

# STATIČNA PRESOJA KONSTRUKCIJE ZA POTREBE NAMESTITVE FOTOVOLTAIKE

Investitor: OBČINA PUCONCI  
Puconci 80  
9201 Puconci

Objekt: VRTEC PUCONCI

Ljutomer, avgust 2024

SIMON BALAŽIČ  
dipl.inž.grad.  
IZS G-4082

Simon Balažič, dipl. inž. grad., IZS G-4082

## Kazalo

1.	KAZALO TEHNIČNIH PREDPISOV IN STANDARDOV .....	3
1.1.	SPLOŠNI PRAVILNIKI IN ZAKONI.....	3
1.2.	SLOVENSKI STANDARDI.....	3
2.	TEHNIČNO POROČILO .....	4
2.1.	SPLOŠNO .....	4
2.2.	KONSTRUKCIJA.....	4
2.2.1.	Splošno.....	4
2.2.2.	Strešna konstrukcija .....	4
2.2.3.	Streha.....	4
2.2.4.	Obtežbe in materiali.....	4
2.2.5.	Zaključek .....	5
3.	ANALIZA OBTEŽB.....	6
3.1.	OBT. PRIMER ŠT. 1 : LASTNA+STALNA .....	6
3.2.	OBT. PRIMER ŠT. 3: SNEG.....	7
3.3.	KOMBINACIJE OBTEŽNIH PRIMEROV .....	7
4.	DIMENZIONIRANJE .....	8
4.1.	PLOŠČA NAD PRITLIČJEM.....	8
4.1.1.	PLOŠČA - DIAGRAMI UPOGIBNIH MOMENTOV – OVOJNICA MSN .....	8
4.1.2.	POTREBNA ARMATURA.....	9
4.2.	PLOŠČA NAD PRITLIČJEM – NOSILCI V PLOŠČI .....	11
4.2.1.	NOSILCI - DIAGRAMI NOTRANJIH STATIČNIH KOLIČIN – OVOJNICA MSN .....	11
4.2.2.	AB ELEMENTI - POTREBNA ARMATURA.....	12
4.2.3.	LESENI ELEMENTI – IZKORIŠČENOST - MSN .....	13
4.2.4.	LESENI ELEMENTI – POTES - MSU .....	13

## **1. KAZALO TEHNIČNIH PREDPISOV IN STANDARDOV**

### **1.1. SPLOŠNI PRAVILNIKI IN ZAKONI**

- GRADBENI ZAKON (GZ) z dopolnili in popravki (Uradni list RS, št. 61/17)
- PRAVILNIK O MEHANSKI ODPORNOSTI IN STABILNOSTI OBJEKTOV (Uradni list RS, št. 101/05)
- PRAVILNIK O PODROBNEJŠI VSEBINI DOKUMENTACIJE IN OBRAZCIH, POVEZANIH Z GRADITVIJO OBJEKTOV z dopolnili in popravki (Uradni list RS, št. 36/18)
- POSEBNE GRADBENE UZANCE (Uradni list SFRJ, št. 18/77)

### **1.2. SLOVENSKI STANDARDI**

Zahteve glede mehanske odpornosti in stabilnosti objektov so izpolnjene s projektiranjem v skladu z načeli in pravili veljavnih slovenskih standardov EVROKOD, nacionalnih dodatkov in popravkov:

- SIST EN 1990 Evrokod 0: Osnove projektiranja konstrukcij
- SIST EN 1991 Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije
- SIST EN 1992 Evrokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcij
- SIST EN 1993 Evrokod 3: Projektiranje jeklenih konstrukcij
- SIST EN 1995 Evrokod 5: Projektiranje lesenih konstrukcij
- SIST EN 1996 Evrokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcij
- SIST EN 1997 Evrokod 7: Geotehnično projektiranje
- SIST EN 1998 Evrokod 8: Projektiranje potresno odpornih konstrukcij

## **2. TEHNIČNO POROČILO**

### **2.1. SPLOŠNO**

Naročnik načrtuje izvedbo namestitve fotovoltaičnih panelov sončne elektrarne na strehi vrtca v Puconcih. Objekt je pritličen z ravno streho, tlorisno v obliki črke T, gabariti so ca. 40,9 x 13,6m in 17,6 x 55m, najvišja višina objekta je 5,63m.

### **2.2. KONSTRUKCIJA**

#### **2.2.1. SPLOŠNO**

Konstruktivsko zasnovano objekta tvorijo opečne stene s horizontalnimi in vertikalnimi AB vezmi in delno AB stebri. Nosilne opečne stene so debeline 20 in 30cm. Temeljenje objekta je izvedeno na AB temeljni plošči debeline 25cm. Streha objekta je ravna AB stropna plošča, nad osrednjim prostorom pa ostrešje tvorijo leseni nosilci.

#### **2.2.2. STREŠNA KONSTRUKCIJA**

Strešna konstrukcija objekta je sestavljena iz dveh delov. Nad celotnim objektom, razen nad osrednjim prostorom je izvedena masivna AB plošča debeline 20cm iz betona C25/30, armiranega z armaturo B500B. Strešna konstrukcija nad osrednjim prostorom pa je lesena konstrukcija, pokrita s trapezno pločevino.

#### **2.2.3. STREHA**

Streha objekta je ravna AB plošča nad pritličjem. Nad osrednjim prostorom je streha ravna, ostrešje tvorijo lepljeni leseni nosilci. Materiali in dimenzije elementov so podani v načrtih gradbenih konstrukcij.

#### **2.2.4. OBTEŽBE IN MATERIALI**

Načrti so izdelani na podlagi 5. člena PRAVILNIKA O MEHANSKI ODPORNOSTI IN STABILNOSTI OBJEKTOV (Ur. list RS št. 101/2005) s projektiranjem in gradnjo v skladu z načeli in pravili EVROKOD. Konstrukcija objekta je preverjena na obtežbe podane po EVROKOD standardih, prav tako izbrani materiali izhajajo iz teh standardov. Statični izračun je opravljen s programom Dlubal RFEM.

#### 2.2.5.        **ZAKLJUČEK**

Za potrebe namestitve fotovoltaičnih panelov sončne elektrarne na strehi vrtca Puconci, je bil na novo narejen statični izračun objekta, v katerem je upoštevana obtežba sončne elektrarne. Pri dimenzioniranju je upoštevana potrebna varnost konstrukcije, ki je določena po predpisih.

Glede na izdelan statični izračun objekta, ugotavljamo da je statična zasnova objekta ustrezna in bo konstrukcija sposobna prevzeti dodatno težo fotovoltaičnih panelov.

Pred pričetkom posega je naročnik dolžan zagotoviti potreben projektantski nadzor, da se preveri dejansko stanje površin predvidenih za montažo fotovoltaike in ali prihaja do odstopanj glede na izvedeno statično presojo. Statična nosilnost lastne podkonstrukcije fotovoltaičnih panelov ni predmet presoje; zagotovi in predloži jo dobavitelj fotovoltaičnih panelov.

Simon Balažič, dipl. inž. grad., IZS G-4082

### 3. ANALIZA OBTEŽB

#### 3.1. OBT. PRIMER ŠT. 1: LASTNA+STALNA

##### **PLOŠČA NAD PRITLIČJEM - RAVNA STREHA - AB PLOŠČA**

Tip obtežbe: Lastna+Stalna, površinska

Material	Prost. teža [kN/m <sup>3</sup> ]	Debelina [m]	Teža
prodno nasutje	18	0,08	1,44 kN/m <sup>2</sup>
toplotna izolacija	1,5	0,3	0,45 kN/m <sup>2</sup>
stirobeton	3	0,15	0,45 kN/m <sup>2</sup>
AB plošča - zajeto v programu			0,00 kN/m <sup>2</sup>
omet	18	0,015	0,27 kN/m <sup>2</sup>
fotovoltaika			0,20 kN/m <sup>2</sup>
eventuelna obtežba			0,09 kN/m <sup>2</sup>
<b>SKUPAJ:</b>			<b>2,90 kN/m<sup>2</sup></b>

##### **PLOŠČA NAD PRITLIČJEM - RAVNA STREHA - LESENA KONSTRUKCIJA**

Tip obtežbe: Lastna+Stalna, površinska

Material	Prost. teža [kN/m <sup>3</sup> ]	Debelina [m]	Teža
prodno nasutje	18	0,08	1,44 kN/m <sup>2</sup>
toplotna izolacija	1,5	0,3	0,45 kN/m <sup>2</sup>
stirobeton	3	0,15	0,45 kN/m <sup>2</sup>
trapezna pločevina			0,15 kN/m <sup>2</sup>
lesena nosilna konstrukcija - zajeto v programu kot l.t.			0,00 kN/m <sup>2</sup>
stropna obloga			0,15 kN/m <sup>2</sup>
fotovoltaika			0,20 kN/m <sup>2</sup>
eventuelna obtežba			0,16 kN/m <sup>2</sup>
<b>SKUPAJ:</b>			<b>3,00 kN/m<sup>2</sup></b>

### 3.2. *OBT. PRIMER ŠT. 3: SNEG*

OBTEŽBA S SNEGOM SIST EN 1991-1-3 + NACIONALNI  
DODATEK SIST EN 1991-1-3:2004/oA101

Snežna cona (A1 A2 A3 A4 M1) :	<b>A2</b>	
Nadmorska višina (m) =	<b>206</b>	m
Karakteristična obtežba snega $S_k$ =	<b>1,40</b>	kN/m <sup>2</sup>
Snegobrani ali ovire	<b>DA</b>	
	<b>ENOKAPNICA</b>	
	alfa 1	<b>alfa 2</b>
Naklon strehe (°) alfa =	<b>0</b>	<b>0</b>
Oblikovni koeficjent $\mu_1$ =	<b>0,80</b>	<b>0,80</b>
Oblikovni koeficjent $\mu_2$ =	<b>0,80</b>	<b>0,80</b>
Povprečni oblikovni koeficjent =	<b>0,80</b>	
Vrsta terena :	<b>Običajen</b>	
Koeficjent izpostavljenosti $C_e$ =	<b>1,00</b>	
Toplotni koeficjent $C_{it}$ =	<b>1,00</b>	
Povečanje obtežbe zaradi nezmožnosti odtekanja vode (1 - 1.5)	<b>1,00</b>	

	ENOKAPNICA
	strešina l.
$q_s = \mu_1 C_e C_{it} S_k$ (kN/m <sup>2</sup> ) =	$q_s$
Obtežni primer l.	<b>1,12</b>

### 3.3. *KOMBINACIJE OBTEŽNIH PRIMEROV*

Kombinacije obtežnih primerov so kreirane po pravilih SIST EN 1990:

Mejno stanje	Pravilo
MSN – stalna ali začasna stanja	$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
MSU – karakteristična kombinacija	$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
MSU – navidezno stalna kombinacija	$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$
MSN – nezgodno stanje – požar	$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + (\psi_{1,1} \text{ oder } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$
MSN – nezgodno stanje – potres	$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$

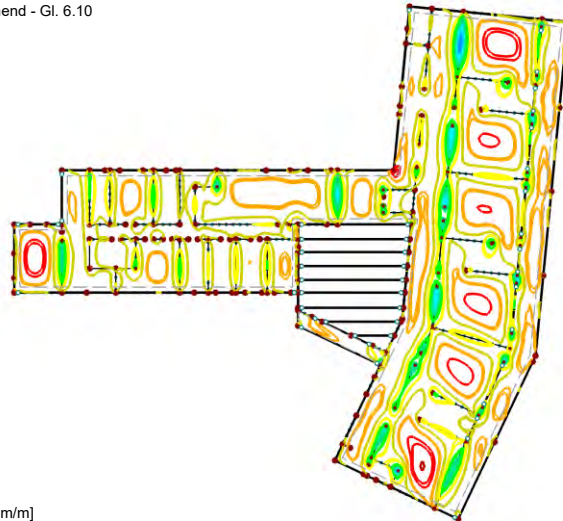
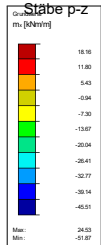
#### 4. DIMENSIONIRANJE

##### 4.1. PLOŠČA NAD PRITLIČJEM

##### 4.1.1. PLOŠČA - DIAGRAMI UPOGIBNIH MOMENTOV - OVOJNICA MSN

EK1: GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10

Flächen m-x

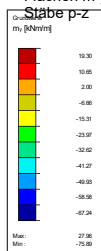


In Z-Richtung

Stäbe Max p-z: 0.00, Min p-z: 0.00 [kN/m]  
Flächen Max m-x: 24.53, Min m-x: -51.87 [kNm/m]

EK1: GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10

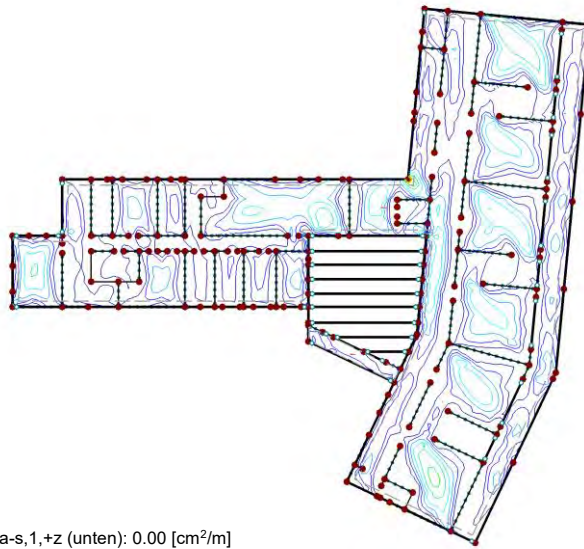
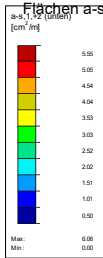
Flächen m-y





## 4.1.2. POTREBNA ARMATURA

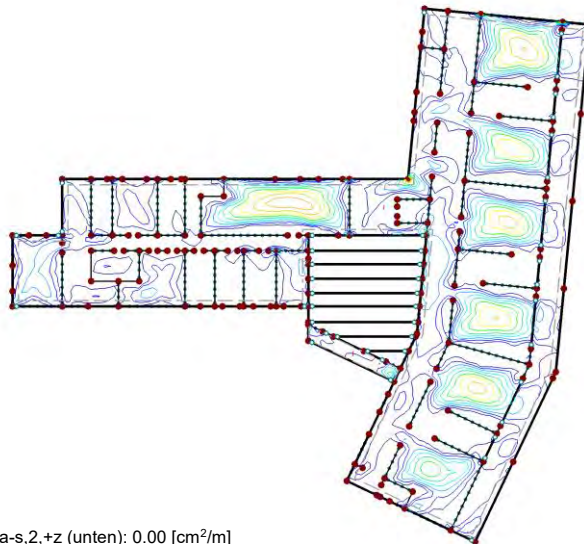
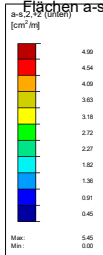
RF-BETON Flächen FA1  
Stahlbeton-Bemessung  
Flächen a-s,1,+z (unten)



In Z-Richtung

Flächen Max a-s,1,+z (unten): 6.06, Min a-s,1,+z (unten): 0.00 [cm²/m]

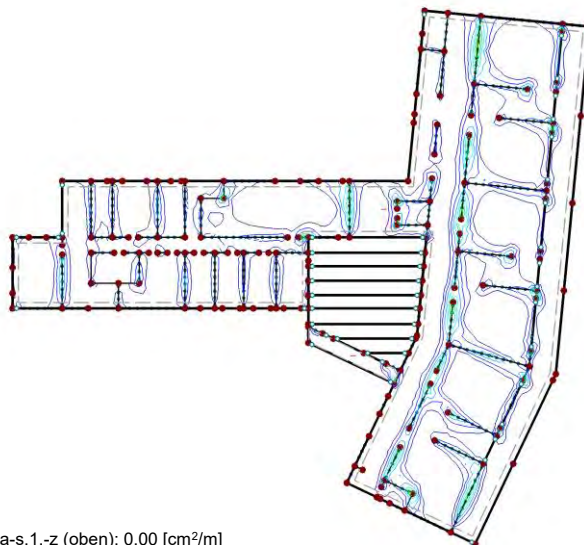
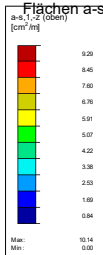
RF-BETON Flächen FA1  
Stahlbeton-Bemessung  
Flächen a-s,2,+z (unten)



In Z-Richtung

Flächen Max a-s,2,+z (unten): 5.45, Min a-s,2,+z (unten): 0.00 [cm²/m]

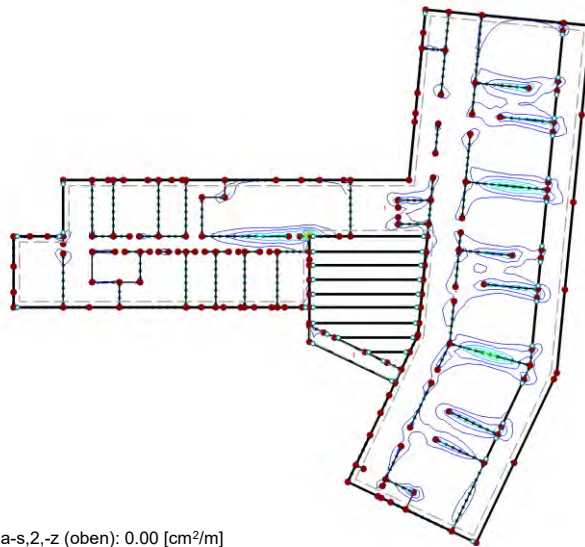
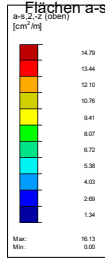
RF-BETON Flächen FA1  
Stahlbeton-Bemessung  
Flächen a-s,1,-z (oben)



In Z-Richtung

Flächen Max a-s,1,-z (oben): 10.14, Min a-s,1,-z (oben): 0.00 [cm²/m]

RF-BETON Flächen FA1  
Stahlbeton-Bemessung  
Flächen a-s,2,-z (oben)



In Z-Richtung



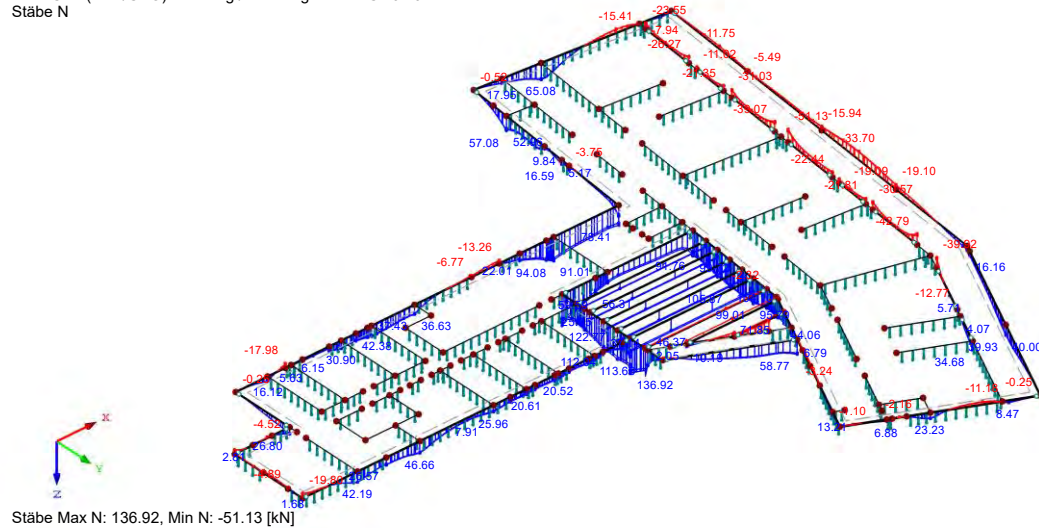
Flächen Max a-s,2,-z (oben): 16.13, Min a-s,2,-z (oben): 0.00 [cm²/m]

## 4.2. PLOŠČA NAD PRITLIČJEM – NOSILCI V PLOŠČI

### 4.2.1. NOSILCI – DIAGRAMI NOTRANJNIH STATIČNIH KOLIČIN – OVOJNICA MSN

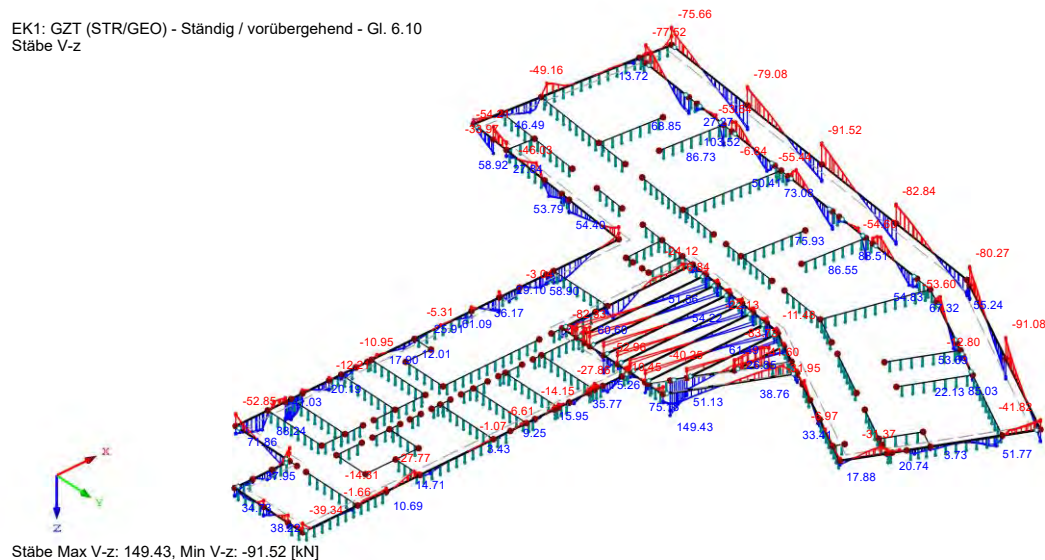
EK1: GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10  
Stäbe N

Isometrie



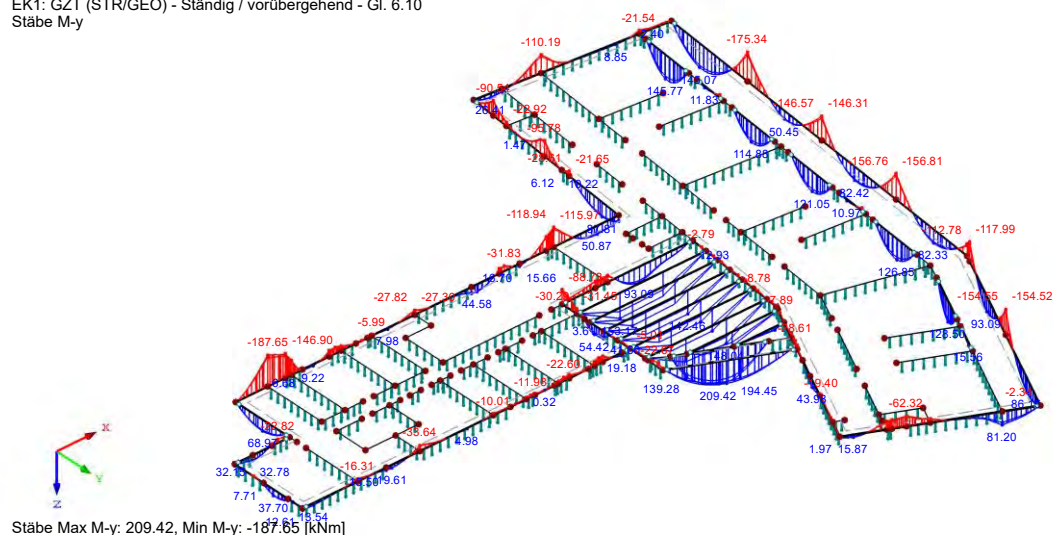
EK1: GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10  
Stäbe V-z

Isometrie



EK1: GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10  
Stäbe M-y

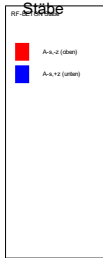
Isometrie



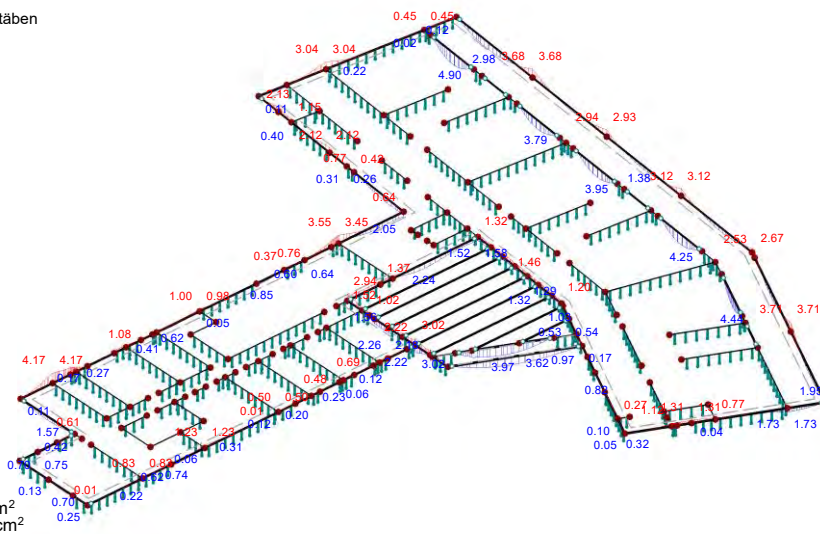
## 4.2.2.

## AB ELEMENTI - POTREBNA ARMATURA

RF-BETON Stäbe FA1  
Stahlbetonbemessung von Stäben



Max A-s,-z (oben): 4.17 cm<sup>2</sup>  
Max A-s,+z (unten): 4.90 cm<sup>2</sup>

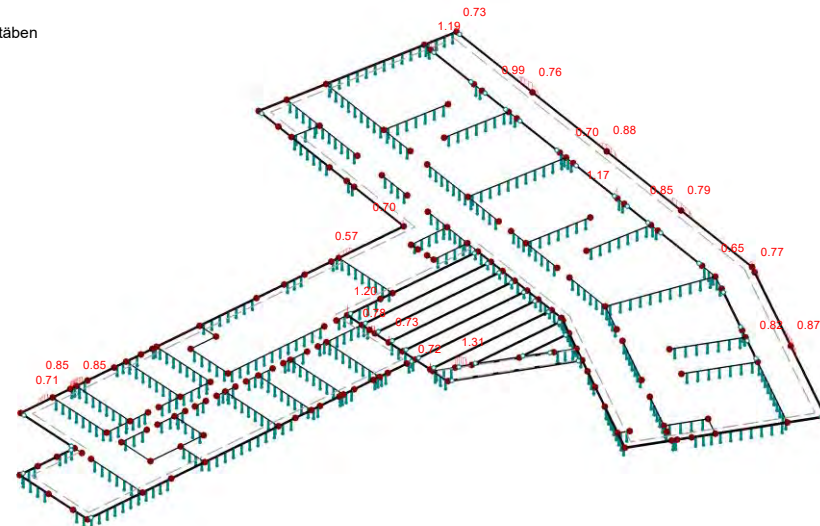


Isometrie

RF-BETON Stäbe FA1  
Stahlbetonbemessung von Stäben



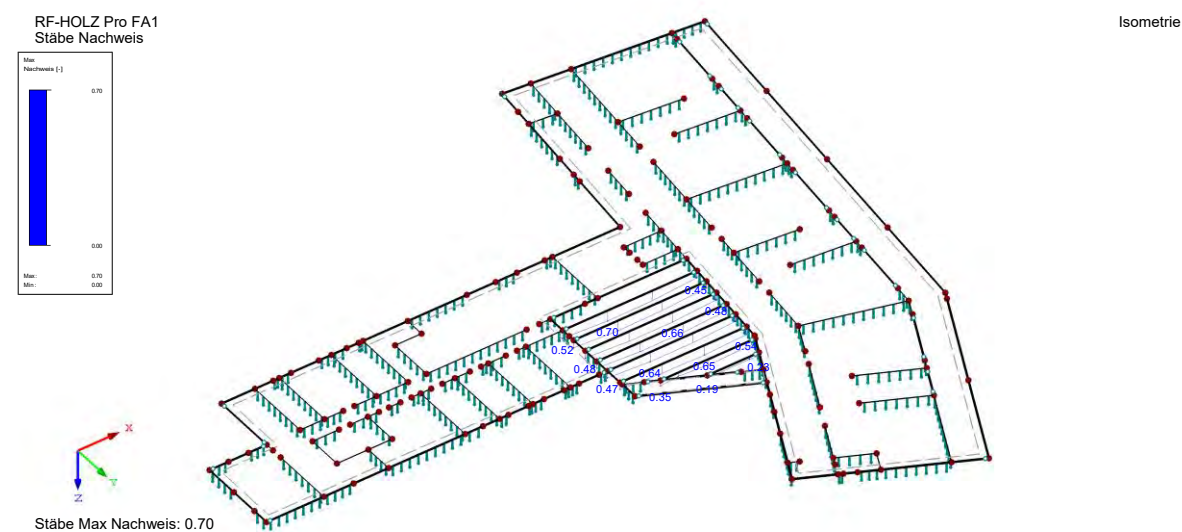
Max a-sw,V,Bügel: 1.31 cm<sup>2</sup>/m



Isometrie



#### 4.2.3. LESENI ELEMENTI – IZKORIŠČENOST – MSN



#### 4.2.4. LESENI ELEMENTI – POVES – MSU

