

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*



Jamova cesta 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

**DRUGG** – Digitalni repozitorij UL FGG  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Žiberna, M., 2015. Finančna primerjava različnih podpornih konstrukcij pri mostogradnji. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Srđić, A.): 46 str.

Datum arhiviranja: 28-09-2015

University  
of Ljubljana

Faculty of  
*Civil and Geodetic  
Engineering*



Jamova cesta 2  
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

**DRUGG** – The Digital Repository  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Žiberna, M., 2015. Finančna primerjava različnih podpornih konstrukcij pri mostogradnji. B.Sc Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Srđić, A.): 46 pp.

Archiving Date: 28-09-2015

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta za  
*gradbeništvo in  
geodezijo*



Jamova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si

**VISOKOŠOLSKI STROKOVNI  
ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE  
STOPNJE OPERATIVNO  
GRADBENIŠTVO**

Kandidat:

**MATEVŽ ŽIBERNA**

**FINANČNA PRIMERJAVA RAZLIČNIH PODPORNIH  
KONSTRUKCIJ PRI MOSTOGRADNJI**

Diplomska naloga št.: 106/OG-MO

**FINANCIAL COMPARISON OF DIFFERENT SUPPORT  
STRUCTURES FOR BRIDGE CONSTRUCTION**

Graduation thesis No.: 106/OG-MO

**Mentor:**

viš. pred. dr. Aleksander Srdić

**Somentor:**

asist. dr. Matej Kušar

Ljubljana, 24. 09. 2015



## IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **MATEVŽ ŽIBERNA** izjavljam, da sem avtor diplomskega dela z naslovom:  
»Finančna primerjava različnih podpornih konstrukcij pri mostogradnji«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Šenčur, 20. 8. 2015

Matevž Žiberna

## **BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN**

**UDK:** 691.53:022.2:(043.3)

**Avtor:** Matevž Žiberna

**Mentor:** viš. pred. dr. Aleksander Srdić

**Somentor:** asist. dr. Matej Kušar

**Naslov:** Finančna primerjava različnih podpornih konstrukcij pri mostogradnji

**Tip dokumenta:** Diplomaska naloga – visokošolski študij

**Obseg in oprema:** 46 str., 22 pregl., 13 sl., 14 graf.

**Ključne besede:** Podporne konstrukcije, HEB 400, Hünnebeck, National-opaži

## **IZVLEČEK**

Razpolaganje z ustrežno opremo podpiranja pri mostogradnji podjetju lahko prinese več uspeha pri pridobivanju posla. Zaradi nestabilnih vlaganj v gradbeništvo je nakup opreme lahko za podjetje tudi zelo rizična naložba. Z iskanjem najprimernejše podporne konstrukcije za srednje veliko slovensko gradbeno podjetje sem v diplomski nalogi proučil tri tipe podpornih konstrukcij, ki so jih uporabili na mostu čez Soro v Zmincu. Podporne konstrukcije sem proučil tako iz tehnološkega kot finančnega vidika in jih med seboj primerjal. Po izvedeni analizi in primerjavi sem na podlagi opravljene študije za različne tipe podjetij predlagal optimalno izbiro.

## **BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION**

**UDC:** UDK 691.53:022.2:(043.3)

**Author:** Matevž Žiberna

**Supervisor:** Sen. Lect. Aleksander Srdić, Ph. D

**Co-supervisor:** Assist. Matej Kušar, Ph.D

**Title:** Financial comparison of different support structures for bridge construction

**Document type:** Graduation Thesis – Higher professional studies

**Notes:** 46 p., 22 tab., 13 fig., 14 graph.

**Key words:** Support structure, HEB 400, Hünnebeck, National

## **ABSTRACT**

Disposal of appropriate bridge supporting construction equipment can bring more success in winning business. Due to the unstable investments in construction, purchase of equipment can also be a very risky investment for the enterprise. By finding the most suitable supporting structure for a medium-sized Slovenian construction company in the thesis, I examined three types of supporting structures that were used on the bridge over Sora by Zminec. I have examined the supporting structures both from the technological and financial point of view and compared them to each other. After the analysis and comparison I suggested the optimal choice for different types of enterprises.

## ZAHVALA

V mladosti zamujenih norosti ne more nadomestiti vsa modrost v starosti. Teh norosti je bilo v moji mladosti zares veliko, zato vem, da je od uspeha do neuspeha dovolj samo en korak. Od neuspeha do uspeha pa je dolga pot. Študij na gradbeni fakulteti je bil zame prava zrelostna izkušnja, polna odrekanih, potrpežljivosti in razočaranj. A cilj je bil jasen in to diplomsko delo je dokaz, da če ga imaš, boš našel tudi pot. Zahvaljujem se prav vsem, ki ste mi na tej poti na kakršen koli način pomagali, me spodbujali in verjeli, da mi bo uspelo.

Kompleksnost gradbeništva in pomembnost vsakega področja najbolje spoznaš v praksi. Zato bi se zahvalil vsem sodelavcem, ki ste mi v teh letih pomagali nabirati izkušnje in me navduševali s svojim znanjem. Naslov diplomske naloge pa zagotovo ne bi bil, kakršen je, če ne bi spoznal Krsta Vasića, ki me je s svojim operativnim znanjem navdušil nad mostogradnjo. Posebej bi se zahvalil tudi Dejanu Bogataju in Mitji Erjavcu za vso strokovno pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Študij na gradbeni fakulteti je izredno kakovosten. V treh letih smo poslušali predavanja kar 33-ih različnih predmetov. Zahvalil bi se prav vsakemu profesorju posebej za odlično izpeljana predavanja in znanje, ki ste ga delili z nami. Posebej bi se zahvalil mentorju, viš. pred. dr. Aleksandru Srdiću, in somentorju, dr. Mateju Kušarju, za pomoč pri pisanju diplomske naloge.

A ne bi bilo ne fakultete ne prakse, če mi ne bi ob strani stala družina. Stric Andrej in teta Olga, hvala za vse spodbudne besede in lepe trenutke, ki smo jih preživeli skupaj v tistih najbolj burnih letih moje mladosti. Bratranca Matic in Andrej, kot najmlajšemu v družini so mi vajini nasveti in predlogi vedno veliko pomenili in vedno jih bom imel v mislih. Sestrična Simona, tudi tebi hvala za dobro voljo in pomoč pri lektoriranju diplomske naloge.

Hvala tudi babici Mariji za vse lepe besede in dobre želje, sestri Urši, ki me je vedno znala postaviti na realna tla, ko mi je bilo najtežje ter bratu Domnu za spodbudne besede.

Postati oče ni težko, biti pa zelo. Zares je bila čudna ta pot, a prehodila sva jo skupaj. Oča Brane, hvala ti za vso podporo tekom študija, hvala, da nikoli nisi nehal verjeti vame in v moje sposobnosti kot tudi ni moja mati Nadja, ki me je vedno spodbujala in se veselila ob vsaki dobri novici.

## KAZALO VSEBINE

ERRATA .....	I
IZJAVA O AVTORSTVU .....	II
BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN .....	III
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION .....	IV
ZAHVALA .....	V
KAZALO VSEBINE .....	VI
KAZALO SLIK .....	IX
KAZALO PREGLEDNIC .....	X
KAZALO GRAFIKONOV .....	XI
KAZALO OKRAJŠAV .....	XII
1 UVOD .....	1
1.1 Opredelitev problema .....	1
1.2 Cilji naloge .....	1
1.3 Zasnova naloge .....	1
2 PREGLED RAZPISNE DOKUMENTACIJE IN TEHNIČNIH ZAHTEV .....	3
2.1 Razpisna dokumentacija .....	3
2.2 Tehnično poročilo .....	3
2.2.1 Geotehniške terenske raziskave: .....	3
2.2.2 Sestava tal .....	3
2.3 Dodatne raziskave in mnenje Igmata .....	4
3 TEHNOLOŠKA PRIPRAVA PODPORNIH KONSTRUKCIJ .....	6
3.1 Hünnebeck H33-nosilci .....	6
3.1.1 Splošno o H33-nosilcih .....	6
3.1.2 Sestavni deli .....	6
3.1.3 Sestavljanje nosilcev .....	7
3.1.4 Montaža nosilcev .....	7
3.1.5 Demontaža nosilcev .....	8
3.1.5.1 Izvlačenje nosilcev dolžine do 20 m z vozički .....	9
3.1.5.2 Izvlačenje nosilcev dolžine do 20 m s pomočjo avto dvigala .....	10
3.2 National alu-podporni stolpi .....	10
3.2.1 Splošno o podpornih stolpih .....	10
3.2.2 Sestavni deli .....	11
3.2.3 Montaža stolpa .....	12
3.2.4 Demontaža stolpa .....	12



3.3 HEB-nosilci .....	13
3.3.1 Splošno o HEB-nosilcih .....	13
3.3.2 Sestavni deli podporne konstrukcije iz HEB-nosilcev .....	14
3.3.3 Montaža HEB-nosilcev .....	14
3.3.4 Demontaža HEB-nosilcev .....	15
4 FINANČNA ANALIZA PODPORNIH KONSTRUKCIJ .....	16
4.1 Finančna analiza Hünnebeck H33-nosilcev .....	17
4.1.1 Najem Hünnebeckovih H33-nosilcev .....	17
4.1.1.1 Stroški najema .....	17
4.1.1.2 Odškodnina v primeru poškodbe nosilcev .....	17
4.1.2 Nakup Hünnebeckovih H33-nosilcev .....	17
4.1.2.1 Stroški nabave .....	17
4.1.2.2 Čas rentabilnosti.....	18
4.1.2.3 Stroški vzdrževanja.....	18
4.1.2.5 Možnost reciklaže .....	19
4.1.3 Neodvisni stroški .....	20
4.1.3.1 Predhodna dela .....	20
4.1.3.2 Stroški transporta.....	20
4.2 Finančna analiza National-podpornih stolpov.....	21
4.2.1 Najem National-podpornih stolpov .....	21
4.2.1.1 Stroški najema .....	21
4.2.1.2 Odškodnina v primeru poškodbe .....	21
4.2.2 Nakup National-podpornih stolpov .....	22
4.2.2.1 Stroški nakupa .....	22
4.2.2.2 Čas rentabilnosti.....	22
4.2.2.3 Stroški vzdrževanja.....	22
4.2.2.5 Možnost reciklaže .....	23
4.2.3 Neodvisni stroški .....	24
4.2.3.1 Predhodna dela .....	24
4.2.3.2 Stroški transporta.....	25
4.3 Finančna analiza HEB 400-nosilcev.....	25
4.3.1 Najem HEB 400-nosilcev .....	25
4.3.1.1 Stroški najema .....	25
4.3.1.2 Odškodnina v primeru poškodbe nosilcev .....	25
4.3.2 Nakup HEB 400-nosilcev .....	26

4.3.2.1 Stroški nakupa .....	26
4.3.2.2 Čas rentabilnosti .....	26
4.3.2.3 Stroški vzdrževanja .....	27
4.3.2.5 Možnost reciklaže .....	28
4.3.3 Neodvisni stroški .....	28
4.3.3.1 Predhodna dela .....	28
4.3.3.2 Stroški transporta .....	29
5 FINANČNO-TEHNOLOŠKA PRIMERJAVA PODPORNIH KONSTRUKCIJ .....	30
5.1 Finančna primerjava podpornih konstrukcij .....	30
5.2 Bistvena tehnološka razlika med National-podpornimi stolpi ter H33 in HEB-nosilci....	32
5.3 Primerjava med Hünnebeck H33 in HEB 400-nosilci.....	34
5.3.1 Primerjava predhodnih del .....	34
5.3.2 Stroškovna primerjava .....	36
5.4 Primerjava med HEB 400-nosilci in National podpornimi stolpi .....	38
5.4.1 Primerjava predhodnih del .....	38
5.4.2 Stroškovna primerjava.....	40
6 OPTIMALNA IZBIRA NA PODLAGI PREDSTAVLJENIH ANALIZ.....	43
7 ZAKLJUČEK .....	45
VIRI.....	46

## KAZALO SLIK

Slika 1: Podporne konstrukcije na mostu čez Soro v Zmincu. ....	2
Slika 2: Hünnebeckovi H33-nosilec.....	6
Slika 3: National-podporni stolpi.....	11
Slika 4: Sestavni deli podpornega stolpa (National opaži 2012) .....	12
Slika 5: HEB 400-nosilec .....	13
Slika 6: Karakteristike HEB-profilov (Metra Sežana, 2014).....	14
Slika 7: Podporne konstrukcije iz HEB 400-nosilcev .....	15
Slika 8: Gibanje cene jekla (Quandl, 2015) .....	19
Slika 9: Gibanje cen aluminija (Quandl, 2015).....	23
Slika 10: Podpiranje s pomočjo propustov .....	33
Slika 11: Hünnebeckovi in HEB 400-nosilci.....	34
Slika 12: Postavitev podporne konstrukcije iz HEB 400 nosilcev s pomočjo bagra.....	35
Slika 13: Primer uporabe National-podpornih stolpov v visoki gradnji (National, 2012) .....	41

**KAZALO PREGLEDNIC**

Preglednica 1: Stroški pri nakupu ali najemu.....	16
Preglednica 2: Cena Hünnebeckovih nosilcev .....	17
Preglednica 3: Čas rentabilnosti Hünnebeckovih nosilcev.....	18
Preglednica 4: Stroški vzdrževanja .....	19
Preglednica 5: Stroški predhodnih del pri Hünnebeckovih nosilcih.....	20
Preglednica 7: Stroški transporta po toni prevoženega materiala .....	21
Preglednica 8: Stroški transporta po urni kamionski postavki.....	21
Preglednica 9: Cena National-podpornih stolpov .....	22
Preglednica 10: Čas rentabilnosti National-podpornih stolpov.....	22
Preglednica 11: Stroški predhodnih del pri National-podpornih stolpih.....	24
Preglednica 12: Stroški transporta po toni prevoženega materiala.....	25
Preglednica 13: Stroški transporta po urni kamionski postavki.....	25
Preglednica 14: Cena HEB 400-nosilcev .....	26
Preglednica 15: Stroški najema HEB 400-nosilcev.....	26
Preglednica 16: Čas rentabilnosti pri marži 3.5 % na mesec.....	27
Preglednica 17: Čas rentabilnosti pri marži 5 % na mesec.....	27
Preglednica 18: Čas rentabilnosti pri marži 6,5 % na mesec.....	27
Preglednica 19: Stroški predhodnih del pri HEB 400-nosilcih.....	29
Preglednica 20: Stroški transporta po toni prevoženega materiala.....	29
Preglednica 21: Stroški transporta po urni kamionski postavki.....	29
Preglednica 22: Finančna primerjava podpornih konstrukcij.....	30

## KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Vrnjen vložek pri novih nosilcih .....	19
Grafikon 2: Vrnjen vložek pri rabljenih nosilcih .....	19
Grafikon 3: Delež vrnjenega vložka z reciklažo novih National-stolpov .....	24
Grafikon 4: reciklaža novih nosilcev .....	28
Grafikon 5: reciklaža rabljenih nosilcev .....	28
Grafikon 6: Kumulativni stroški postavitve različnih podpornih konstrukcij.....	31
Grafikon 7: Komulativni stroški najema, transporta in predhodnih del različnih podpornih konstrukcij.....	32
Grafikon 8: Primerjava stroškov predhodnih del med H33 in HEB-nosilci.....	36
Grafikon 9: Primerjava nakupnih cen med H33 in HEB 400-nosilci .....	37
Grafikon 10: Primerjava stroškov vzdrževanja med H33 in HEB 400-nosilci .....	38
Grafikon 11: Primerjava teže med National podpornimi stolpi in HEB 400-nosilci .....	39
Grafikon 12: Primerjava stroškov predhodnih del med National in HEB 400-nosilci .....	40
Grafikon 13: Primerjava nakupnih cen med National in HEB 400-nosilcev.....	40
Grafikon 14: Primerjava stroškov vzdrževanja med National in HEB 400.....	42

## KAZALO OKRAJŠAV

GG	geološko geotehnično
CCA	circa
MPA	mega pascal
Nm	Newton meter premer
$\Phi$	premer
$N/cm^2$	Newton/kvadratni centimeter

## **1 UVOD**

### **1.1 Opredelitev problema**

Podporne konstrukcije so začasni del vsakega objekta pri mostogradnji, ki v času gradnje prevzamejo in nosijo obremenitve objekta, kasneje pa obremenitve prenesemo na konstrukcijo. Izbira podporne konstrukcije je v večini primerov prepuščena izvajalskim podjetjem, katerih naloga je izbrati optimalno podporno konstrukcijo za dan projekt tako s tehnološkega kot tudi finančnega vidika. Razpolaganje z ustrezno opremo je velika prednost in je lahko tudi ključnega pomena pri pridobivanju posla gradbenih podjetij.

### **1.2 Cilji naloge**

V diplomski nalogi bom v ta namen proučil različne tipe podpornih konstrukcij uporabljenih pri izvedbi mostu čez Soro v Zmincu pri Škofje loki, jih med seboj primerjal, izvedel študijo rentabilnosti in na podlagi razvojnega programa v kohezijskem obdobju 2014-2020 potrdil ali zavrgel smiselnost nakupa.

### **1.3 Zasnova naloge**

Ker most v Zmincu ne le premešča reke Sore, temveč poteka tudi po polju, ki je poplavnega značaja in ima specifične geološke značilnosti so se tehnologi odločili za tri različne podporne konstrukcije, katere bodo predmet te diplomske naloge.

- 1) Hünnebeck H33 nosilci
- 2) National aluminijasti podporni stolpi
- 3) HEB nosilci



Slika 1: Podporne konstrukcije na mostu čez Soro v Zmincu.



## **2 PREGLED RAZPISNE DOKUMENTACIJE IN TEHNIČNIH ZAHTEV**

### **2.1 Razpisna dokumentacija**

Ob pregledu razpisne dokumentacije ni bilo zaslediti nobenih konkretnih zahtev ali pogojev za izbiro podporne konstrukcije. Podane so bile splošne navedbe za izvedbo in način obračunavanja stroškov. Po razpisni dokumentaciji za most 5-6 so bile podani naslednji zahtevki v sklopu tesarških del.

Izdelava nepremičnega nosilnega odra višine do 8 m, komplet z dobavo in izvedbo. Oder za opaž prekladne konstrukcije, obračun po tlorisu plošče. Max. razpon med podporami 32m preko Sore je potrebno glede na tehnologijo podpiranja upoštevati tudi morebitno začasno podpiranje v vodotoku (npr. na betonskih pilotih) in njihovo odstranitev, vključno z dostopnim nasipom za izvedbo. V ceni podpiranja je potrebno zajeti tudi izvedbo ustrezno komprimiranega nasipa v območju podpiranja na kopnem (ponudbeni predračun, 2013)

### **2.2 Tehnično poročilo**

Bolj kot razpisna dokumentacija na odločitev izvajalca o izboru podporne konstrukcije vpliva tehnično poročilo, ki zajema tudi geološke značilnosti na danem objektu. Da je posamezna podorna konstrukcija lahko nepomična, kot je to zahtevano v razpisni dokumentaciji, je za različne tipe konstrukcij treba izvesti različna pripravljalna dela, ki pa lahko znatno vplivajo na ceno. V tehničnem poročilu mostu čez Soro so bile podane naslednje geotehniške lastnosti zemljin.

#### **2.2.1 Geotehniške terenske raziskave:**

Na lokaciji podpor mostu je bilo izvrtanih 7 sondažnih vrtin, ki so vse segale 6 do 8 m v kompaktno osnovo (Sapundžić, 2005)

#### **2.2.2 Sestava tal**

Teren na območju načrtovanega objekta je ravninski. Pod obstoječim površjem se nahajajo aluvialni nanosi Poljanske Sore: večinoma so to srednje gosti in gosti zameljeni do peščeni prodi. Tik pod površjem se mestoma nahaja do 2,7 m debel sloj peščenih glin, peščenih meljev in zameljenih peskov v težko gnetnem konsistenčnem stanju ter v srednje gostem

gostotnem stanju.

Hribinska podlaga se nahaja od 4 do 7 m pod površjem in se postopoma dviguje v smeri stacionaže. Gradi jo visoko do srednje penetrabilen skrilav meljevec sive barve s kalcitnimi žilami in vložki kremenovega peščenjaka.

Podtalnica se je maja 2005 nahajala od 2,0 do 3,5 m pod površjem, to je na koti med 344,85 m in 346,15 m, medtem ko znaša kota stoletne vode  $Q_{100} = 349,34$  m (Sapundžić, 2005).

### 2.3 Dodatne raziskave in mnenje Igmata

Na podlagi tehničnega poročila je bilo razvidno, da obstaja verjetnost večjih posedkov, kar bi lahko ogrozilo želen potek gradnje. Zato so tehnologi glede na načrtovane možne podporne konstrukcije povprašali za mnenje tudi Igmata, da ne bi prišlo do nevšečnosti. Poročilo je vsebovalo naslednje podatke in je bilo med glavnimi faktorji, ki so vplivali na končno odločitev izbire podporne konstrukcije.

Dne 27. 1. 2014 so opravili pregled tal na območju predvidenih začasnih podpor opaža prekladne konstrukcije mostu 5-6 v Zmincu. Ugotovili so, da se debelina meljnega sloja ujema z GG-poročilom (geološko geotehničnim poročilom). V sondah znaša debelina od 1,1 m do 2,7 m. Melj in peščen melj sta bila precej suha, v primeru dviga Sore pa se lahko vlažnost močno poviša in s tem tudi kakovost močno pade.

Predvideni sta dve različici podpiranja: s stolpi, kjer so podporne noge v rastru cca 0,8-1 m in z nosilci podprti ob stebrih ter s po eno vmesno podporo.

1. Različica podpiranja s stolpi zahteva odstranitev vsaj 60 cm humusa in melja, vgradnjo geo-sintetike ter izdelavo tamponske blazine debeline 60 do 80 cm in utrditev do  $M_s$  (modul stisljivosti)  $> 80$  MPa (mega pascal). Točnejšo debelino blazine bo mogoče podati po izvedbi meritev in je odvisna tudi od hidroloških razmer ter morebitnih škodljivih učinkov težke mehanizacije na meljno plast ob izdelavi pilotov. Ker ob podporah ne sme biti posedkov, bo treba v širini cca (circa) 3 m na vsaki strani podpore izvesti popolno odstranitev melja in vgradnjo drobljenca.
2. Različica podpiranja z nosilci, ki so podprti ob stebrih, ter s po eno vmesno podporo v polju zahteva pod začasnimi podporami odstranitev vsega melja do proda, izvedbo tamponske blazine, ki jo je treba tudi utrditi do  $M_s > 80$  MPa, ter izdelavo začasnih temeljev. Posedki bodo po tej različici minimalni.

Opozarjam, da je uspešnost 1. variante močno odvisna od hidroloških razmer. V primeru visoke vode med gradnjo se lahko nosilnost in deformabilnost melja močno poslabša. Zaradi navedenega predlagam, da se v izogib nepričakovanim diferenčnim posedkom zaradi spremenljive debeline stisljivega melja ter lokalnih razmočenosti, izbere druga varianta podpiranja (Bebar, 2014).

### 3 TEHNOLOŠKA PRIPRAVA PODPORNH KONSTRUKCIJ

#### 3.1 Hünnebeck H33-nosilci

##### 3.1.1 Splošno o H33-nosilcih

Uporabljamo jih kot sestavni del horizontalne podporne konstrukcije za opaženje masivnih betonskih presekov in za premostitev večjih razpetin. Z njimi je možno premostiti razpetino do 30 m brez vmesnega podpiranja (Erjavec, 2007)



Slika 2: Hünnebeckovi H33-nosilec

##### 3.1.2 Sestavni deli

Hünnebeckovi nosilci so zelo prilagodljive podporne konstrukcije, saj so zasnovane tako, da jih je mogoče spajati, vendar je potrebno paziti na tip spoja, ki ga povežemo z

visokokakovostnimi vijaki M36.

SESTAVNI DELI:

- nosilec končni l = 600 cm (ženski in moški),
- nosilec končni l = 450 cm (ženski in moški),
- nosilec vmesni l = (600 cm, 450 cm, 300 cm ,170 cm),
- nosilec vmesni l = 30 stolp,
- vijak M 36 x 19 cm 10.9 + 3 matice (za stikovanje spodnje pasnice nosilcev),
- vijak M 36 x 9,5 cm 10.9 + 1 matice (za stikovanje zgornje pasnice nosilcev),
- enojne spojke. ( Erjavec, 2007)

### 3.1.3 Sestavljanje nosilcev

Sestavljanje H33-nosilcev mora potekati na vodoravnih tleh. Posebej moramo biti pozorni pri zategovanju visokokakovostni vijakov na stikih.

1. Nosilci se sestavljajo leže na ravni utrjeni podlagi, ki se jo dokončno izravna s pomočjo podložnih tramov. Trame se postavi na obeh straneh stikov posameznih elementov nosilca.
2. Elementi se med seboj sestavljajo do potrebne dolžine z vijaki M36. Vijake na stikih nosilcev je treba priviti z momentom cca 200 Nm (Newton meter).
3. Zgornje pasnice se stikuje z vijaki M36 dolžine 9,5 cm in eno matico na vijak.
4. Spodnje pasnice se stikuje z vijaki M36 dolžine 19 cm in tremi maticami na vijak.
5. Nadvišanje nosilcev zaradi pričakovanega povesa nosilcev se izvede s pomočjo vijakov na spodnji pasnici.
6. Ko je ležeči nosilec sestavljen (priviti in zategnjeni so vijaki na zgornji strani in samo priviti vijaki na spodnji strani ležečega nosilca), se nosilec pripne na zunanjih četrтинah dolžine in obrne ter zategne še spodnje vijake na predpisan moment (Erjavec, 2007).

### 3.1.4 Montaža nosilcev

Pri montaži iz varnostnih razlogov uporabljamo hkrati dve dvižni sredstvi, za lažje pozicioniranje pa si pomagamo z vrvmi, ki jih privežemo na koncih nosilcev. H33-nosilce med seboj prečno in diagonalno povežemo s cevmi, na ležišču pa jih povežemo s prirobnimi spojkami na prečni HEB-nosilec, nato lahko nadaljujemo z montažo.

1. Sestavljen nosilec se na dvižno sredstvo pripne z dvokrako jekleno vrvjo dopustne nosilnosti 4 tone na zunanjih četrtinah razpona nosilca. Kot med jekleno vrvjo in pasnico nosilca ne sme biti manjši od  $60^\circ$ .
2. Na nosilec se pred montažo navežejo vrvi, s katerimi se prepreči vrtenje in usmerja nosilec na ležišče. Pri tem se na delovnih odrih ob podporah nahajata delavca, ki usmerita nosilec na dokončni položaj in izvedeta pritrditev.
3. Odpenjanje prvega nosilca se izvede iz dvižne košare ali pa tako, da pripet delavec po nosilcu spleza po spodnji pasnici do mesta vpetja in se pri tem giblje skozi nosilec, tako da vrv poteka izmenično levo in desno od vertikal oz. diagonal nosilca. Pri tem je delavec z varnostnim pasom in varovalno vrvjo pripet na oder ob ležišču, sodelavec pa popušča vrv.
4. Prvi nosilec (če so nosilci daljši od 20 m) se položi na HEB-nosilca, drži ga dvižno sredstvo. Z drugim dvižnim sredstvom se na HEB-nosilca položi drugi H33-nosilec ter se jih medsebojno poveže po gornji pasnici z najmanj termi prečnimi in diagonalnimi cevmi  $\Phi 48,3$  mm (premer) na razdalji največ 4,5 m.
5. Odpenjanje postavljenih nosilcev daljših od 20 m je možno šele po povezavi nosilca na predhodne nosilce. Pri izvedbi teh medsebojnih povezav nosilcev je treba zagotoviti ravnost nosilcev, to je zgornje pasnice nosilcev. Največja ukrivljenost sme biti  $1/500$  dolžine nosilca.
6. Nosilce se poveže s prečnimi HEB-nosilci, na katere nalegajo, s pomočjo prirobnih spojk (dve spojki na vsako ležišče). Pritegne se jih z momentom 180 Nm.
7. Nosilce H33 je treba medsebojno uklonsko povezati v ravnini zgornjih pasnic in tudi v vertikalnih ravninah z odorskimi cevmi  $\Phi 48,3$  mm in dodatnimi elementi. Povezava se izvede po načrtu odra. Vse spojke odorskih cevi je treba priviti z momentom 40 Nm. Pri stikih cevi je treba uporabiti dodatno cev in dve vrtljivi spojki, preko stika zaradi prevzema nateznih sil.
8. V času montaže nosilcev je prepovedan prehod in zadrževanje pod nosilci (Erjavec, 2007)

### 3.1.5 Demontaža nosilcev

Demontaža H33-nosilcev je zelo nevarna, zato moramo biti pri tem delu zelo previdni. Poznamo več načinov demontaže:

- izvlačanje nosilcev dolžine do 20 m z vozički,
- izvlačanje nosilcev dolžine do 20 m s tirforji,
- izvlačanje nosilcev dolžine do 20 m s pomočjo avtodvigala,
- izvlačanje nosilcev dolžine nad 20 m s pomočjo avtodvigala in vozičkov za izvlačenje.

Opisal bom prvo in tretjo varianto demontaže, saj sta si prvi dve zelo podobni, četrta varianta pa je kombinacija obeh opisanih postopkov (Erjavec, 2007).

### **3.1.5.1 Izvlačenje nosilcev dolžine do 20 m z vozički**

1. Tirnice za voziček (2U10) dvignemo pod ploščo s pomočjo avtodvigala, s ploščo jih povežemo (obesimo) z dywidag-vijaki in maticami skozi luknje puščene v plošči.
2. Namestimo oba vozička ter pritrdimo končni zavorni vijak.
3. Na oba vozička vpenemo H33-nosilec s hidravličnima dvigalkama.
4. Postavimo vpenjalno vrv za vpetje na dvižno sredstvo.
5. Popustimo diagonalno in horizontalno povezavo na nosilcu, ki ga bomo izvlekli.
6. Demontiramo del delovnega odra do nosilca in prirobne spojke.
7. Nosilec, ki visi (je vpet) na obeh vozičkih, potiskamo enakomerno na mestih vpetja na voziček s pomočjo železnih ali lesenih drogov. Pri demontaži plošč v nagibu izvajamo tudi varovanje pred pobegom (vrvi).
8. Ko potisnemo nosilec izpod plošče, ga navežemo na dvižno sredstvo (vpenjalno vrv z delovnega odra privežemo na nosilec pred pričetkom premika), popustimo dvigalki in vozička z dvigalkama demontiramo, oziroma prestavimo.
9. Na obeh koncih navežemo vrvi za usmerjanje nosilca v zraku.
10. Nosilec prenesemo z dvižnim sredstvom na transportno sredstvo za prevoz na novo fazo ali na deponijo. Nosilec na dvižno sredstvo priprnemo z dvokrako jekleno vrvjo dopustne nosilnosti 4 tone na zunanjih četrtinah razpona nosilca. Kot med jekleno vrvjo in pasnico nosilca ne sme biti manjši od 60 °.
11. Po končani demontaži nosilcev sledi demontaža tirnic za vozičke. Vrvi debeline min 12 mm spustimo skozi luknjo v plošči nad tirnicami in jih zavežemo na dveh koncih tirnice. Vrv napnemo skozi ploščo in zasidramo tako, da trdno drži dokler ne odstranimo ostalih dywidag-vijakov. S počasnim spuščanjem tirnice spustimo na tla, predhodno pa prostor pod tirnicami označimo in preprečimo dostop.

### 3.1.5.2 Izvlačenje nosilcev dolžine do 20 m s pomočjo avto dvigala

1. Avtodvigalo postavimo pod sredino nosilca v ugodno lego glede stabilnosti avtodvigala, in sicer pod kotom manjšim od  $45^\circ$  oz.  $30^\circ$  glede na nosilec.
2. Ročico postavimo pod ploščo do višine zgornje pasnice nosilca.
3. Delavec, ki je na delovnem odru na spodnji pasnici nosilca, pripne nosilec z jekleno vrvjo  $\Phi 18$  mm in nosilnosti 35 kN točno na sredini razpetine na poseben konzolni priključek, ki je preko sornika pritrjen na roko avtodvigala.
4. Nosilec avtodvigalo dvigne 2-5 cm nad HEB-nosilec, ga umiri ter s pomočjo teleskopa nese izven območja plošče objekta, pri čemer mora biti nosilec vedno nad HEB-nosilci.
5. Nosilec odložimo na že vnaprej pripravljeno deponijo, ki mora biti pripravljena, in sicer 1 m nad postavljenim avtodvigalom, ter utrjena do nosilnosti do  $30 \text{ N/cm}^2$  (Newton/kvadratni centimeter).
6. Po potrebi avtodvigalo postopoma prestavljamo pod ploščo, dokler ne doseže z ročico vseh nosilcev.

## 3.2 National alu-podporni stolpi

### 3.2.1 Splošno o podpornih stolpih

Podporne stolpe lahko uporabljamo za različne oblike, kot so ravne plošče, plošče v naklonu, armiranobetonske nosilce in vute. Največja prednost sistema je univerzalnost, saj lahko z eno opremo podpiramo različne oblike, višine in debeline: od tipičnih plošč v stanovanjski gradnji do težkih plošč nadvozov in mostov.



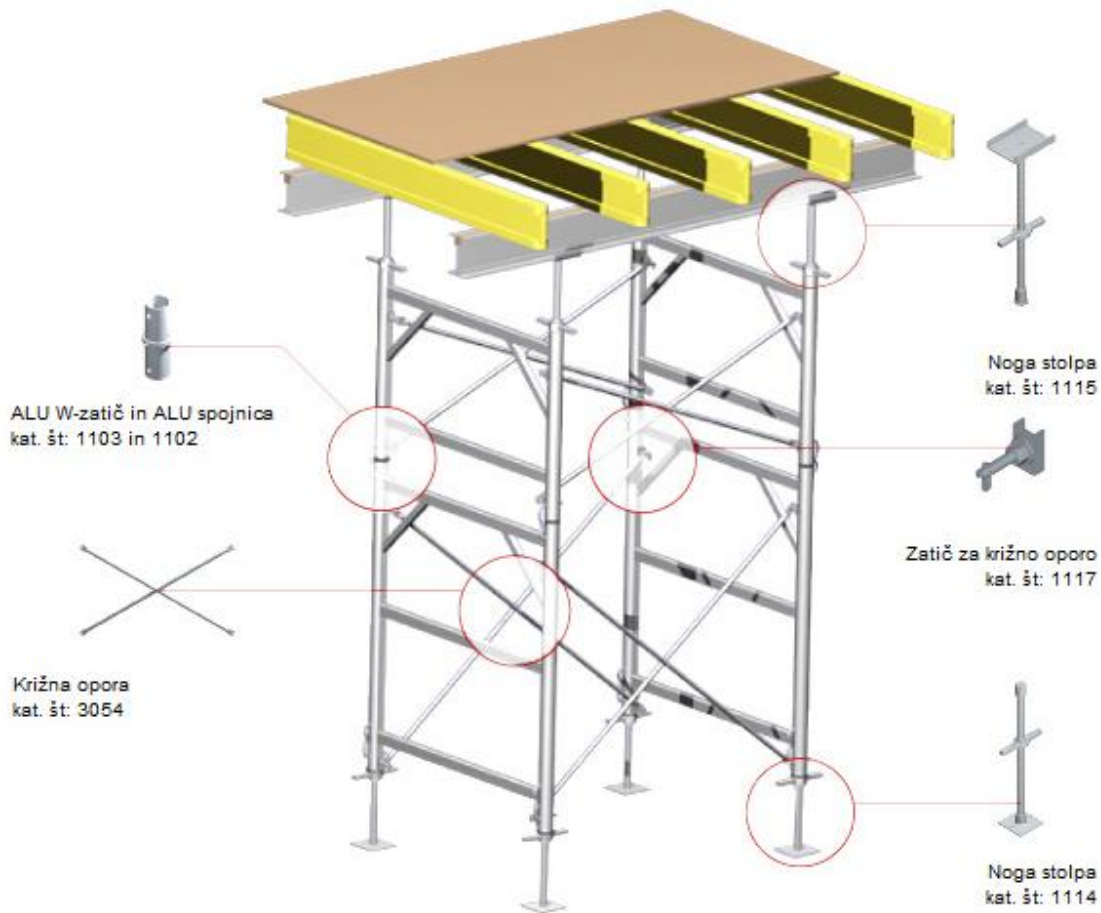


**Slika 3: National-podporni stolpi**

### **3.2.2 Sestavni deli**

Glavna dela alu-podpornega stolpa sta okvir in križna opora, izbiramo lahko med različnimi dimenzijami, kar nam omogoča prilagoditev tako prostorskim kot statičnim pogojem. Celoten stolp pa sestoji iz (Alu-stolpi 200 kn, 2014):

- ALU-okvirja,
- križne opore,
- noge stolpa,
- spojnice,
- zatiča,
- u-glave stolpa.



**Slika 4: Sestavni deli podpornega stolpa (National opaži 2012)**

### 3.2.3 Montaža stolpa

Pred pričetkom postavitve stolpa moramo zagotoviti stabilno podlago, na kateri bo stala podporna konstrukcija. Konstrukcija stolpa je zasnovana tako, da omogoča združitev posameznih stolpov s pomočjo spojnic, kar omogoča hitro napredovanje v višino:

1. pozicioniranje nog stolpa,
2. postavitve okvirja na noge stolpa,
3. fiksiranje okvirja s križnimi oporami,
4. zagotovitev horizontalnosti sistema,
5. vstavitve zgornje noge,
6. pozicioniranje noge na željeno višino,
7. postavitve sekundarne nosilne konstrukcije.

### 3.2.4 Demontaža stolpa

Demontaža stolpa poteka v obratnem vrstnem redu kot montaža.

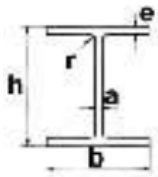
### 3.3 HEB-nosilci

#### 3.3.1 Splošno o HEB-nosilcih

Poznamo več polno-stenskih vroče valjanih profilov kot so IPE, INP, HEB, HEM. Te se uporabljajo pri različnih jeklenih konstrukcijah, kot so podesti, stropi, nadstreški ter okvirji za hale. Pri vroče valjanih profilih ni nevarnosti lokalnega izbočenja in so zelo kompaktni, zato v večini primerov ne potrebujemo ojačitev. HEB-profilo so v primerjavi z večino drugih vroče valjanih profilov bolj robustni in tako z debelejšima pasnicama in širšo stojino bolje prenašajo tako prečne kot osne sile. Zaradi velikega odpornostnega momenta so primerni tudi kot podporne konstrukcije pri mostogradnji.



Slika 5: HEB 400-nosilec

**PROFIL HEB**

PROFIL						Teža kg/m	Presek cm <sup>2</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>
HEB	h	b	a	e	r				
100	100	100	6,0	10,0	12,0	20,4	26,0	90	450
120	120	120	6,5	11,0	12,0	26,7	34,0	144	864
140	140	140	7,0	12,0	12,0	33,7	43,0	216	1509
160	160	160	8,0	13,0	15,0	42,6	54,3	311	2492
180	180	180	8,5	14,0	15,0	51,2	65,3	426	3831
200	200	200	9,0	15,0	18,0	61,3	78,1	570	5696
220	220	220	9,5	16,0	18,0	71,5	91,0	736	8091
240	240	240	10,0	17,0	21,0	83,2	106	938	11259
260	260	260	10,0	17,5	24,0	93,0	118	1150	14919
280	280	280	10,5	18,0	24,0	103	131	1380	19270
300	300	300	11,0	19,0	27,0	117	149	1680	25166
320	320	300	11,5	20,5	27,0	127	161	1930	30823
340	340	300	12,0	21,5	27,0	134	171	2160	36656
360	360	300	12,5	22,5	27,0	142	181	2400	43193
400	400	300	13,5	24,0	27,0	155	198	2880	57680
450	450	300	14,0	26,0	27,0	171	218	3550	79887
500	500	300	14,5	28,0	27,0	187	239	4290	107176
550	550	300	15,0	29,0	27,0	199	254	4970	136691
600	600	300	15,5	30,0	27,0	212	270	5700	171041
650	650	300	16,0	31,0	27,0	225	286	6480	210616
700	700	300	17,0	32,0	27,0	241	306	7340	256888
800	800	300	17,5	33,0	30,0	262	334	8980	359083
900	900	300	18,5	35,0	30,0	291	371	10980	494065
1000	1000	300	19,0	36,0	30,0	314	400	12890	644748

Slika 6: Karakteristike HEB-profilov (Metra Sežana, 2014)

**3.3.2 Sestavni deli podporne konstrukcije iz HEB-nosilcev**

Da lahko postavimo podporno konstrukcijo iz HEB-profilov, moramo zgraditi ali postaviti začasne podpore, na katere postavimo prečni nosilec. Nanj nato postavimo hidravlične ali ročne dvigalke. Število podpor je odvisno od dolžine razpoložljivih nosilcev in dovoljenih pomikov. Torej potrebujem sledeče sestavne dele:

- začasno podporno konstrukcijo za nosilce,
- prečni HEB-nosilec,
- dvigalke,
- vzdolžne HEB-nosilce.

**3.3.3 Montaža HEB-nosilcev**

Pred pričetkom montaže moramo zagotoviti stabilnost začasnih podpor za nosilce:

1. postavitve začasnih podpor,
2. naleganje horizontalnih vzdolžnih nosilcev s pomočjo dvigala,
3. pozicioniranje dvigalk na želena mesta in višino,

4. postavitve vzdolžnih HEB-nosilcev s pomočjo dvigala.

### 3.3.4 Demontaža HEB-nosilcev

Demontaža je zelo nevarna, saj moramo posamezne nosilce odstraniti izpod obstoječe konstrukcije:

1. popustitev pohodnega odra pod HEB-nosilci,
2. delavca, ki morata biti varovana vsak na svoji strani ob naleganjih HEB-nosilcev, popustita dvigalke,
3. HEB-nosilce simetrično pripneta na vpenjalno vrv, ki je pripeta na dvižno sredstvo,
4. s pomočjo triforja ali jeklenega kola simetrično na vsaki strani naleganja počasi potiskata nosilec proti koncu prečnega nosilca,
5. nosilec s pomočjo dvižnega sredstva deponirata na za to vnaprej utrjeno in pripravljeno mesto,
6. postopek ponavljata izmenično od zunanjih proti notranjim nosilcem,
7. odstraniti pohodni oder,
8. odstraniti začasne podpore za HEB-nosilce.



Slika 7: Podporna konstrukcija iz HEB 400-nosilcev

#### 4 FINANČNA ANALIZA PODPORNIH KONSTRUKCIJ

Rentabilnost investicije oziroma vloženega kapitala je eden ključnih pokazateljev smotrnosti nakupa za investitorja. Z razmerjem med dobičkom in vloženimi sredstvi lahko izračunamo čas, ki je potreben, da se nam investicija povrne. V Sloveniji je gradbeništvo zelo nevhvaležna panoga za napovedovanje časa rentabilnosti vlaganj, saj so investicije načrtovane neenakomerno in nekonstantno, vezane pa so predvsem na evropske finančne perspektive. Za izvajalska podjetja je to velik problem, saj ob takih pogojih težko opravičujejo naložbe in se odločajo za nakup novih strojev in tehnologij za gradnjo. Zato se v večini odločajo za najem, kar pa veča stroške izgradnje.

Vsaka različna tehnologija podpiranja zahteva različna pripravljalna dela za postavitve, ki neposredno vplivajo na stroške izgradnje in jih mora izvajalec vedno všteti, ne glede na to ali ima opremo kupljeno ali najeto. Stroški pripravljalnih del imajo velik vpliv na odločitev investitorja za nakup opreme, upoštevati pa mora tudi vse stroške vzdrževanja, skladiščenja ter amortizacije, če se zanj res odloči.

**Preglednica 1: Stroški pri nakupu ali najemu**

	Nakup	Najem
Vzdrževanje	x	
Skladiščenje	x	
Transport na gradbišče in nazaj	x	x
Odškodnina		x
Amortizacija	x	
Predhodna dela na gradbišču	x	x

V nadaljevanju bom zato za vsako posamezno podporno konstrukcijo najprej izvedel finančno analizo stroškov pri nakupu in najemu ter proučil neodvisne stroške predhodnih del, transporta, montaže in demontaže. V zadnjem sklopu poglavja pa bom izvedel primerjavo med vsemi tremi tipi podpornih konstrukcij.

## 4.1 Finančna analiza Hünnebeck H33-nosilcev

### 4.1.1 Najem Hünnebeckovih H33-nosilcev

#### 4.1.1.1 Stroški najema

V stroških najema so všteti vsi stroški, ki jih ima podjetje, ki daje opremo v najem, tako skladiščenje kot vzdrževanje. Seveda pa je v ceno najema všteta tudi marža oziroma želen dobiček najemodajalca. Višina najemnine je prikazana v Preglednici 3 (Stricker, 2014).

#### 4.1.1.2 Odškodnina v primeru poškodbe nosilcev

Po najemni pogodbi Xervon si podjetje, ki oddaja opremo v najem lasti pravico, da lahko zaračuna za celoten kos opreme po nakupni ceni, če opazijo poškodbe opreme. Zato mora biti podjetje zelo skrbno z izposojeno opremo, sicer ga doletijo dvojni stroški, tako najema kot odškodnine (Stricker, 2014)

### 4.1.2 Nakup Hünnebeckovih H33-nosilcev

#### 4.1.2.1 Stroški nabave

Hünnebeckovih nosilcev ne izdelujejo več serijsko, temveč le po naročilu, možna pa je tudi obnova in odkup starih. Nosilci se prodajajo glede na težo, za lažjo primerjavo pa sem cene pretvoril tudi na tekoči meter nosilca, čigar teža po katalogu za Hünnebeck-nosilce znaša 100 kg/m (Erjavec, 2015). Za postavitev 100 m<sup>2</sup> podporne konstrukcije, dimenzij 10 m\*10 m na višini 5 m, po tehnološkem elaboratu potrebujemo 9 H33-nosilcev. V spodnji preglednici so prikazani stroški nakupa Hünnebeckovih nosilcev.

**Preglednica 2: Cena Hünnebeckovih nosilcev**

	€/kg	€/m	€/100 <sup>2</sup> opaža
<b>Novi</b>	7	700	63.000,00
<b>Obnovljeni</b>	4,5	450	40.500,00

#### 4.1.2.2 Čas rentabilnosti

Čas rentabilnosti sem izračunal s pomočjo najemne ponudbe podjetja Xervon in zgoraj pridobljenih podatkov za ceno nosilcev (Stricker, 2014).

**Preglednica 3: Čas rentabilnosti Hünnebeckovih nosilcev**

	<b>Strošek nakupa</b>	<b>Strošek dnevnega najema</b>	<b>Prag rentabilnosti nakupa</b>	
			$R = \frac{C_{nakupa}}{C_{najema}}$	
	[€]	[€/ dan]	[dni]	[let]
<b>Novi</b>	63.000,00	36	1750	4,8
<b>Rabljen</b>	40.500,00	36	1125	3,1

#### 4.1.2.3 Stroški vzdrževanja

V izogib nesrečam na gradbišču mora biti vsa oprema brezhibna, zato je njeno vzdrževanje in pregledovanje nujno.

Protikorozijska zaščita ne predstavlja velikega stroška, saj po ceniku Merkurja 0.75 l protikorozijske zaščite stane 9.9 €, kar pa zadošča za približno 1 nosilec dolžine 10 m (Merkur, 2015).

Večje stroške predstavljajo neporušitvene preiskave napak in poškodb kovinskih elementov, zvarov in spojev. Po pogovoru s predstavnikom organizacijske enote za preiskave in preizkušanje Andrejem Kranjcem iz ZAG, bi po okvirnem predračunu za pregled 6 m dolgega H33-nosilca z vsemi spojnimi elementi plačali 85 € (Kranjc, 2015). Priporočljiva doba pregleda je vsaki 2 leti, kar lahko v času amortizacijske dobe opreme predstavlja kar nekaj stroškov. Če s konstrukcijo ni nič narobe, je treba poskrbeti za protikorozijsko zaščito, ki znaša približno 10 € na 6 metrski nosilec. V primeru dejanske poškodbe nosilcev pa bi ti stroški še bistveno narasli. V spodnji tabeli so prikazani stroški vzdrževanja na letni ravni.

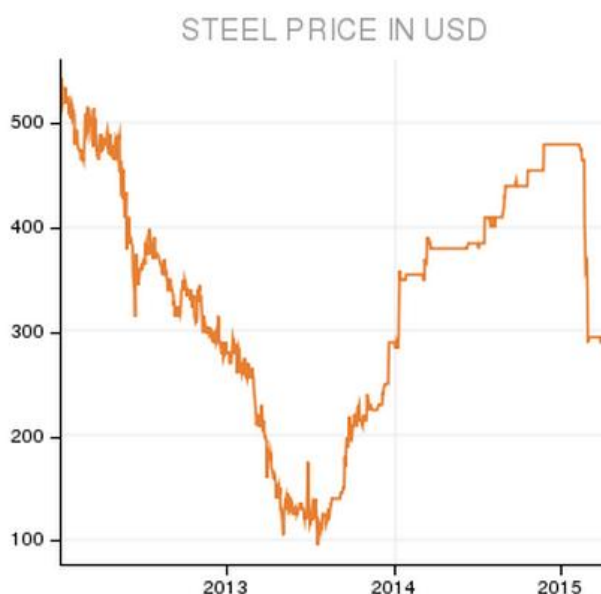


**Preglednica 4: Stroški vzdrževanja**

	6m	30m	100m
<b>Cena vzdrževanja [€]</b>	48	240	800

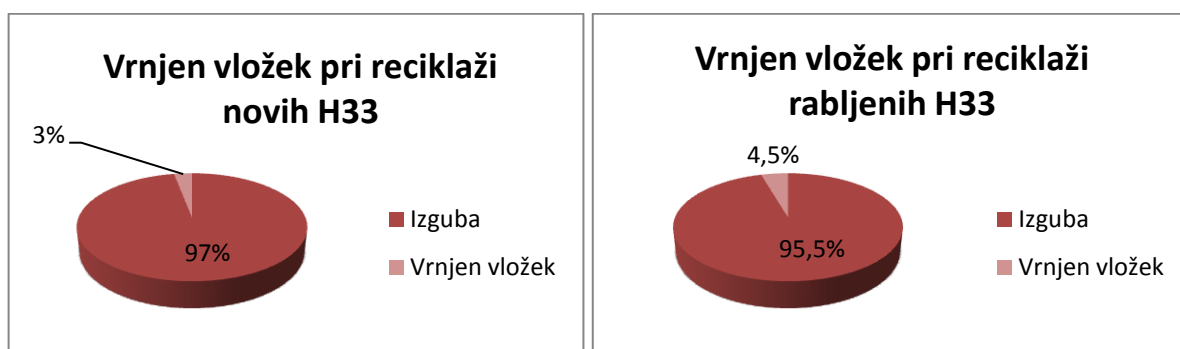
**4.1.2.5 Možnost reciklaže**

Zaradi vsakodnevnega spreminjanja globalnega trga s kovinami je težko oceniti vrednost kovin že v prihodnjem tednu, kaj šele v bližnji prihodnosti. Trenutne cene jekla se gibljejo okoli 260 €/tono. V preteklosti pa so se cene gibale, kot kaže spodnji graf (Quandl, 2015).



**Slika 8: Gibanje cene jekla (Quandl, 2015)**

Ker pa bi bilo jeklo v času reciklaže že obrabljeno, bi verjetno za tonno odpadnega jekla po trenutni NLB-menjalni tarifi dolarja 1€ = 1,08 \$, dobili le okoli 200 €/tona oz. 0.2 €/kg (Tečajna lista NLB za prebivalstvo, 2015).



**Grafikon 1: Vrnjen vložek pri novih nosilcih    Grafikon 2: Vrnjen vložek pri rabljenih nosilcih**

### 4.1.3 Neodvisni stroški

#### 4.1.3.1 Predhodna dela

Predhodna dela so nujno potrebna za postavitve vseh podpornih konstrukcij, seveda pa vsaka zahteva specifično pripravo. Za lažjo primerjavo bom v diplomski nalogi stroške predhodnih del opredelil za postavitve 100 m<sup>2</sup> podporne konstrukcije, dimenzij 10 m\*10 m na višini 5 m vsake izmed obravnavanih konstrukcij.

Predhodna dela za H33-nosilce zajemajo postavitve začasnih stebrov, na katere namestimo dvigalke in nanje HEB-profil, potrebnih dimenzij. Za postavitve stebrov so potrebna tudi zemeljska dela, katerih obseg pa lahko variira, kar je odvisno od geologije terena. Ocenjeni stroški predhodnih del so prikazani v spodnji tabeli.

**Preglednica 5: Stroški predhodnih del pri Hünnebeckovih nosilcih**

		enota	količina	cena/enoto	skupaj
<b>1</b>	<b>ZAČASNI TEMELJ 2 kos</b>				
	izkop 2*4m*2m*12m	m <sup>3</sup>	192	6	1152
	opaž temeljev 2*19m*0,4	m <sup>2</sup>	15,2	25	380
	beton C25/30 2*8m*1,5m*0,4m	m <sup>3</sup>	9,6	115	1104
	armatura 100kg/m <sup>3</sup>	kg	960	1,3	1248
<b>2</b>	<b>ZAČASNI MONTAŽNI STEBRI 40/40, l=6m, 4 kos</b>				
	opaž 4*1,6m*6m	m <sup>3</sup>	38,4	25	960
	beton C25/30 4*6m*0,4m*0,4m	m <sup>3</sup>	3,84	115	441,6
	armatura 100kg/m <sup>3</sup>	Kg	384	1,3	499,2
<b>4</b>	<b>NAVOZ IN UREDITEV TAMPONA 2*0,5m*12m*4m</b>	m <sup>3</sup>	48	9	432
<b>5</b>	<b>DELOVNA SILA</b>	ur	80	6	480
<b>6</b>	<b>DVIŽNO SREDSTVO</b>	ur	20	60	1200
<b>SKUPNI STROŠEK</b>					<b>7.896,80€</b>

#### 4.1.3.2 Stroški transporta

Stroški transporta prav tako vplivajo na končno ceno postavitve podporne konstrukcije. Stroški transporta se lahko obračunavajo kot urna kamionska tarifa ali na tono prepeljanega materiala. Če ima podjetje svojo lastno opremo, lahko na ta način veliko privarčuje, saj jo lahko skladišči na območju, kjer je najbolj dejavno. V spodnjih dveh tabelah so prikazani stroški, ki bi nastali za transport devetih Hünnebeckovih H33-nosilcev, ki so potrebni za izgradnjo 100 m<sup>2</sup> podporne konstrukcije in je njihova skupna teža 9 ton. Stroški so povzeti

po eksternem ceniku Gorenjske gradbene družbe za različne transportne razdalje pri obračunavanju na tono prepeljanega materiala in pri obračunavanju urnih kamionskih tarif.

**Preglednica 6: Stroški transporta po toni prevoženega materiala**

	10 km	20 km	30 km	50 km	100 km	200 km
€/t	2,2	3,44	4,43	6,18	10,53	19,23
Količina	9	9	9	9	9	9
STROŠKI	19,80€	30,96€	39,87€	55,62€	94,77€	173,07€

**Preglednica 7: Stroški transporta po urni kamionski postavki**

	1h
Scania (12t)	39,20€
Volvo FL 220	45,30€
Man (16t)	49,10€

## 4.2 Finančna analiza National-podpornih stolpov

### 4.2.1 Najem National-podpornih stolpov

#### 4.2.1.1 Stroški najema

Vsi deli, ki jih najemodajalec obračunava pri najemu, so že opredeljeni v poglavju 4.1.2.1. Podjetje National obračunava 3,5 % mesečno najemnino glede na novo podporno konstrukcijo, ki znaša 79€ na dan.

#### 4.2.1.2 Odškodnina v primeru poškodbe

Kot v večina podjetij si tudi National lasti pravico, da v primeru poškodbe opreme zaračuna nakupno ceno podporne konstrukcije.

## 4.2.2 Nakup National-podpornih stolpov

### 4.2.2.1 Stroški nakupa

Stroške nakupa bom opredelil za postavitev 100 m<sup>2</sup> podporne konstrukcije, dimenzij 10 m\*10 m na višini 5 m. Potrebne količine in cene sem povzel po predračunu in opaznem načrtu podjetja National. V spodnji tabeli je prikazan izračun stroška nakupa National-podpornih stolpov (Mežek, 2014)

Preglednica 8: Cena National-podpornih stolpov

		kosov	€/kos	cena
1	Alu-okvir 122 cm * 122	48	136	6528
2	Alu-okvir 122 cm * 152	96	163	15648
3	ALU-spojnica	192	12,4	2380,8
4	Noga stopala	96	41,5	3984
5	U-glava stopala	96	43	4128
6	Križna opora 152cm * 61	48	20,4	979,2
7	Križna opora 152cm * 122	96	26,6	2553,6
8	ALU-nosilec	12	335	4020
<b>SKUPNI STROŠEK</b>				<b>40.221,60€</b>

### 4.2.2.2 Čas rentabilnosti

Čas rentabilnosti sem izračunal s pomočjo zgoraj pridobljenih podatkov in preračunom najemne pogodbe podjetja National opaži.

Preglednica 9: Čas rentabilnosti National-podpornih stolpov

	Strošek nakupa	Strošek dnevnega najema	Prag rentabilnosti nakupa	
			$R = \frac{C_{nakupa}}{C_{najema}}$	
	[€]	[€/dan]	[dni]	[let]
<b>Novi</b>	40.222,00	79	509	1,4

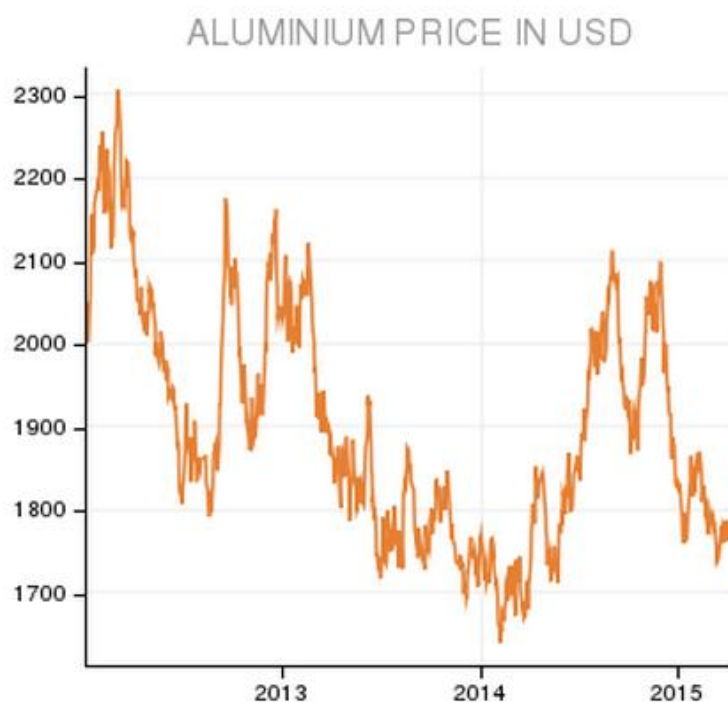
### 4.2.2.3 Stroški vzdrževanja

Aluminij je zelo hvaležna kovina. Odporen je na vpliv morske vode in veliko drugih kemikalij, najbolj pomembno pa je, da ne rjavi. Te odlične lastnosti znižajo stroške vzdrževanja na

minimum. Potrebna je le vizualna kontrola vertikalnosti elementov.

#### 4.2.2.5 Možnost reciklaže

Tako kot pri vseh drugih kovinah se tudi pri aluminiju konstantno spreminjajo cene. Gibanje cen aluminija je prikazano na spodnji sliki, ki nazorno prikazuje velike razlike cen v le nekaj letih (Quandl, 2015)



**Slika 9: Gibanje cen aluminija (Quandl, 2015)**

Trenutna cena aluminija se giblje okoli 1900 ameriških dolarjev, kar je po trenutni NLB menjalni tarifi dolarja  $1 \text{ €} = 1,08 \text{ \$}$  okoli 1745 €. Po preračunu mase National-podpornih stolpov stane kilogram konstrukcije 9 €. Torej bi bil odstotek vrnjenega vložka enak 20 %, kot kaže spodnji graf.



**Grafikon 3: Delež vrnjenega vložka z reciklažo novih National-stolpov**

#### 4.2.3 Neodvisni stroški

##### 4.2.3.1 Predhodna dela

Predhodna dela za postavitve podpornih stolpov se lahko zelo razlikujejo glede na lokacijo. Odvisna so predvsem od podlage, na katero jih postavljamo, in ki jo moramo ustrezno utrditi glede na pričakovane obremenitve konstrukcije. Za izračun predhodnih del bom upošteval mnenje dodatnih preiskav Igmata na območju mostu čez Soro in približne postavke za izkope in navoz ter utrditev tampona. V ceni je že zajeta vsa potrebna mehanizacija in delo izvedbe. Izračun je narejen za 100 m<sup>2</sup> podporne konstrukcije.

**Preglednica 10: Stroški predhodnih del pri National-podpornih stolpih**

		količina	€/enoto	cena
1	Izkop	50	6	300
2	Navoz in utrditev tampona	70	8	560
<b>SKUPAJ STROŠKOV</b>				<b>860,00 €</b>

#### 4.2.3.2 Stroški transporta

Pri izračunu stroškov transporta sem uporabil enake urne tarife in postavke kot pri H33-nosilcih. Težo stolpov sem izračunal s pomočjo predračuna podjetja National opaži, ki za 100 m<sup>2</sup> podporne konstrukcije na višini 5 m znaša cca 4500 kg.

Preglednica 11: Stroški transporta po toni prevoženega materiala

	10 km	20 km	30 km	50 km	100 km	200 km
€/t	2,20	3,44	4,43	6,18	10,53	19,23
Količina	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
STROŠKI	9,90 €	15,48 €	19,94 €	27,81 €	47,39 €	86,54 €

Preglednica 12: Stroški transporta po urni kamionski postavki

	1h
Iveco(5,3t)	26,60 €
Scania (12t)	39,20 €
Volvo FL 220	45,30 €
Man (16t)	49,10 €

### 4.3 Finančna analiza HEB 400-nosilcev

#### 4.3.1 Najem HEB 400-nosilcev

##### 4.3.1.1 Stroški najema

HEB 400-nosilci se lahko uporabijo za podporne konstrukcije, vendar je njihov primarni namen uporabe v gradnji jeklenih konstrukcij. Verjetno je ravno to razlog, da sem po nekaj pogovorih s proizvajalci in distributerji HEB-profilov, kot sta Dom trade in Metra Sežana, vedno dobil negativen odgovor za možnost najema. Zato sem najverjetnejše stroške najema izračunal z pomočjo najpogostejših marž najemodajalcev.

##### 4.3.1.2 Odškodnina v primeru poškodbe nosilcev

Ker nisem našel nobenih podjetji, ki bi opremo dajala v najem, tega podatka ne morem

potrditi. Verjetno pa bi bila odškodnina, v primerjavi z zgoraj opisanimi najemi, enaka nakupni ceni novega HEB-profila.

### 4.3.2 Nakup HEB 400-nosilcev

#### 4.3.2.1 Stroški nakupa

Cena jeklenih profilov se obračunava po njihovi teži. Teža HEB 400-nosilca je 155 kilogramov na tekoči meter. Ker nosilce izdelujejo serijsko, in sicer v dolžini 12 m, jih lahko kupimo le v tej dolžini, kar sem upošteval tudi v spodnji preglednici. Po tehnološkem elaboratu za postavitev  $100\text{ m}^2$  podporne konstrukcije potrebujemo 16 nosilcev. Primerjavo med novimi in starimi sem izvedel na podlagi predračunov Cestnega podjetja Maribor za rabljene nosilce (Zorec, 2014) in Dom trade Žabnica za nove nosilce (Omejc, 2014).

**Preglednica 13: Cena HEB 400-nosilcev**

	€/kg	€/m	€/100 <sup>2</sup> opaža
<b>Novi</b>	0,66	102,30	19.641,60
<b>Rabljeni</b>	0,35	54,25	10.416,00

#### 4.3.2.2 Čas rentabilnosti

Ker na trgu nisem našel nikogar, ki bi profile oddajal v najem, sem čas rentabilnosti izračunal s pomočjo treh najverjetnejših in najpogostejših marž, ki jih zaračunavajo posojilodajalci glede na nove profile. V spodnji preglednici so prikazani najverjetnejši stroški najema  $100\text{ m}^2$  podporne konstrukcije na mesec.

**Preglednica 14: Stroški najema HEB 400-nosilcev**

	3,5 %	5 %	6,5 %
<b>Stroški najema</b> [€/mes]	687	982	1277

Kot je razvidno iz zgornje razpredelnice, je za lastnika gradbenega podjetja najem zaradi večjih marž zelo drag, nasprotno pa se mu toliko hitreje povrne nakup, kar je razvidno iz spodnjih izračunov časa rentabilnosti.



**Preglednica 15: Čas rentabilnosti pri marži 3.5 % na mesec**

	Strošek nakupa	Strošek dnevnega najema	Prag rentabilnosti nakupa	
			$R = \frac{C_{nakupa}}{C_{najema}}$	
	[€]	[€/ dan]	[mes]	[let]
<b>Novi</b>	19.641,60	687	28,6	2,4
<b>Rabljeni</b>	10.416,00	687	15,2	1,26

**Preglednica 16: Čas rentabilnosti pri marži 5 % na mesec**

	Strošek nakupa	Strošek dnevnega najema	Prag rentabilnosti nakupa	
			$R = \frac{C_{nakupa}}{C_{najema}}$	
	[€]	[€/ dan]	[mes]	[let]
<b>Novi</b>	19.641,60	982	20	1,6
<b>Rabljeni</b>	10.416,00	982	10,6	0,9

**Preglednica 17: Čas rentabilnosti pri marži 6,5 % na mesec**

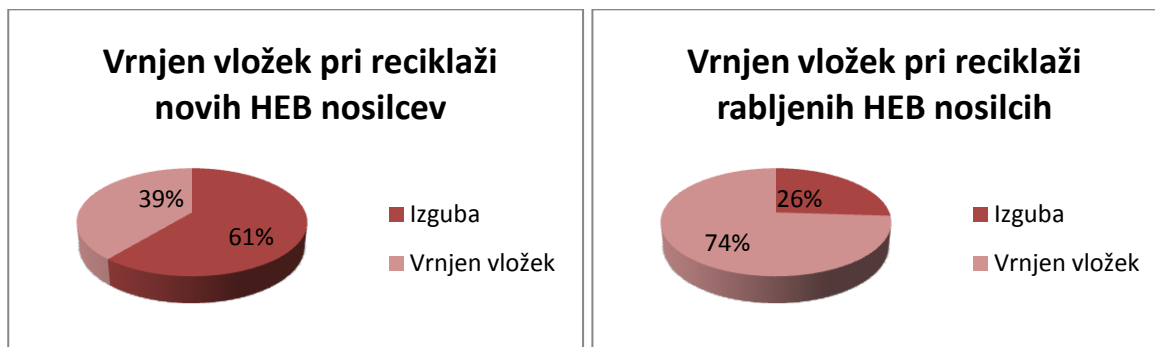
	Strošek nakupa	Strošek dnevnega najema	Prag rentabilnosti nakupa	
			$R = \frac{C_{nakupa}}{C_{najema}}$	
	[€]	[€/ dan]	[mes]	[let]
<b>Novi</b>	19.641,60	1277	15,4	1,3
<b>Rabljeni</b>	10.416,00	1277	8,2	0,7

#### 4.3.2.3 Stroški vzdrževanja

Ker so HEB-nosilci vroče valjani profili, nimajo kritičnih mest, kjer praviloma nastajajo poškodbe, kot so zvari in mehanski spoji. Zadoščata že vizualna kontrola in protikorozijska zaščita, ki pa sta stroškovno zanemarljiva.

#### 4.3.2.5 Možnost reciklaže

Kot sem že pojasnil v poglavju 4.1.1.5, je težko napovedati ceno jekla v času, ko bomo profile odpeljali na odpad. Odstotek povračila vložka ob reciklaži je bistveno večji kot pri H33-nosilcih, saj so HEB-profilii monolitni izdelki iz jekla, ki se vsakodnevno masovno proizvajajo.



Grafikon 4: reciklaža novih nosilcev

Grafikon 5: reciklaža rabljenih nosilcev

#### 4.3.3 Neodvisni stroški

##### 4.3.3.1 Predhodna dela

Predhodna dela za postavitev podporne konstrukcije iz HEB-profilov so enaka kot pri Hünnebeck H33-nosilcih. Zaradi lažje manipulacije s HEB-nosilci privarčujemo le pri času postavitve, zato so ocenjeni stroški nekoliko manjši.

**Preglednica 18: Stroški predhodnih del pri HEB 400-nosilcih**

		enota	količina	cena/enoto	skupaj
<b>1</b>	<b>ZAČASNI TEMELJ 2 kosa</b>				
	izkop 2*4 m*2 m*12 m	m <sup>3</sup>	192	6	1152
	opaž temeljev 2*19 m*0,4 m	m <sup>2</sup>	15,2	25	380
	beton C25/30 2*8 m*1,5 m*0,4 m	m <sup>3</sup>	9,6	115	1104
	armatura 100 kg/m <sup>3</sup>	Kg	960	1,3	1248
<b>2</b>	<b>ZAČASNI MONTAŽNI STEBRI 40/40, l=6 m, 4 kosi</b>				
	opaž 4*1,6 m*6 m	m <sup>2</sup>	38,4	25	960
	beton C25/30 4*6 m*0,4 m*0,4 m	m <sup>3</sup>	3,84	115	441,6
	armatura 100 kg/m <sup>3</sup>	kg	384	1,3	499,2
<b>4</b>	<b>NAVOZ IN UREDITEV TAMPONA 2*0,5 m*12 m*4 m</b>	m <sup>3</sup>	48	9	432
<b>5</b>	<b>DELOVNA SILA</b>	ur	40	6	240
<b>6</b>	<b>DVIŽNO SREDSTVO</b>	ur	10	60	600
<b>SKUPNI STROŠEK</b>					<b>7.056,8€</b>

#### 4.3.3.2 Stroški transporta

Tako kot že v preteklih dveh analizah bom uporabil enake predpostavke tarif in postavk. Skupna teža šestnajstih 10-metrskih HEB 400-nosilcev, ki so potrebni za postavitve 100 m<sup>2</sup> podporne konstrukcije, znaša 29760 kg. Dodatna težava pri HEB-nosilcih je njihova dolžina, zaradi katere je izbira prevoznega sredstva omejena.

**Preglednica 19: Stroški transporta po toni prevoženega materiala**

	10 km	20 km	30 km	50 km	100 km	200 km
<b>€/t</b>	2,2	3,44	4,43	6,18	10,53	19,23
<b>Količina</b>	29,76	29,76	29,76	29,76	29,76	29,76
<b>STROŠKI</b>	65,47 €	102,37 €	131,83 €	183,91 €	313,97 €	572,28€

**Preglednica 20: Stroški transporta po urni kamionski postavki**

	1h
<b>Scania (12t)</b>	39,20 €
<b>Man (16t)</b>	49,10 €
<b>Iveco 260</b>	54,20 €

## 5 FINANČNO-TEHNOLOŠKA PRIMERJAVA PODPORNH KONSTRUKCIJ

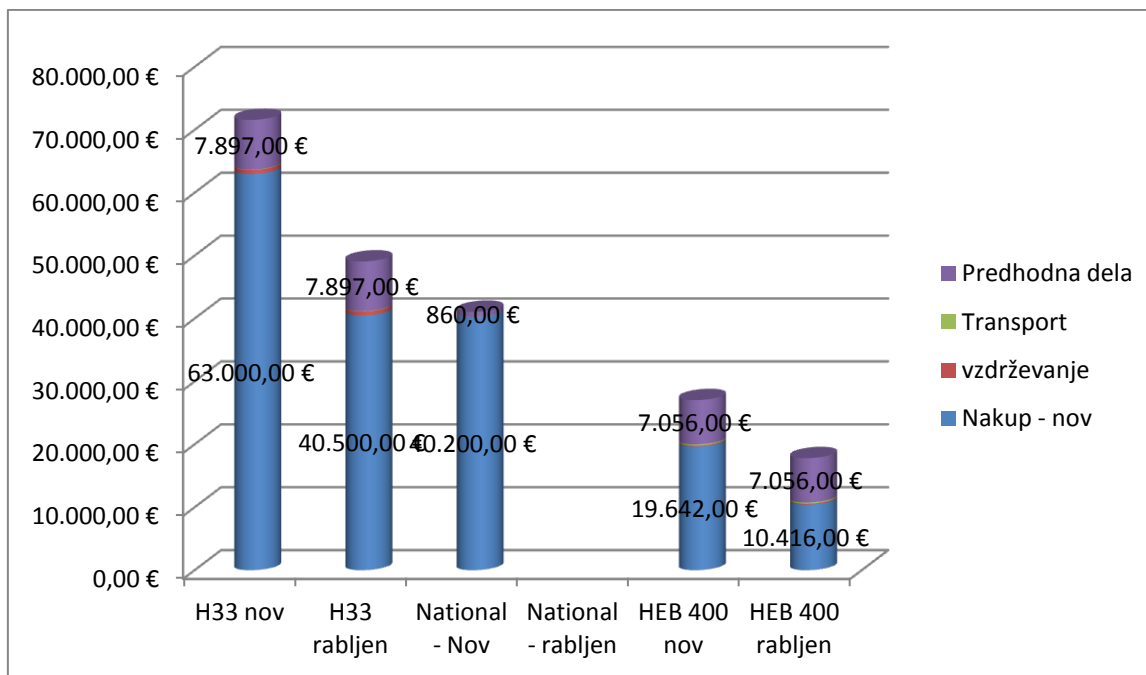
### 5.1 Finančna primerjava podpornih konstrukcij

Vsaka podporna konstrukcija ima svoje tehnološke prednosti, a obstajajo tudi situacije, kjer bi lahko uporabili vsako obravnavano podporno konstrukcijo. Zato sem v tem poglavju izvedel finančno primerjavo med vsemi tremi različnimi podpornimi konstrukcijami. V spodnji tabeli so prikazani različni stroški podpornih konstrukcij. Stroški vzdrževanja so prikazani na letni ravni za 100 m<sup>2</sup> podporne konstrukcije, stroški transporta pa za 100 m<sup>2</sup> podpornih konstrukcij na razdalji 50 km. Rdeča barva prikazuje najvišji strošek, zelena pa najnižji strošek med podpornimi konstrukcijami.

Preglednica 21: Finančna primerjava podpornih konstrukcij

	Nakup - nov	Nakup - rabljen	Vzdrže- vanje	Trans- port	Predhod- na dela 100 m <sup>2</sup>	Pred- hodna dela 300 m <sup>2</sup>	Najem
<b>H33</b>	63.000 €	40.500 €	720 €	49 €	7.897 €	7.897 €	69 €/dan
<b>Podpor- ni stolpi</b>	40.222 €	/	0 €	28 €	860 €	2.580 €	50 €/dan
<b>HEB 400</b>	19.641 €	10.416 €	160 €	184 €	7.056 €	14.112 €	/

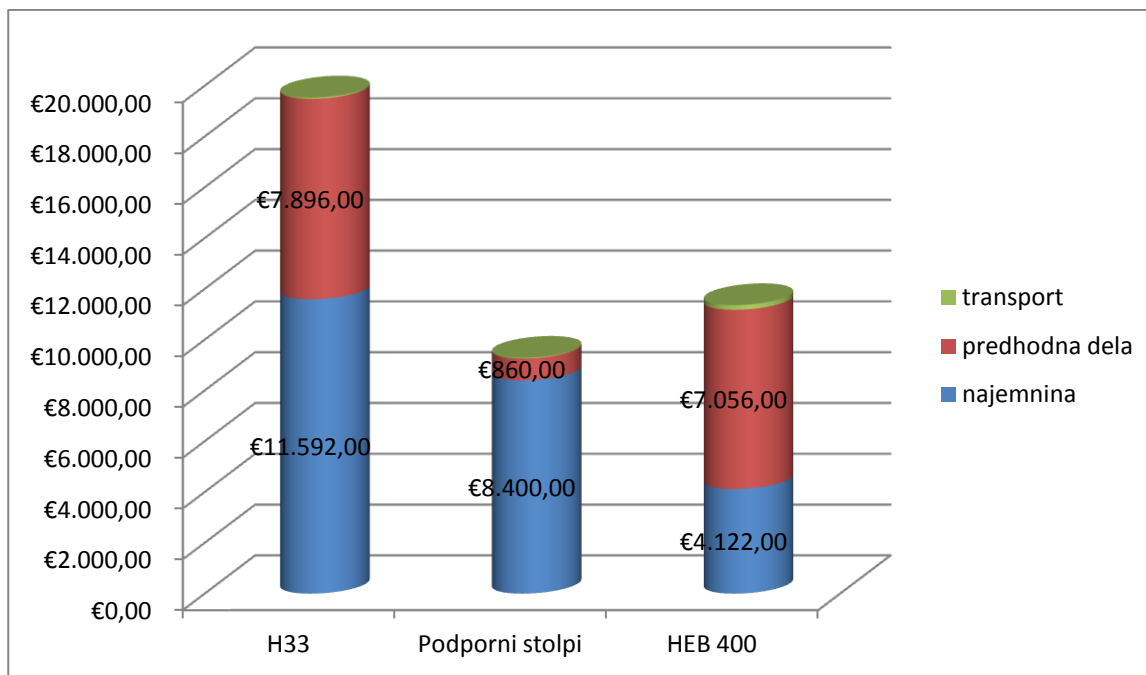
Iz zgornje tabele lahko razberemo, da so Hünnebeckovi H33-nosilci v različnih segmentih najdražji, medtem ko so vsi segmenti, razen nakupa, najcenejši pri National-podpornih stolpih. Na spodnjem grafu so prikazni kumulativni stroški podpornih konstrukcij za postavitve 100 m<sup>2</sup> podporne konstrukcije.



**Grafikon 6: Kumulativni stroški postavitve različnih podpornih konstrukcij**

Iz grafa so lepo vidne razlike v končni ceni, ki bi jih imel izvajalec za postavitev  $100\text{ m}^2$  podporne konstrukcije pri različnih tipih. Čeprav bi iz tabele preglednice 22 sklepali, da bodo najcenejši National-podporni stolpi, se sedaj lepo vidi, da zaradi velike razlike med nakupnimi cenami, to ne drži. Najcenejša različica za investitorja bi bili torej HEB 400-nosilci, daleč najdražja pa Hünnebeckovi H33-nosilci.

Za gradbeno podjetje nakup predstavlja veliko tveganje, zato se velikokrat podjetja odločajo raje za najem podpornih konstrukcij. Stroški najema in drugih del, ki so potrebna za postavitev  $100\text{ m}^2$  podporne konstrukcije, so prikazani na grafikonu 7.



**Grafikon 7: Komulativni stroški najema, transporta in predhodnih del različnih podpornih konstrukcij**

Ker na trgu nisem pridobil nikogar, ki bi oddajal v najem HEB 400-nosilce, sem najemnino izračunal za različne marže. V zgornjem grafu pa je prikazana 3,5 % marža. Čeprav je pri HEB 400-nosilcih najemnina daleč najnižja, zaseda šele drugo mesto za nacional-podpornimi stolpi. To je posledica obsežnih predhodnih del, ki so potrebna za postavitve 100 m<sup>2</sup> podporne konstrukcije. Gradbenemu podjetju bi zato raje priporočal najem nacional-podpornih stolpov.

## 5.2 Bistvena tehnološka razlika med National-podpornimi stolpi ter H33 in HEB-nosilci

Kot je navedeno v drugem poglavju diplomskega dela, je bila edina zahteva v razpisni dokumentaciji postavitve nepomičnega nosilnega odra. Če podjetje gradi viadukt, ki premošča kopno, lahko vse tri podporne konstrukcije zadostijo temu pogoju. Problem nastane pri mostogradnji, kjer premoščamo tekoče ali mirujoče vode. To je bistvena prednost H33 in HEB-nosilcev pred National-podpornimi stolpi, saj pri večjih mostovih ne moremo zagotoviti trdne podlage za postavitve stolpov, oziroma so zaradi regulacije struge stroški previsoki. Problematično je tudi, če viadukt prečka nestabilno geološko podlago, kot na primer barje, kjer nastane potreba po večjih nasipih nosilnega materiala in drugih geoloških

ukrepov, kar poveča stroške gradnje. National-podporne stolpe lahko uporabimo pri manjših mostovih, kjer reko začasno preusmerimo skozi propust, ki ga zasujemo z agregatom in s pomočjo komprimacije zagotovimo pogoje pomika iz razpisne dokumentacije.



**Slika 10: Podpiranje s pomočjo propustov**

Zaradi podobnih tehnoloških prednosti sem v poglavju 5.3 najprej primerjal podporni konstrukciji, ki sta najbolj primerni za mostogradnjo.

### 5.3 Primerjava med Hünnebeck H33 in HEB 400-nosilci



Slika 11: Hünnebeckovi in HEB 400-nosilci

#### 5.3.1 Primerjava predhodnih del

Pri transportu podpornih konstrukcij na gradbišče so v prednosti Hünnebeckovi nosilci. Sestavljeni so iz 6-metrskih segmentov, ki se kasneje sestavijo na gradbišču, kar omogoča večjo izbiro tovornih sredstev v primerjavi s serijskimi 12-metrskimi HEB 400-nosilci. Zaradi svoje palične zasnove, s katero pridobimo veliko statično višino, lahko z manj nosilci premoščamo enake razpone, kar pomeni tudi cenejši prevoz v primeru obračunavanja na tono.

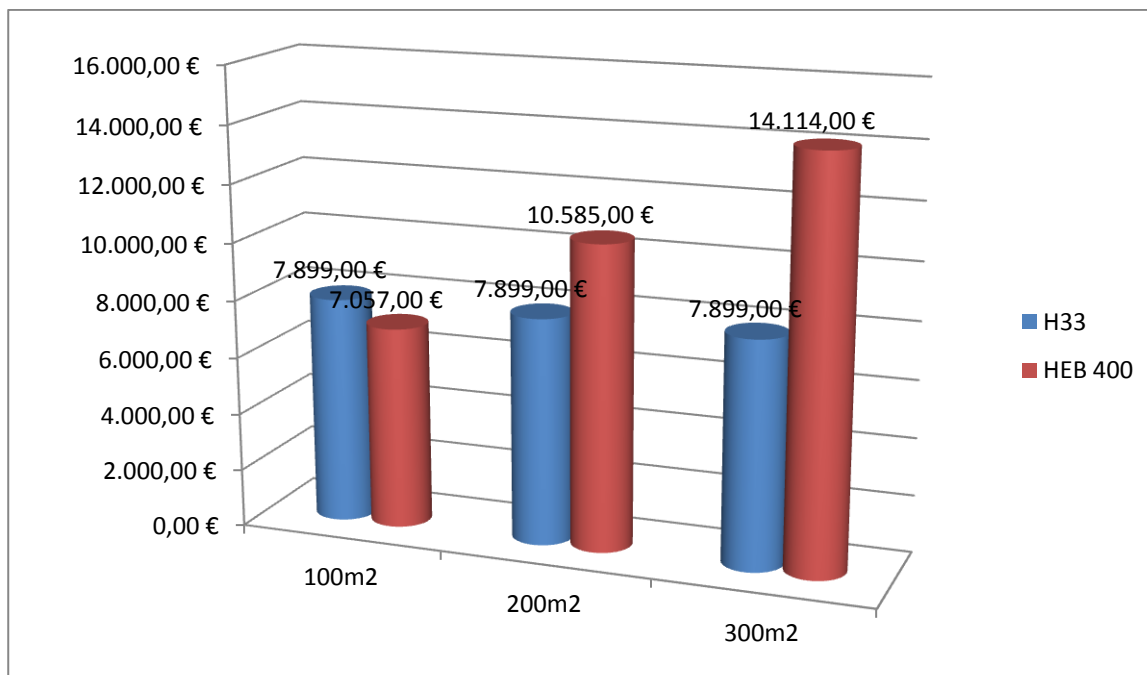
Za začasno skladiščenje obe konstrukciji potrebujeta raven teren, da se ne poškodujeta. Za manipulacijo s sestavljenimi H33-nosilci je potreben tudi žerjav, medtem ko s HEB-profilii lahko manipuliramo z bagri, ki imajo posebne roke. Predvideti pa moramo tudi daljši ravni plato za sestavljanje Hünnebeckovih H33-nosilcev, kar lahko predstavlja problem.





**Slika 12: Postavitev podporne konstrukcije iz HEB 400 nosilcev s pomočjo bagra**

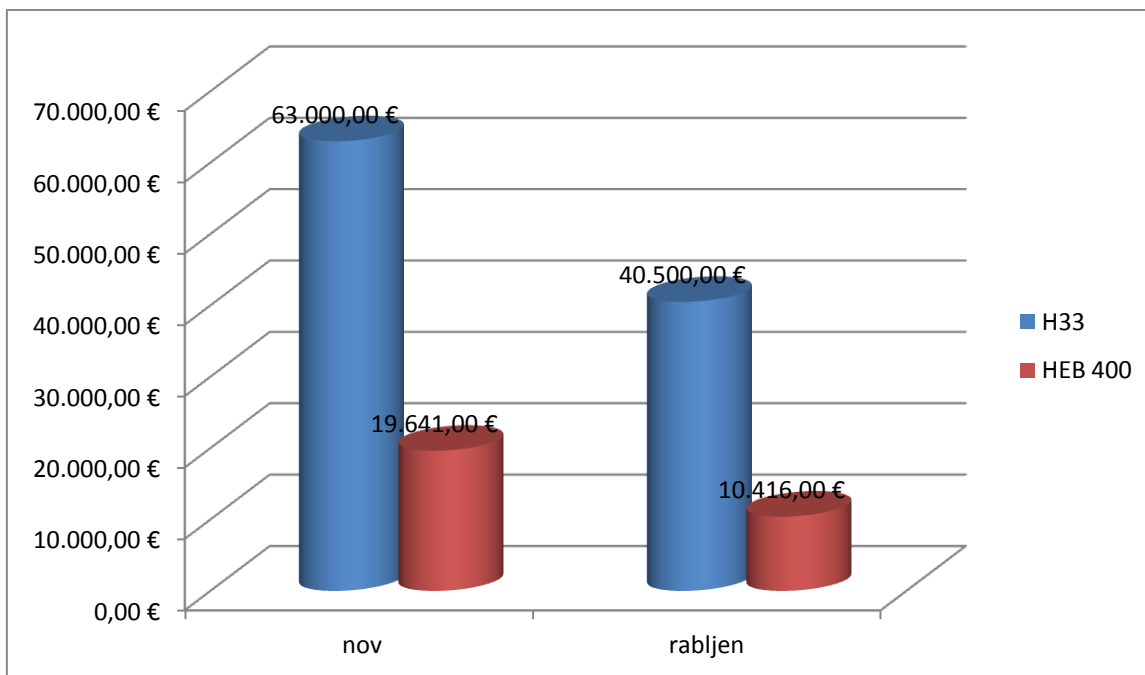
Dejanska gradbena predhodna dela, ki zajemajo postavitev začasnih temeljev in montažnih stebrov, so pri obeh tipih popolnoma enaki. Kot je prikazano na spodnjem grafu, je cena predhodnih del pri manjših razponih pri HEB 400-nosilcih nekoliko nižja, kar je posledica porabljenega časa za sestavljanje H33-nosilcev. Bistvena tehnološka prednost Hünnebeckovih H33-nosilcev pa je njihova zmožnost premoščanja razponov do 30 m dolžine brez vmesnega podpiranja. Zaradi te tehnološke prednosti lahko pri daljših dolžinah mostov prihranimo veliko denarja pri predhodnih delih, saj nam ni treba graditi dodatnih začasnih podpor, kot pri HEB 400-nosilcih zaradi njihove dimenzijske omejenosti.



**Grafikon 8: Primerjava stroškov predhodnih del med H33 in HEB-nosilcih**

### 5.3.2 Stroškovna primerjava

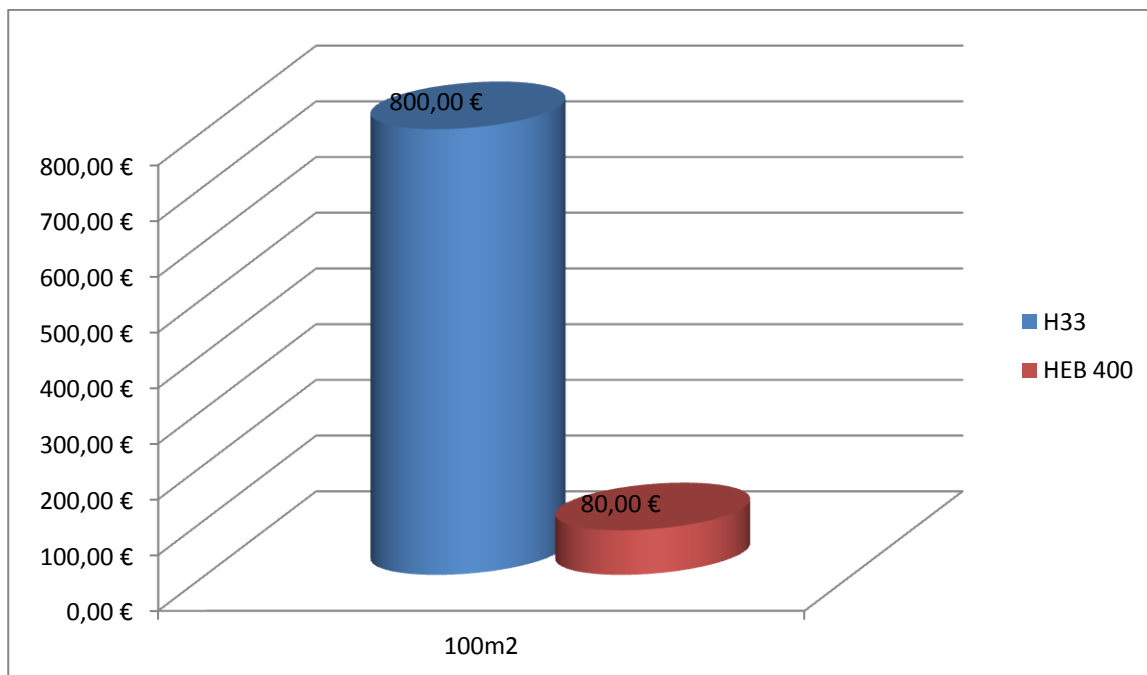
V podpoglavju 5.3.1 govori večina predstavljenih prednosti v prid Hünnebeckovim H33-nosilcem. V tem poglavju pa je s primerjavo prikazano, da imajo te prednosti tudi svojo ceno. Velika razlika je že v ceni podpornih konstrukcij, saj so H33-nosilci skoraj 3-krat dražji od HEB 400-nosilcev, kar nazorno prikazuje grafikon 9, na katerem so prikazane cene za postavitev 100 m<sup>2</sup> podporne konstrukcije.



**Grafikon 9: Primerjava nakupnih cen med H33 in HEB 400-nosilci**

Kot sem navedel, so to cene za  $100 \text{ m}^2$  podporne konstrukcije, za izvedbo večjega mostu bi podjetje potrebovalo več opreme, kar še dodatno veča stroške.

Da bi se investitorju investicija v H33-nosilce izplačala, bi bilo potrebno od 3,1 do 4,8 let, kar je dokaj dolga doba v primerjavi s časom rentabilnosti nakupa HEB 400-nosilcev, katerih doba vračanja je od 0,7 do 2,4 let. Pomembno vlogo pri odločitvi za nakup igrajo tudi stroški vzdrževanja, ki so pri H33-nosilcih zelo visoki v primerjavi s HEB-nosilci, ki so na letni ravni skoraj zanemarljivi, kar je razvidno iz grafikona 10.



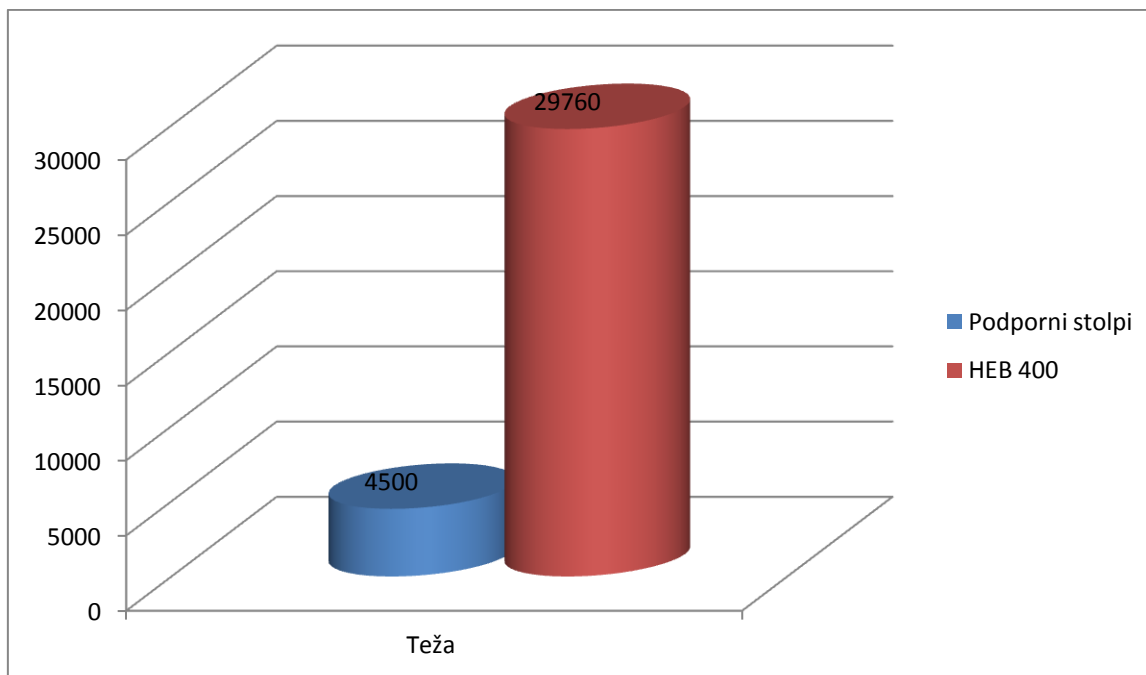
**Grafikon 10: Primerjava stroškov vzdrževanja med H33 in HEB 400-nosilci**

#### **5.4 Primerjava med HEB 400-nosilci in National podpornimi stolpi**

Kot je že opisano v podpoglavju 5.2, je bistvena tehnološka prednost HEB-nosilcev, da lahko z njimi premoščamo tako mirujoče kot tekoče vode z razliko od National-podpornih stolpov, s katerimi lahko premoščamo le manjše vodotoke s pomočjo začasnih propustov. Vendar ima nakup podpornih stolpov tudi druge prednosti za gradbeno podjetje, ki jih bom predstavil v naslednjih podpoglavjih.

##### **5.4.1 Primerjava predhodnih del**

Že pri transportu na gradbišče lahko opazimo glavno prednost national-podpornih stolpov. To je njihova teža. Ker so zasnovani iz aluminija, so veliko lažji v primerjavi s HEB-nosilci, ki so monolitni izdelki iz jekla. Spodnji graf nazorno prikazuje razliko v teži, ki je prikazana v kilogramih za postavitve 100 m<sup>2</sup> podporne konstrukcije.



**Grafikon 11: Primerjava teže med National podpornimi stolpi in HEB 400-nosilci**

Velika razlika v teži ne pomeni le cenejšega transporta na gradbišče. Ker so podporni stolpi sestavljeni iz več delov, imamo večjo izbiro transportnih sredstev, za raztovarjanje in nalaganje pa ne potrebujemo nobenega dvižnega sredstva, kar je velika prednost pred HEB-nosilci.

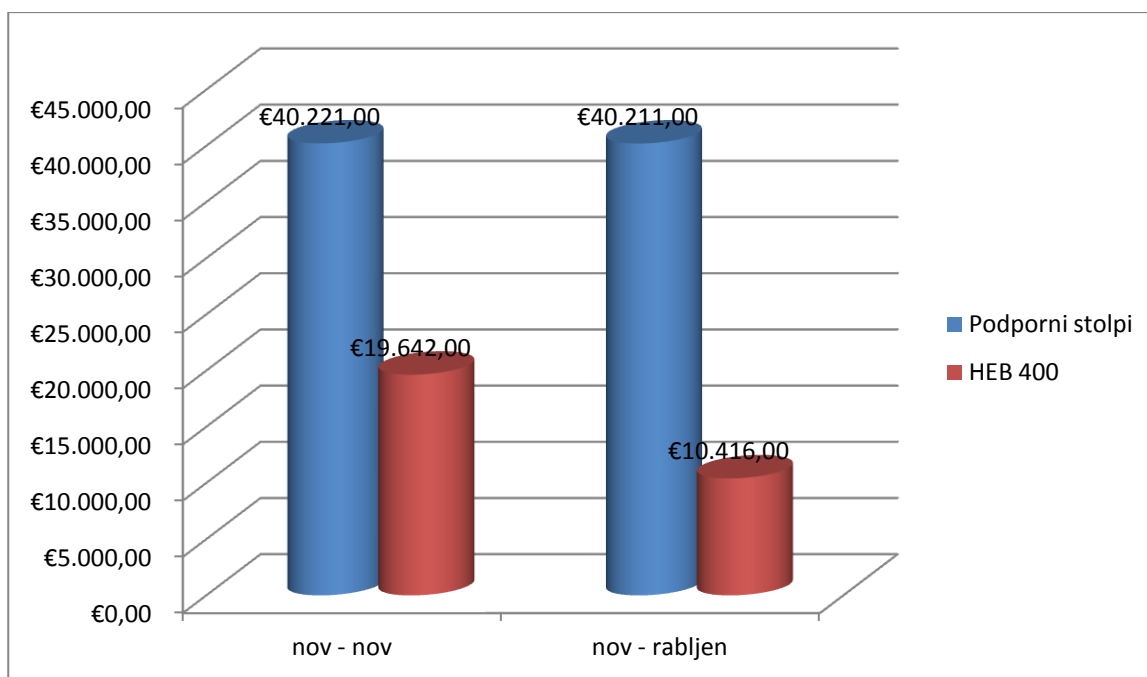
Vrednost pripravljanih del je pri vsaki konstrukciji odvisna od podlage, na katero jo postavljamo. Pri HEB-nosilcih je v vsakem primeru treba postaviti začasne montažne temelje in pilote, medtem ko moramo pri podpornih stolpih le utrditi podlago. Iz tega razloga so pripravljala dela pri national podpornih stolpih precej nižja, seveda lahko tudi narastejo, v primeru zelo slabe podlage pri visoki gradnji pa so lahko celo nična, saj podporne stolpe postavimo direktno na že prej zabetonirane nosilne plošče. Razlika v ceni predhodnih del je prikazana na spodnjem grafu, ki prikazuje stroške za postavitve 100 m<sup>2</sup> 200 m<sup>2</sup> in 300 m<sup>2</sup> podporne konstrukcije.



**Grafikon 12: Primerjava stroškov predhodnih del med National in HEB 400-nosilci**

#### 5.4.2 Stroškovna primerjava

V primerjavi z novimi HEB-nosilci je podporna konstrukcija iz national-podpornih stolpov kar 2-krat dražja, kar je razvidno iz spodnjega grafa. Veliki razliko lahko pripišemo visoki ceni aluminija in kompleksnosti izdelave jeklenih stolpov.



**Grafikon 13: Primerjava nakupnih cen med National in HEB 400-nosilcev**

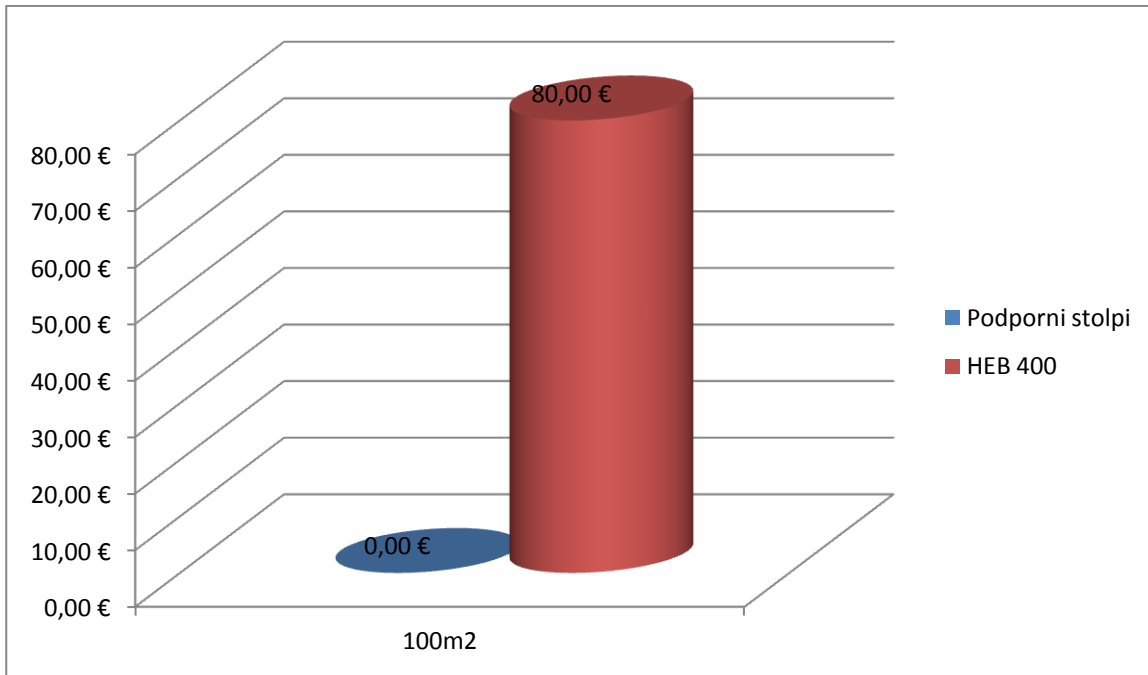
Da bi se investitorju investicija v National-stolpe izplačala, je izračunan čas rentabilnosti 1,4 leta, kar je približno pol manj kot ob nakupu novih HEB-nosilcev. Verjetnost, da se bo srednje velikemu slovenskemu gradbenemu podjetju investicija v podporne stolpe izplačala, je veliko večje kot v primerjavi s HEB-nosilci, saj jih zaradi svojih tehnoloških lastnosti lahko uporabljamo tudi v visoki gradnji.



**Slika 13: Primer uporabe National-podpornih stolpov v visoki gradnji (National, 2012)**

Razpolaganje s tovrstno podporno konstrukcijo podjetju ne nudi le večje možnosti uspeha na razpisih nizkih gradenj, temveč tudi na področju visokih gradenj.

Zaradi odličnih lastnosti aluminija predstavlja ogromno prednost podpornih stolpov tudi ničlen strošek vzdrževanja, potrebni so le vizualni pregledi.



**Grafikon 14: Primerjava stroškov vzdrževanja med National in HEB 400**



## 6 OPTIMALNA IZBIRA NA PODLAGI PREDSTAVLJENIH ANALIZ

Zaradi svojih tehnoloških prednosti sta HEB 400 in Hünnebeckovi H33-nosilci najprimernejši podporni konstrukciji za mostogradnjo. Vsekakor imajo Hünnebeckovi H33-nosilci mnogo tehnoloških prednosti pred HEB-nosilci, a je njihova cena zelo visoka. Za srednje veliko slovensko gradbeno podjetje bi bil nakup teh nosilcev zelo rizičen, saj je avtocestni program že zaključen. V strategiji razvoja prometne infrastrukture 2014-2020 bo večina sredstev namenjena obnovi železniške in izboljšanju pomorske infrastrukture (Koražija, 2014). Glede na relativno dolg čas rentabilnosti nosilcev in visoke stroške vzdrževanja težko verjamem, da bi se podjetju investicija izplačala. Ker so Hünnebeckovi nosilci namenjeni specifično mostogradnji, bi jih podjetje po uspešno končanem projektu v primeru neuspehov na bodočih razpisih ali zaradi pomanjkanja tovrstnih infrastrukturnih projektov verjetno težko prodalo, delež vrnjenega kapitala z reciklažo konstrukcije pa je med 3 % - 4,5 %, kar je zelo malo.

To so glavni razlogi, zaradi katerih bi predlagal nakup HEB 400-nosilcev. Z njimi za nekoliko višjo ceno pripravljanih del lahko prav tako izvedemo vsa dela, ki so potrebna za izpolnitev razpisnih pogojev. Prednost pred H33-nosilci vidim tudi v tem, da so primerni za manjše objekte, kot so manjši mostovi, propusti, nadvozi, podvozi, kjer H33-nosilci niso primerni zaradi svoje višine. Glede na razvojno strategijo prometne infrastrukture so manjši objekti spremljevalci železniške infrastrukture. Zaradi kratkega časa rentabilnosti HEB 400-nosilcev, ki se giblje od 0,7 do 2,4 leta, predvidevam, da bi se srednje velikemu slovenskemu gradbenemu podjetju, ki pogosto pridobiva posle na javnih razpisih, v naslednjem finančnem obdobju investicija izplačala. Zlasti bi se izplačal nakup rabljenih profilov, ki jih z minimalnimi stroški lahko obnovimo in protikorozijsko zaščitimo za nadaljnjo uporabo. V primeru pomanjkanja dela po končanih projektih lahko vloženi kapital povrnemo z reciklažo profilov v vrednosti od 40 % do celo 75 % ali pa profile primerno zaščitimo in jih z minimalnimi letnimi stroški skladiščimo do nadaljnje uporabe.

Izbira optimalne podporne konstrukcije za dano podjetje je odvisna tudi od vrste gradenj s katerimi se podjetje ukvarja. Zato bi predlaga različno izbiro med HEB 400 nosilci ali National-podpornimi stolpi za različne tipe podjetji.

V primeru, da se podjetje ukvarja izključno z nizko gradnjo, bi nakup National-podpornih stolpov raje odsvetoval, saj je investicija v primerjavi s HEB 400-nosilci, še posebej pa rabljenimi, precej dražja. Podjetje bi bilo torej s nakupom HEB 400 nosilcev tehnološko pripravljeno na večino izzivov v nizki gradnji ter bi si zagotovilo prednost pred konkurenco in bi bilo pripravljeno na bodoče projekte s skoraj minimalnimi stroški vzdrževanja.

National-podporni stolpi so res dražja konstrukcija, a so tehnološko večstransko uporabni, kar bistveno zmanjša tveganje investitorja. V primeru, da se podjetje ukvarja tako z visoko

kot nizko gradnjo, bi podjetju raje svetoval nakup National-podpornih stolpov, saj njihove tehnološke zmožnosti pokrivajo podpiranje tako pri visoki kot nizki gradnji in si s tovrstno konstrukcijo zagotovi prednost pred konkurenco na obeh trgih.

## **7 ZAKLJUČEK**

V diplomski nalogi sem želel bolje spoznati različne podporne konstrukcije z namenom poiskati najbolj optimalno za srednje veliko slovensko gradbeno podjetje.

Analiza je pokazala, da optimalna izbira podporne konstrukcije ni odvisna le od tehnoloških ali finančnih prednosti posamezne konstrukcije temveč tudi od potreb določenega podjetja. Podjetju, ki se ukvarja izključno z nizko gradnjo, bi po končani analizi in primerjavi priporočal nakup HEB profilov kateri kljub svoji nizki ceni zadovoljujejo vsem zahtevam pri gradnji premostitvenih objektov. Veliko prednost pri tej podporni konstrukciji vidim predvsem tudi v velikem deležu povrnjenega kapitala v primeri reciklaže, kar bistveno zmanjša tveganje podjetja.

Kljub visoki ceni National-podpornih stopov, bi njihov nakup vseeno priporočil podjetju, ki se ukvarja tako z visokimi kot nizkimi gradnjami saj stolpi zaradi svojih tehnoloških lastnosti zagotavljajo podpiranje pri obeh zvrsteh gradnje. Zaradi raznolikosti uporabe se tveganje podjetja bistveno zmanjša hkrati pa si z tem nakupom zagotovi prednost pred konkurenco na obeh trgih.

Upam, da bo to diplomsko delo v pomoč pri odločitvi o dejanskem nakupu podpornih konstrukcij in pripomoglo danemu podjetju pri nadaljnjem poslovanju.

## VIRI

Alu podporni stolpi univerzalni opaž plošče, ni leta izdaje, Žirovnica, National opažni sistemi, str 1-4.

Bebar, M., 2014. Začasne podpore opaža prekladne konstrukcije mostu 5-6 v Zmincu. Sporočilo za: Erjavec, M. 28.1.2014. Osebna komunikacija

Erjavec, M., 2007. Navodila za montažo in demontažo nosilcev H33, Ljubljana, sct t-k, tesarstvo in ključarničarstvo d.o.o, str 1-8.

Erjavec, M., 2014. Tehnološko-ekonomski elaborat obvoznica Škofja Loka II. in III etapa, dokončanje po prekinitvi pogodbe, Kranj, Direkcija republike Slovenije za infrastrukturo, ministrstvo za infrastrukturo, str:7-9.

Erjavec, M., Hünnebeck Shoring System, sporočilo za: Žiberna M. 28.2.2015. osebna komunikacija

Koražija, N., 2014. To so predlogi infrastrukturnega ministrstva za prometne naložbe v obdobju 2014-2020. Finance (4.11.2014) 214:

<http://izvozniki.finance.si/8812273/To-so-predlogi-infrastrukturnega-ministrstva-za-prometne-nalo%C5%BEbe-v-obdobju-2014-2020> (Pridobljeno 15.5.2015)

Merkur, 2015

<http://www.merkur.si/gradnja/barve-in-premazi/barve-za-kovino/email-jub-jubin-email-univerzal-rumena-20-0-75> (Pridobljeno 26.4.2015)

Metra Sežana d.o.o. 2002

<http://www.e-katalogi.net/2014/01/metra-sezana-katalog/> (Pridobljeno 16.5.2015)

Mežek, M., 2014. Ponudba 2014-012 most 5-6 poljanska Sora, Žirovnica, Gorenjska gradbena družba d.d, str: 1-2.

National opaži. 2012a. Oprema

[http://www.national-opazi.si/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4&Itemid=63](http://www.national-opazi.si/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=63)  
(Pridobljeno 13.4.2015)

National opaži. 2012b. Poslovni objekti

<http://www.national-opazi.si/index.php/projekti/poslovni-objekti/muzej-stara-sava>

(

(Pridobljeno 13.4.2015)

Omejc, J. 2015. Predračun 50189, Žabnica, Gorenjska gradbena družba d.d, str: 1.

Ponudbeni predračun MSLZ07, Obvoznica Škofja Loka – II. in III. Etapa, dokončanje izvedbe po prekinitvi pogodbe, 2013. Direkcija republike Slovenije za infrastrukturo, ministrstvo za infrastrukturo, str: 165.

<http://portal.drsc.si/dcjin/narocila/2431-13-000302/narocilo.html> (Pridobljeno 14.5.2015)

Quandl. 2015a. Aluminium

<https://www.quandl.com/collections/markets/aluminium> (Pridobljeno 21.5.2015)

Quandl. 2015b. Industrial metals

<https://www.quandl.com/collections/markets/industrial-metals> (Pridobljeno 21.5.2015)

Sapundžić, I., 2005. Most čez Soro 5-6 od km 3,4+27,95 do km 3,6+32,25 obvoznice Škofja loka, tehnično poročilo, Nova gorica, Direkcija republike Slovenije za infrastrukturo, ministrstvo za infrastrukturo, str:2.

<http://portal.drsc.si/dcjin/narocila/2431-13-000302/narocilo.html> (Pridobljeno 14.5.2015)

Stricker, A., 2014. BV Most 5-6 čez Poljansko Soro Traggerüst Angebot Nr.: 014/14-12, Maria Lanzendorf, XERVON Austria GmbH, str:1-2.

Tečajna lista NLB za prebivalstvo, 2015

<http://www.nlb.si/tečajna-lista-za-prebivalstvo> (Pridobljeno 23.4.2015)

Zorec, S., 2014. Predračun št. CPM-1524-a/2014: Prodaja opreme, Maribor, Gorenjska gradbena družba d.d, str: 1.