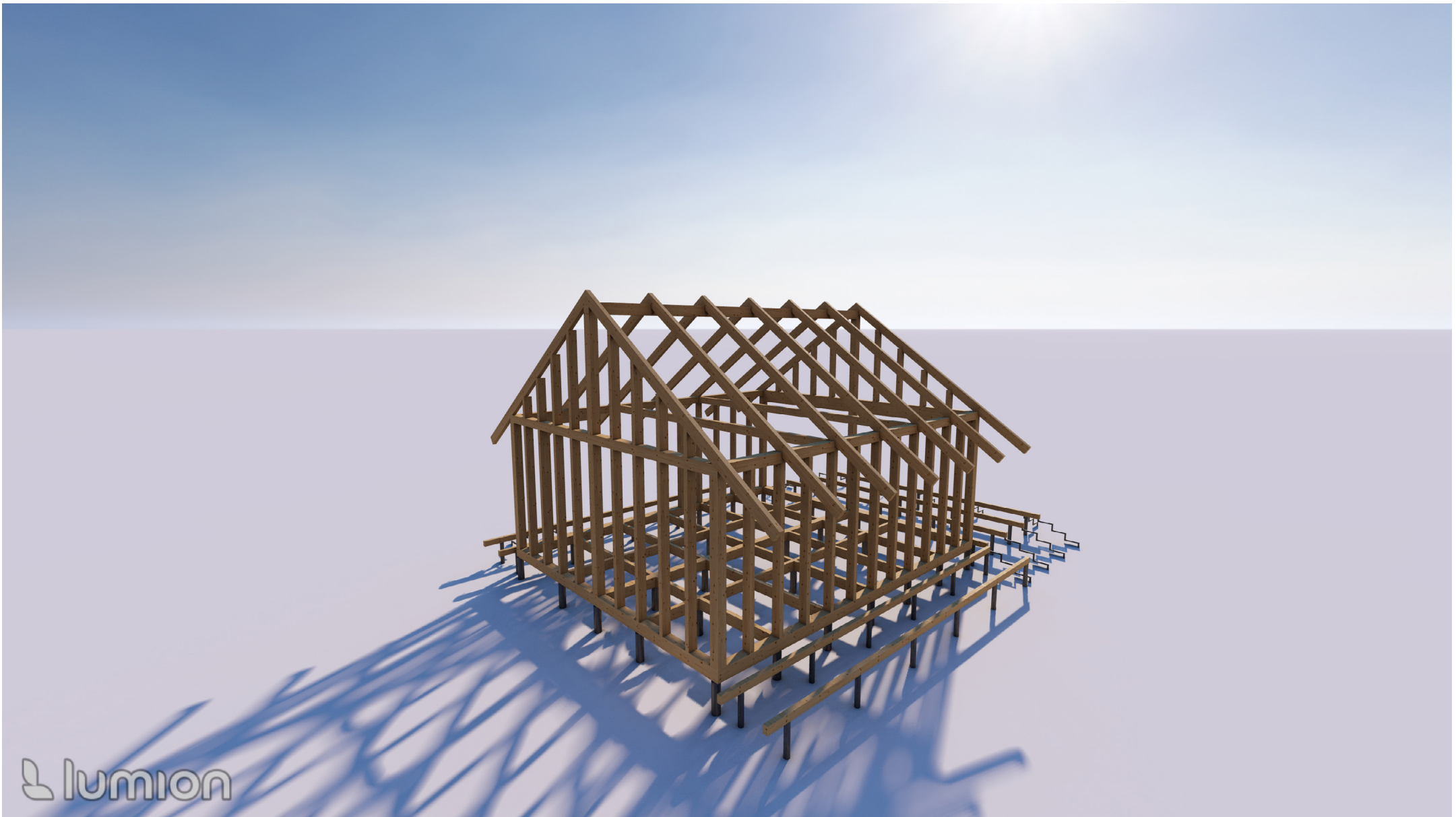


# Konstrukce





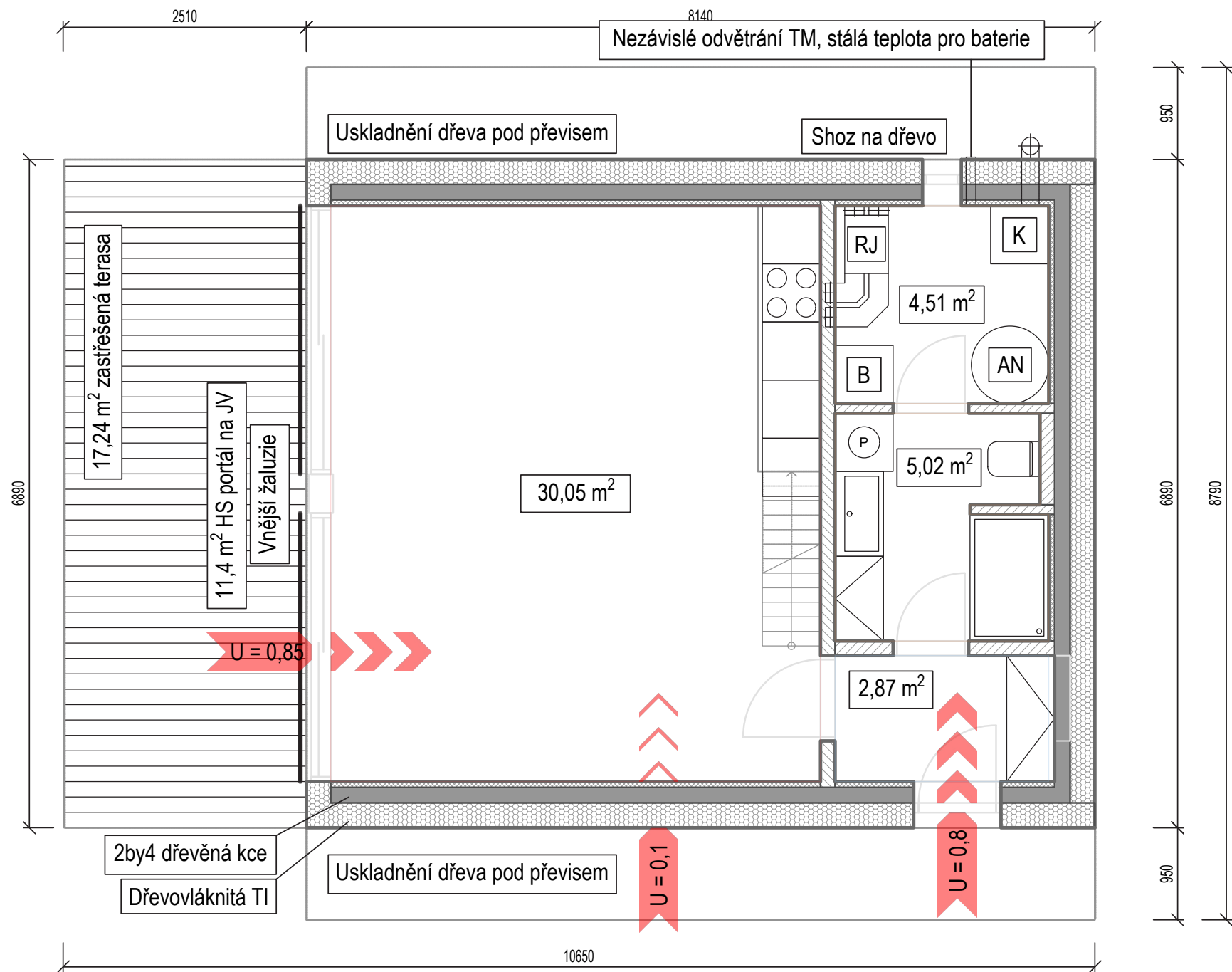
# Konstrukce



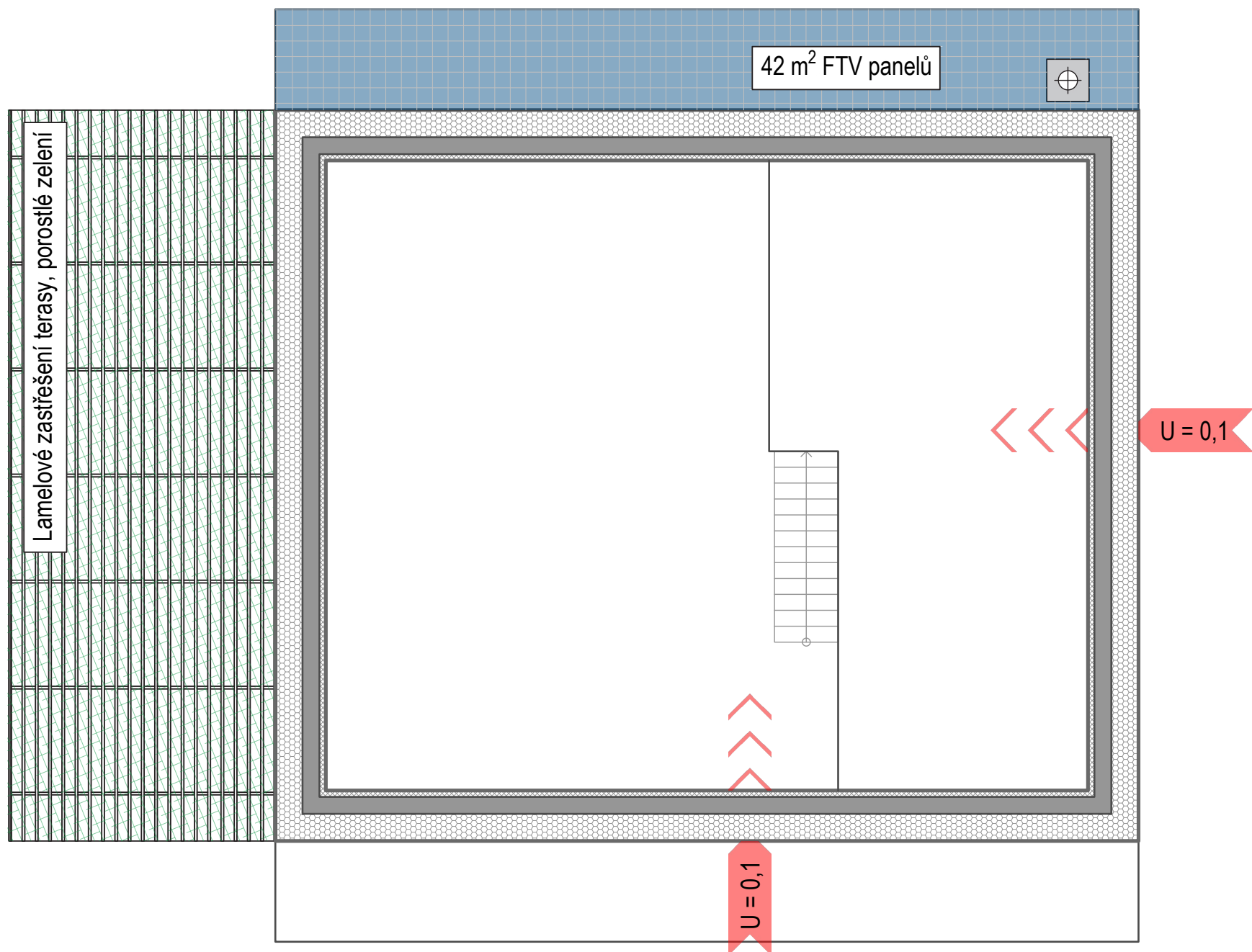
# Modulovost

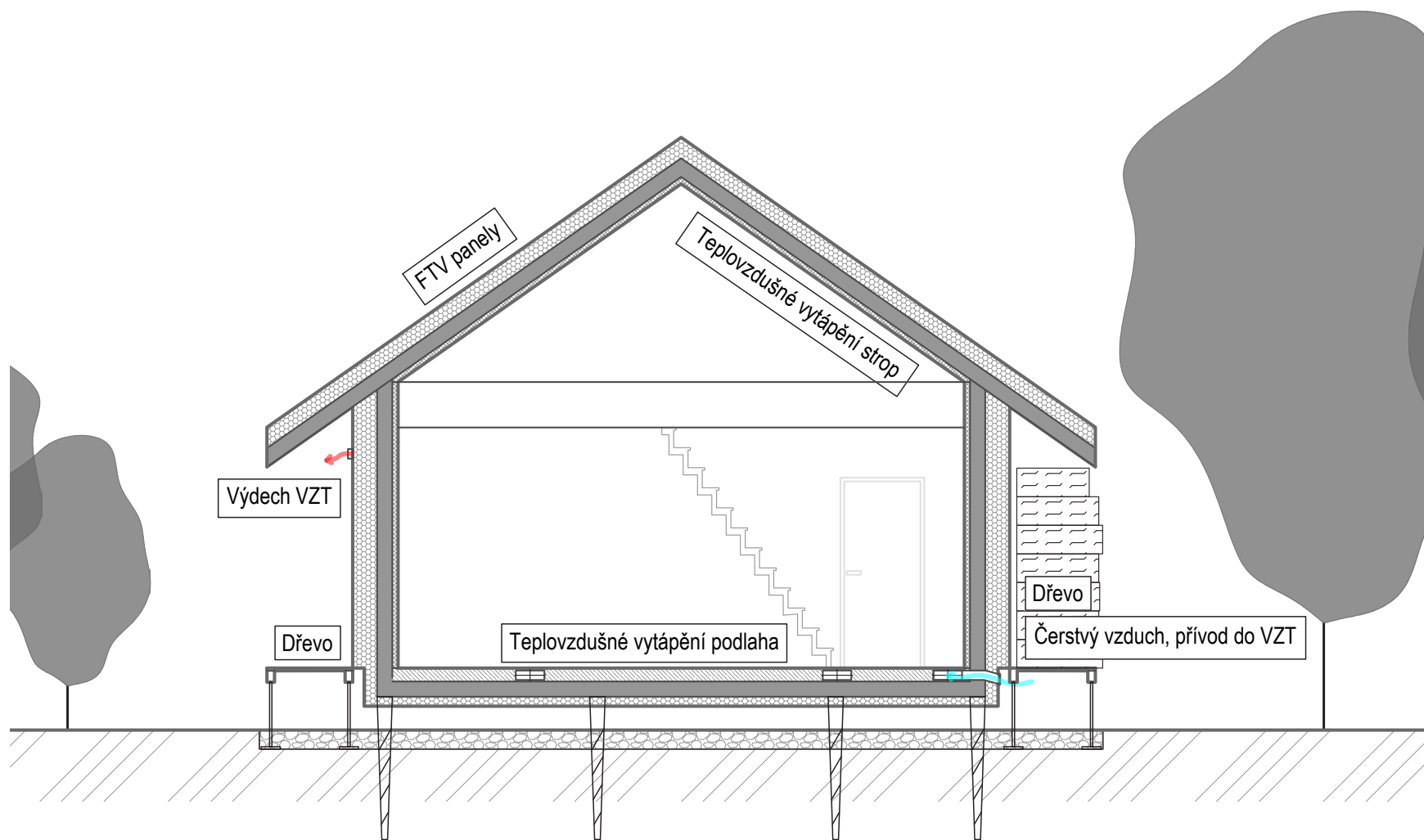
Původní myšlenku rostoucího modulového domu s jedním základním modulem a libovolným počtem následujících modulů dostavěných v průběhu let jsem během této práce přetransformoval. Ustoupil jsem od tohoto systému na modulovost pouze před výstavbou. Stavba nadále počítá s hlavním modulem, s hlavním prostorem, zádveřím, technickou místností a samotnou technologií, na který je možné dle přání klienta napojit díky použitému konstrukčnímu systému a navrženým dispozicím libovolné množství doplňujících modulů. Ve zvoleném počtu pak je provedena výstavba. Využitá technologie tak bude navržena na konkrétní prostory a dojde ke zvýšení efektivity, dojde k eliminaci rizikových míst, která by byla připravena pro další dostavby, které nemusí přijít, případně k eliminaci chyb při rozebrání a opětovném složení částí pláště v místech napojení modulů. I přes úpravu přístupu k modulovosti systému bohužel nedojde ke zvýšení možností personalizace. Je možno měnit fasádní obklad, nicméně pokud je záměrem modulovost a rychlá výstavba, nelze do celkového tvaru a konstrukčního řešení příliš zasahovat.

## **Základní modul 1.NP**



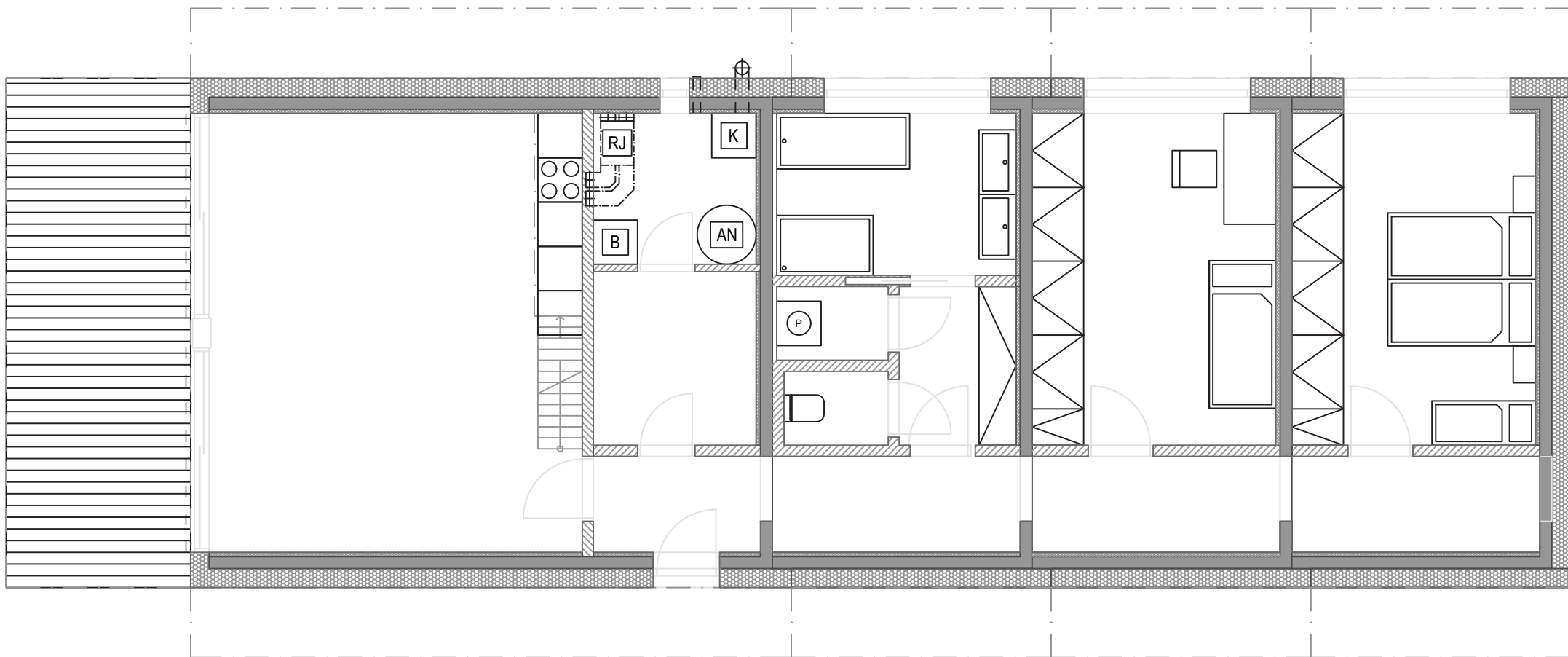
## **Základní modul 2.NP**







# Dispozice více napojených modulů



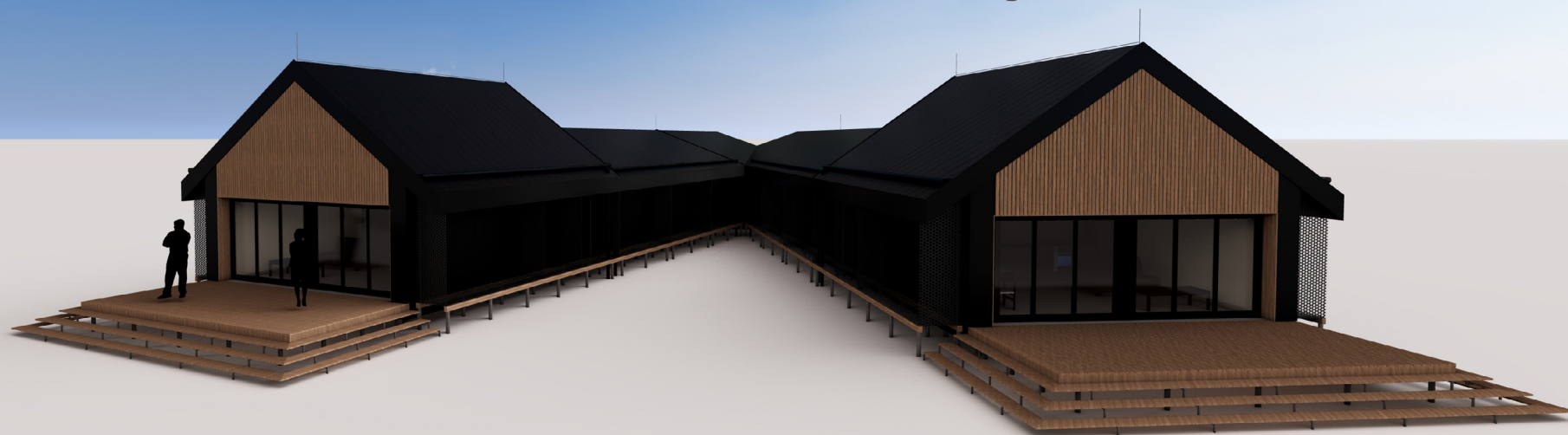
# Základní modul



## Základní modul + 3



# Použití speciální propojovacího modulu



# Technologie

Modul byl zamýšlen s elektro přípojkou, nicméně je možné jej realizovat jako soběstačný, bez přípojek. V obou případech je kladen důraz na minimální spotřebu.

Hlavním zdrojem elektrické energie jsou fotovoltaické panely integrované do střešního pláště samotné stavby. Jejich výkon závisí primárně na vhodné orientaci, která je stanovena již při návrhu umístění na parcele. V případě nedostatku výkonu lze panely osadit i doprovodné stavby na pozemku jako zahradní domek či skleník.

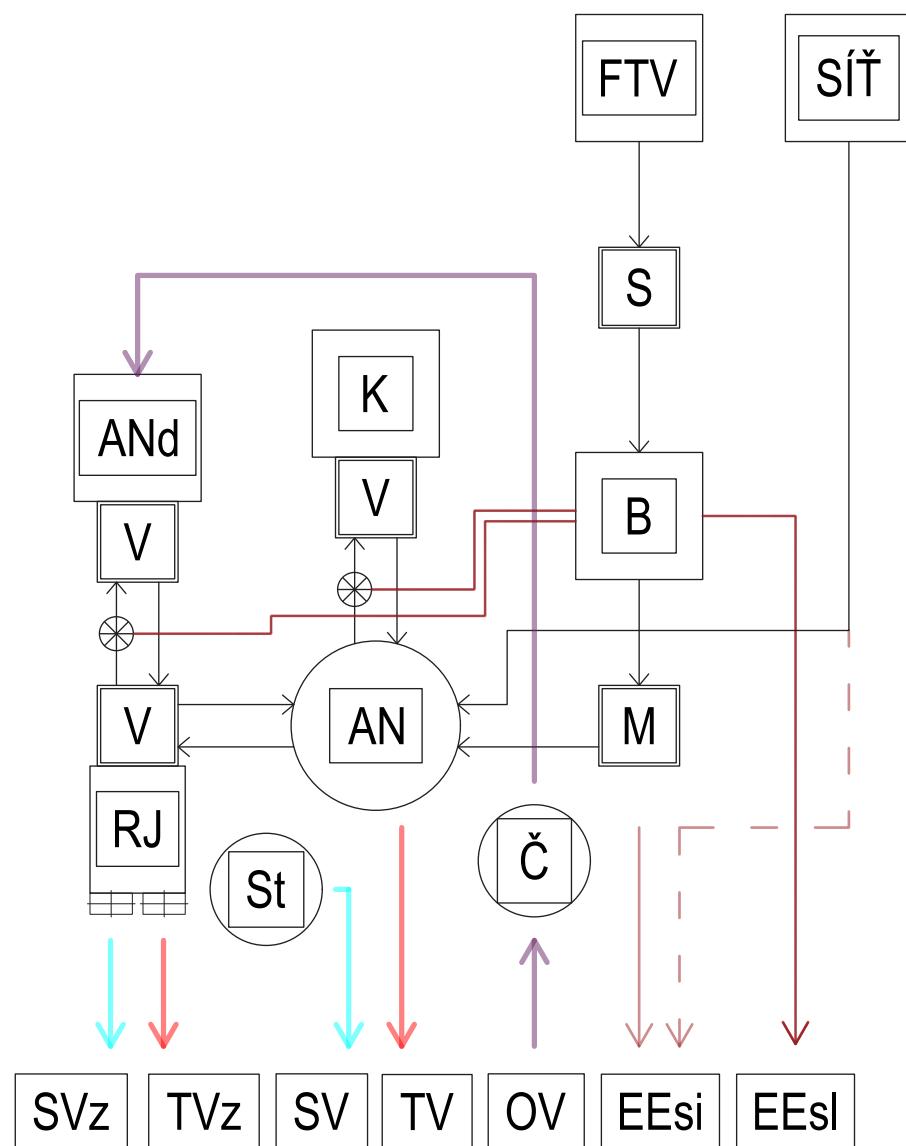
Primárním zdrojem tepla pro stavbu je kotel na tuhá paliva rozšiřitelný o sterlingův motor jakožto případný nouzový zdroj elektrické energie v soběstačné variantě. Sekundárním zdrojem jsou elektrické patrony v akumulární nádrži.

Energie je uchovávána v bateriích a následně ohřevem vody v akumulární nádrži. Soběstačná varianta počítá s časováním jednotlivých uživatelských aktivit dle jejich energetické náročnosti do vhodné denní, případně týdenní fáze vzhledem k zisku a očekávanému množství vyrobené energie.

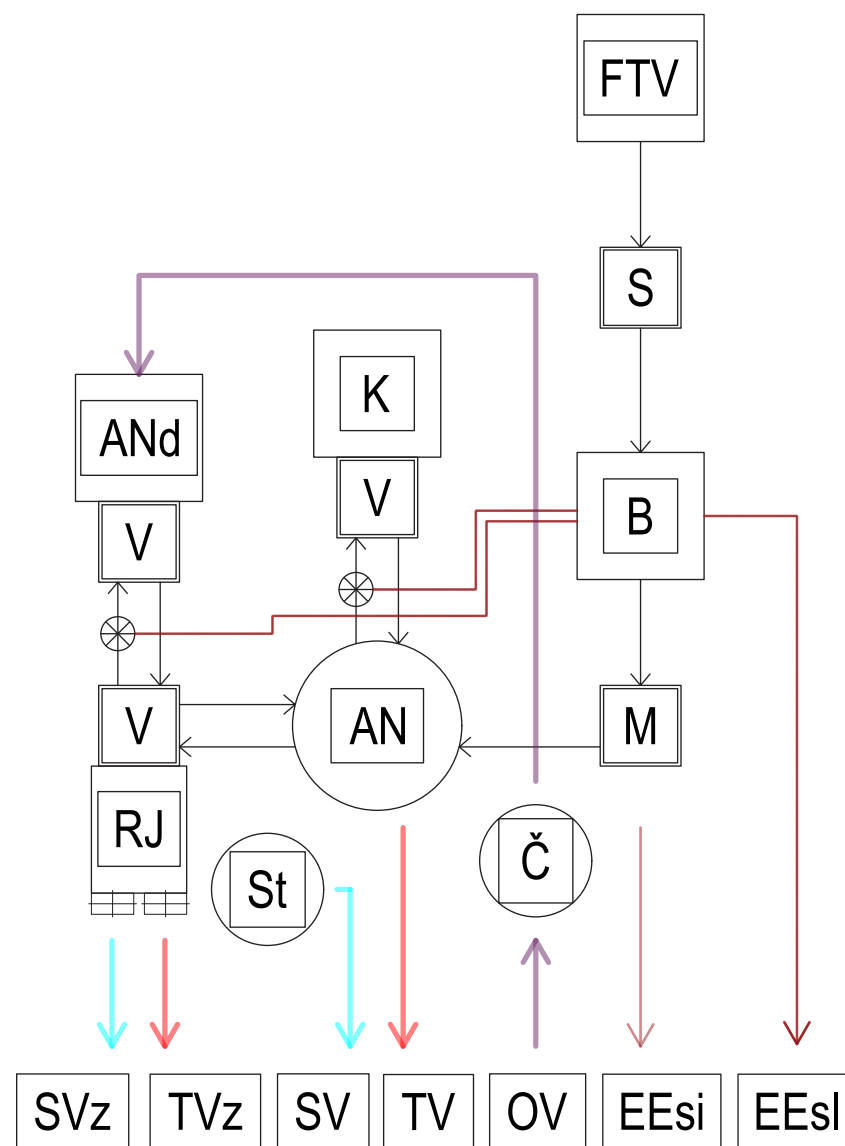
O distribuci tepla a chladu se stará teplovzdušný systém s rekuperací. Jako zdroj chladu slouží v letních měsících vnější podzemní akumulární nádrž s dešťovou vodou.

K redukci tepelných zisků zejména v letních měsících slouží vnější žaluzie před prosklenými plochami a zelení porostlé lamelové zastřešení přilehlé terasy.

## Schéma technologie



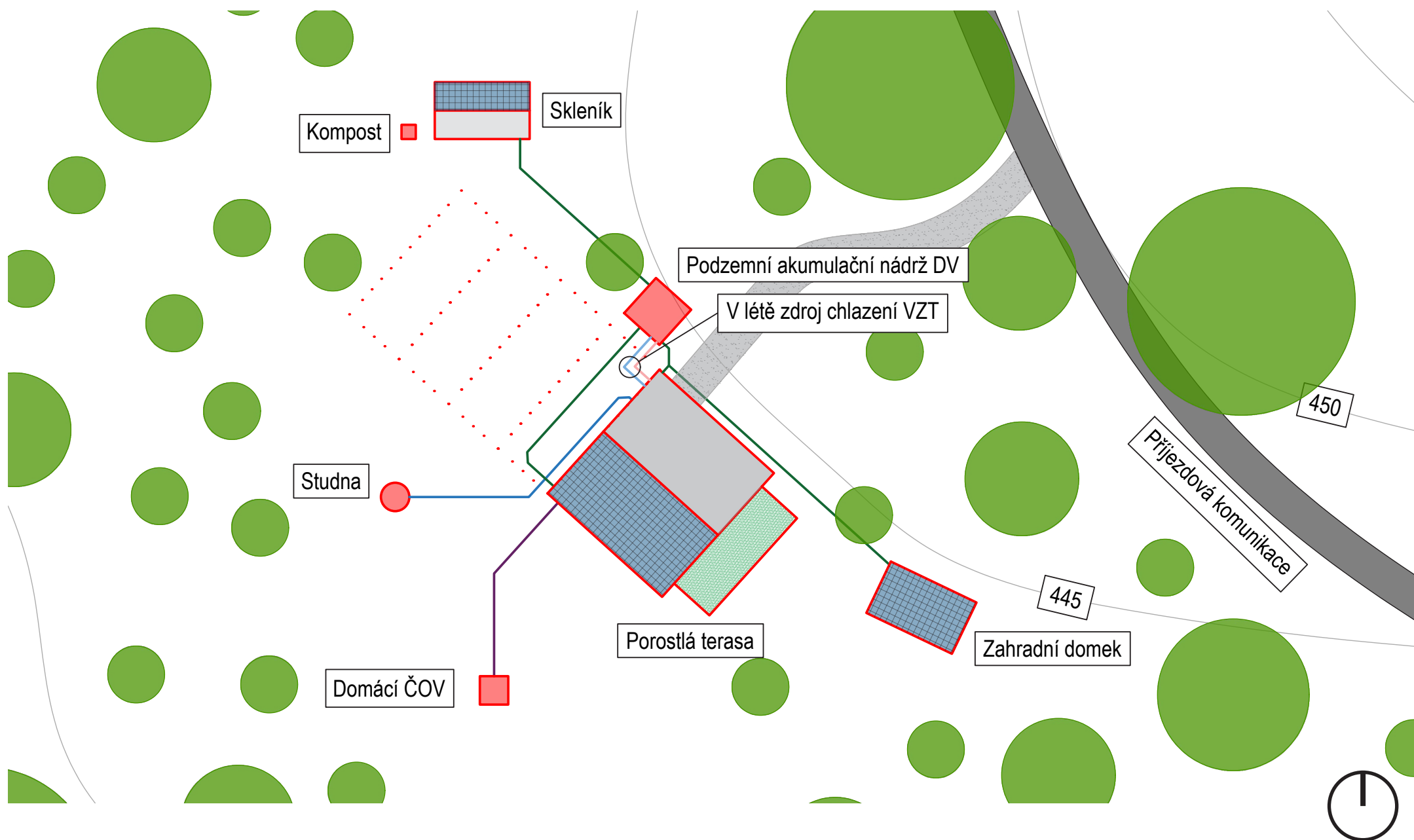
## Schéma soběstačné varianty



FTV - fotovoltaické panely, S - střídač, B - baterie, M - měnič, AN - akumulční nádrž, ANd - akumulční nádrž dešťové vody, V - výměník, RJ - rekuperační jednotka, St - studna, Č - domácí čistírna odpadní vody, K - kotel na tuhá paliva



# Možné umístění a propojení technologií



## **Závěr**

Tímto projektem jsem se snažil o vymyšlení modulového domku, který bude připraven se v průběhu času nenásilně měnit a rozšiřovat. Provedenými analýzami, propočty, zjišťováním a navrhováním jsem však narazil na mnohá úskalí, která zapříčiňují velkou měrou nepoužitelnost tohoto konceptu mimo experimentální či individuální výstavbu. Z mého pohledu tak tento koncept v početnější výstavbě ztrácí výhody modulovosti a naopak kumuluje rizika a je zbytečně nákladný. Domnívám se tedy, že při cestě ke světlým zítřkům ve výstavbě a udržitelnosti vede cesta jiným směrem.