



SuperCor[®]



PODURI DE O NOUĂ GENERAȚIE



SuperCor®



Structurile versatile SuperCor® sunt utilizate pentru drumuri, căi ferate și aplicații industriale, precum și pentru consolidarea și reconstrucția structurilor existente, cum ar fi:



- poduri
- pasaje superioare
- tuneluri
- podete
- pasaje subterane
- tuneluri pietonale
- ecoducte
- hangare, adăposturi
- depozite subterane
- protecții benzi pentru transport materiale

Introducere

Structurile SuperCor® reprezintă noua generație de structuri flexibile, realizate din plăci de oțel ondulat zincat, cu o rigiditate foarte mare.

Pentru a prelua încărcările, aceste structuri utilizează interacțiunea cu materialul din umplutură. Capacitatea de preluare a structurilor de tip SuperCor® este mult mai mare decât a structurilor tradiționale din oțel ondulat. Structurile SuperCor® sunt utilizate pentru construirea de structuri deasupra și sub drumuri și căi ferate. Deschiderile acestor tipuri de structuri pot ajunge până la 25m.



Structurile sunt simple și ușor de montat. Timpul mediu de asamblare este de câteva zile, iar montajul se realizează cu o echipă mică de oameni.

Prima apariție a structurilor de tip SuperCor® datează de la mijlocul anilor 1980. În zilele noastre au fost folosite în multe țări din întreaga lume. În Polonia, ViaCon produce structuri SuperCor® din 2008.

Structurile SuperCor® sunt proiectate pentru toate clasele de încărcare rutieră și feroviară în conformitate cu Eurocode EN 1991-2:2003 sau în conformitate cu diferite standarde naționale.

SuperCor®



Aprobări și certificate:

- SuperCor® este produs în baza unui certificat CE de control al producției în fabrică nr. 1023-CPR-0640 F conform SR-EN 1090-1 + A1:2012
- Avizul tehnic de la Central Mining Institute (GIG)

Etapile de construcție pentru poduri SuperCor®:

- construcția fundațiilor
- rambleiere
- livrarea structurii metalice
- lucrări de finisaj
- asamblare

Structurile SuperCor® au multe avantaje față de soluțiile tradiționale de pod:

- proiectare simplă datorită detaliilor standard, desenelor și calculelor pentru majoritatea proiectelor
- asamblare simplă și rapidă
- asamblare posibilă la temperaturi scăzute
- asamblare posibilă fără întreruperea traficului
- asamblare posibilă cu prefabricarea totală sau parțială a structurii
- datorită greutateii lor ușoare, plăcile din oțel ondulat pot fi livrate ușor și economic pe distanțe mari
- reducerea timpului de execuție și al costului construcției

Producția:

Procesul de producție pentru structurile SuperCor® implică modelarea mecanică a plăcilor plate din oțel în plăci curbate ondulate, care sunt ulterior zincate la cald.

Producerea găurilor și tăierea se face înainte de zincare. La cerere, plăcile ondulate pot fi vopsite epoxidic. Oțelul utilizat pentru producerea SuperCor® este conform normelor SR-EN10149-2 sau SR-EN 10025-2.

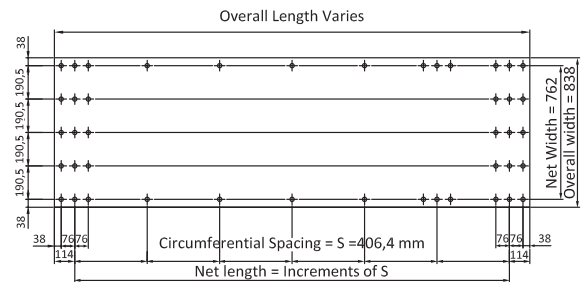


Fig. 1. Geometria plăcii de SuperCor® (lungime totală, de ex. multiple $S = 406,4$ mm)

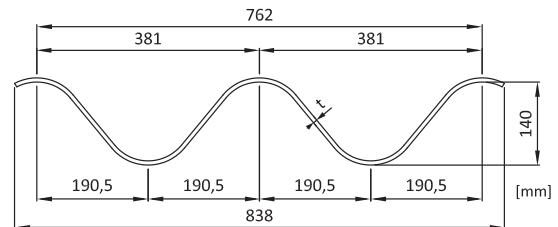


Fig. 2. Secțiune transversală a plăcii de SuperCor®

Tab. 1. Parametrii geometrici ai plăcii de SuperCor®

Grosime placă t [mm]	Limita de curgere [MPa]	Arie [mm ² /mm]	Moment de inerție [mm ⁴ /mm]	Modulul secțional [mm ³ /mm]	Modulul plastic al secțiunii [mm ³ /mm]
5,50	355 / 420 / 500*	7,118	16631	228,61	305,87
6,00	355 / 420 / 500*	7,767	18170	248,90	334,00
7,00	355 / 420 / 500*	9,065	21262	289,28	390,44
8,00	355 / 420 / 500*	10,365	24375	329,39	447,11

La cerere, sunt disponibile și alte configurații ale plăcii. Selecția grosimii plăcii depinde de forma structurii, deschidere, grosimea de acoperire peste structură și clasa de încărcare. Vă rugăm să profitați de oportunitatea de a vă consulta cu Departamentul Tehnic ViaCon pentru sfaturi și asistență pentru proiectul dvs.

SuperCor®



Şuruburi, piuliţe, şuruburi de ancorare, canale de bază

Plăcile din oţel ondulat sunt îmbinate cu şuruburi M20 clasa 8.8. Lungimile şuruburilor sunt date de grosimile plăcilor şi de tipul de prindere. Există două tipuri de capuri de şurub - în formă ovală şi în formă de con, cu dimensiuni de 32 mm, 37 mm, 45 mm, 50 mm, 70 mm. Diametrul şuruburilor este de 20 mm şi piuliţele asociate corespund cerinţelor din normele SR-EN ISO 898-1 şi SR-EN 20898-2.

Ancorele turnate în beton, cu un diametru de 20 mm şi lungime de 225 mm sau 365 mm, sunt realizate din oţel în conformitate cu cerinţele SR-EN ISO 898-1 şi SR-EN 20898-2.

Toate elementele auxiliare menţionate mai sus sunt livrate împreună cu plăcile din oţel ondulat ca un pachet complet pentru structura metalică.

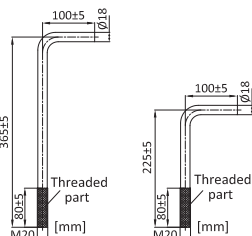


Fig. 3 Ancore utilizate pentru fixarea structurii în fundaţie

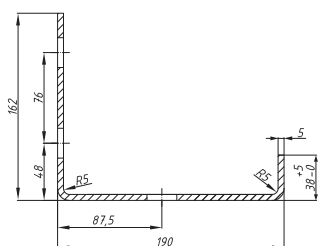


Fig. 4. Placă de oţel utilizată pentru a prinde structura de fundaţie

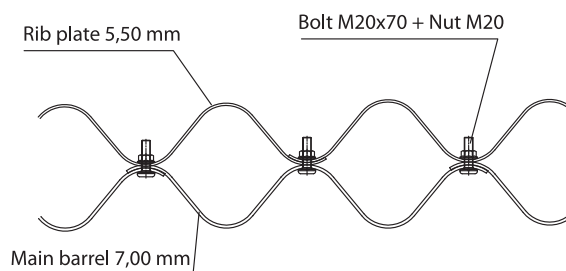


Fig. 5. Conectarea coastelor la structura de bază

Protecţia anticorozivă

Protecţiile aplicate prin imersie, inclusiv zincarea la cald, sunt o metoda durabilă pentru protecţia suprafeţelor de oţel împotriva coroziunii. Protecţia este deosebit de eficientă datorită durabilităţii şi conlucrării dintre stratul de zinc şi suprafaţa oţelului, oferind astfel o durată de viaţă mai mare. Structurile SuperCor® sunt protejate împotriva coroziunii prin zincarea la cald, cu un strat de acoperire cu zinc conform cu SR-EN ISO 1461 (Tab. 2).

Pentru a extinde durabilitatea structurilor SuperCor®, în special în medii agresive, se poate asigura o protecţie suplimentară prin aplicarea unui strat de vopsea epoxidică.

Protecţia structurilor atât prin zincare la cald cât şi prin vopsea epoxidică creează sistemul ViaCoat conform SR-EN ISO 12944-5.

Suprafeţele expuse radiaţiilor UV li se mai adaugă un strat de vopsea poliuretanică pentru a preveni decolorarea.

SuperCor®



Tab. 2. Strat de zinc

Caracteristici	Cerințe conform SR-EN ISO 1461	
	Grosimea locală minimă [μm]	Grosimea medie minimă [μm]
Placă oțel:		
> 6 mm	70	85
> 3 mm - ≤ 6 mm	55	70
≥ 1,5 mm - ≤ 3mm	45	55
Șuruburi, piulițe, ancore	40	50
Profilul de prindere în fundații	55	70

Proiectarea

Procesul de proiectare a unei structuri SuperCor® constă în următorii pași:

- proiectarea structurii SuperCor® (inclusiv montaj)
- proiectarea umpluturilor (inclusiv procedura de realizare a umpluturilor)
- proiectarea fundațiilor
- proiectarea intrării, ieșire și a altor accesorii și elemente asociate

Structurile SuperCor® pot fi proiectate pentru toate clasele de încărcare în trafic rutier și feroviar în conformitate cu norma Eurocod SR-EN 1991-2 sau în conformitate cu standardele naționale relevante pentru structurile din oțel ondulat din lume.

Analiză structurală

SuperCor® sunt proiectate folosind una dintre următoarele metode:

- Metoda de Proiectare Suedeză, dezvoltată de prof. Sundquist și prof. Petterson

- CHBDC - Canadian Highways Bridge Design Code
- AASHTO LRFD Specificații de proiectare a podurilor
- metoda elementului finit (FEM) în cazuri complexe.

Acoperirea

Definiția acoperirii pentru structurile folosite la drumuri:

Distanța măsurată pe verticală între cheia bolții structurii și suprafața de rulare, incluzând îmbrăcămintea drumului.

Definiția acoperirii pentru structurile feroviare:

Distanța măsurată pe verticală între cheia bolții structurii și partea inferioară a traversei de cale ferată. Grosimile de acoperire mai mici pot fi acceptate numai după calculele statice corespunzătoare. Acoperirea maximă se proiectează individual pentru fiecare structură. Pentru grosimi de acoperire mari sunt disponibile tehnici de reducere a încărcărilor. Acoperirea minimă depinde, de asemenea, de grosimea straturilor rutiere (G_n) și nu trebuie să fie mai mică de:

$$H = G_n + 0,15 \text{ [m]}$$

Tab. 3. Adâncime acoperire

Tip construcție	Grosimea de acoperire minimă
Structurile de tip box	0,45 ≤ H ≤ 1,5 [m]
Alte tipuri de structuri	H = 0,1 × B [m]

SuperCor®



Geometria structurii în direcție longitudinală

Lungimea inferioară a structurilor SuperCor® trebuie să se calculeze cu următoarea formulă:

$$L_d = 38 + n \times 762 + 38 \text{ [mm]}$$

n – numărul de inele întregi de-a lungul structurii

Lungimea superioară a unei structuri este determinată individual (luând în considerare taluzurile de intrare și ieșire)

Capetele structurilor SuperCor® pot fi verticale sau tăiate pentru a se potrivi cu panta taluzului (Fig. 6). Pentru structurile în curbă se folosesc mai multe incrementări liniare pentru realizarea curburii proiectate.

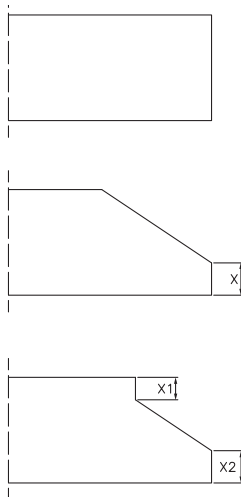


Fig. 6. Finisarea capetelor pentru structura SuperCor®

Unghiul de oblicitate

O atenție deosebită este necesară pentru unghiurile de oblicitate mai mici de 55 de grade. În zonele de intrare și ieșire se pot realiza gulere de beton și/sau pământ armat. Vă rugăm să contactați Departamentul Tehnic ViaCon pentru recomandări.

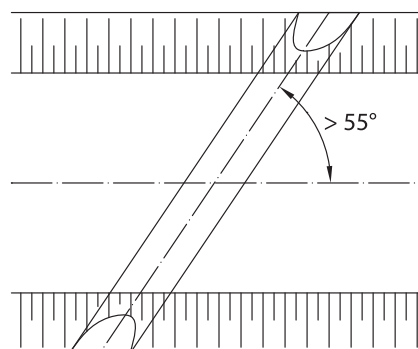


Fig. 7. Structură în unghi



SuperCor®



Rigidizări

Rigidizările sunt utilizate atunci când capacitatea portantă a secțiunii este depășită. Rigidizările pot fi utilizate pentru toate formele acestor tipuri de structuri, dacă este necesar.

Modalități de plasare a rigidizărilor (Fig. 8):

- doar pe cheia bolții
- pe cheia bolții și pe lateralele structurii
- pe tot perimetrul

În secțiune longitudinală (Fig. 9)

- continuu (distanța între rigidizări - 762 mm) pe toată lungimea superioară a structurii
- plasate la intervale de 1143 mm sau 1524 mm

Pentru a crește și mai mult capacitatea portantă, golul dintre structura de bază și rigidizări se poate umple cu beton (rigidizări EC - Enclosed Concrete).

Utilizarea rigidizărilor EC poate fi necesară pentru structurile cu deschidere mare. Betonul utilizat pentru umplerea golului din structura de bază și rigidizări este C25/30.

Umplerea golurilor duce la creșterea parametrilor secționali ai structurii din oțel ondulat.

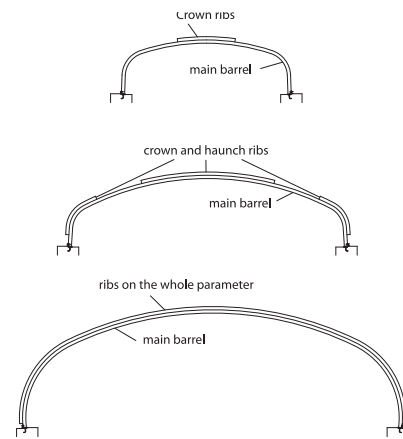


Fig. 8. Dispunerea rigidizărilor în secțiune transversală

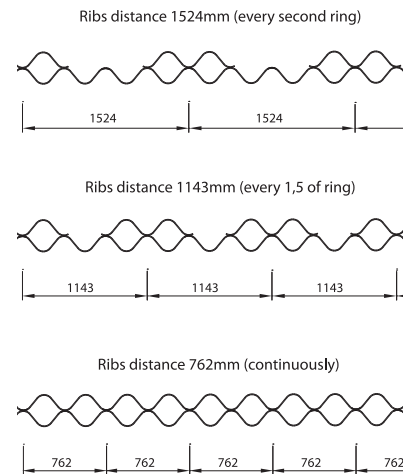


Fig. 9. Dispunerea rigidizărilor în secțiune longitudinală



SuperCor®



Deschideri multiple

Pentru montarea mai multor structuri alăturate, distanța minimă dintre acestea ar trebui să fie suficientă pentru realizarea umpluturilor și compactarea acestora (pag. 32, fig. 6).

Distanța minimă dintre structuri depinde de forma și deschiderea acestora. Atunci când distanța necesară nu poate fi atinsă, spațiul dintre structuri trebuie umplut cu beton C12/15 sau cu agregate stabilizate cu ciment până la nivelul în care distanța dintre structuri este mai mare de 10% din deschiderea acestora. Pentru recomandări, vă rugăm să consultați Departamentul Tehnic ViaCon.

Fundația

Structurile SuperCor® cu formă închisă (rotunde, eliptice, arcate) sunt montate pe patul de fundare după cum urmează:

- grosimea minimă a patului de fundare trebuie să fie de 60 cm
- partea superioară a patului de fundare trebuie executată astfel încât să preia forma părții inferioare a structurii
- trebuie acordată o atenție sporită compactării materialului de umplutură
- pe o grosime de 5-15 cm, la suprafață, patul de fundare trebuie să fie realizat dintr-un material cu granulație mică, astfel încât să poată prelua forma ondulației structurii metalice

Structurile SuperCor® deschise sunt așezate pe fundații de beton sau pe fundații flexibile. Alte soluții trebuie discutate cu Departamentul Tehnic ViaCon.

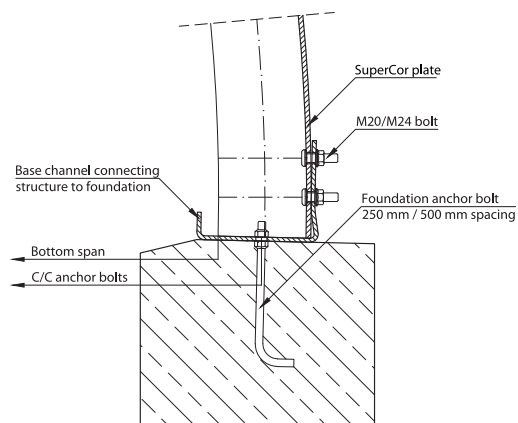


Fig. 10. Prinderea structurii SuperCor® pe o fundație din beton

SuperCor®

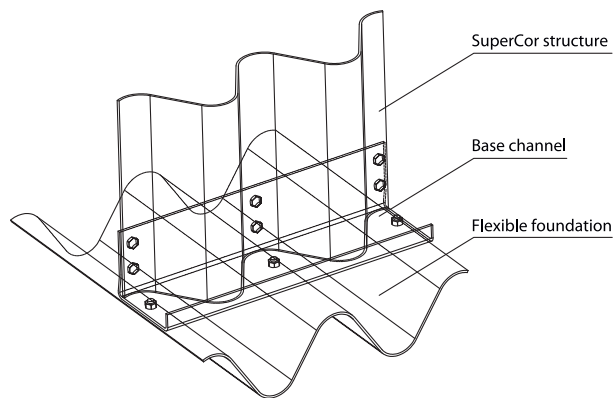


Fig. 11. Prinderea structurii SuperCor® pe o fundație flexibilă

Structurile sunt prinse de fundația din beton prin intermediul ancorelor, luând în considerare următoarele reguli:

- ancorele trebuie prinse în fundația de beton înainte de livrarea structurii SuperCor®
- ancorele nu trebuie să depășescă partea superioară a fundației cu mai mult de 40 mm
- amplasarea ancorelor trebuie să fie conform desenului de asamblare; toleranța admisă este de $\pm 3\text{mm}$ în direcție longitudinală și $\pm 2\text{mm}$ în direcție transversală
- pentru a reduce riscul de a greși, locația fiecărei ancore trebuie măsurată de la punctul de plecare (prima ancoră)
- amplasarea paralelă a ancorelor pe cele două fundații și plasarea perpendiculară a fiecărei perechi de ancore pentru inelele individuale sunt de o importanță deosebită; cu cât precizia de amplasare a ancorelor este mai bună, cu atât asamblarea structurii metalice va fi mai facilă



SuperCor®



Patul de fundare și umpluturile

- balastul, amestecul de nisip cu pietriș, agregatele cu o granulometrie continuă și piatra spartă pot fi utilizate ca materiale pentru patul de fundare și umpluturi
- dimensiunea agregatelor depinde de dimensiunile corugației; pentru corugația de 381x140 mm, dimensiunea maximă recomandată a agregatului este de 120 mm
- dimensiunea agregatorului trebuie să fie de 0-120 mm, coeficientul de uniformitate $C_u \geq 4$, coeficientul de curbură $1 \leq C_c \leq 3$ și permeabilitatea $k_{10} > 6 \text{ m} / 24 \text{ ore}$
- utilizarea pământurilor coezive, a solurilor organice sau a pământurilor înghețate nu este acceptată
- materialul de umpluturi se așază în straturi, grosimea acestora înainte de compactare nu trebuie să depășească 30 cm, după care se realizează compactarea
- umplutura trebuie să se facă pe ambele părți în același timp sau alternând de pe o parte. Nu este permisă o diferență pe înălțime mai mare de 30 cm de la o parte a structurii la cealaltă. Fiecare strat trebuie să fie compactat la gradul de compactare specificat, înainte de așternerea materialului pentru stratul următor
- materialul de umplutură adiacent structurii (până la 20 cm) trebuie compactat la minimum 95% Proctor Normal și la 98% Proctor Normal pentru restul umpluturii

Abaterea de la aceste principii necesită consultarea Departamentului Tehnic ViaCon.

Protecție împotriva infiltrațiilor

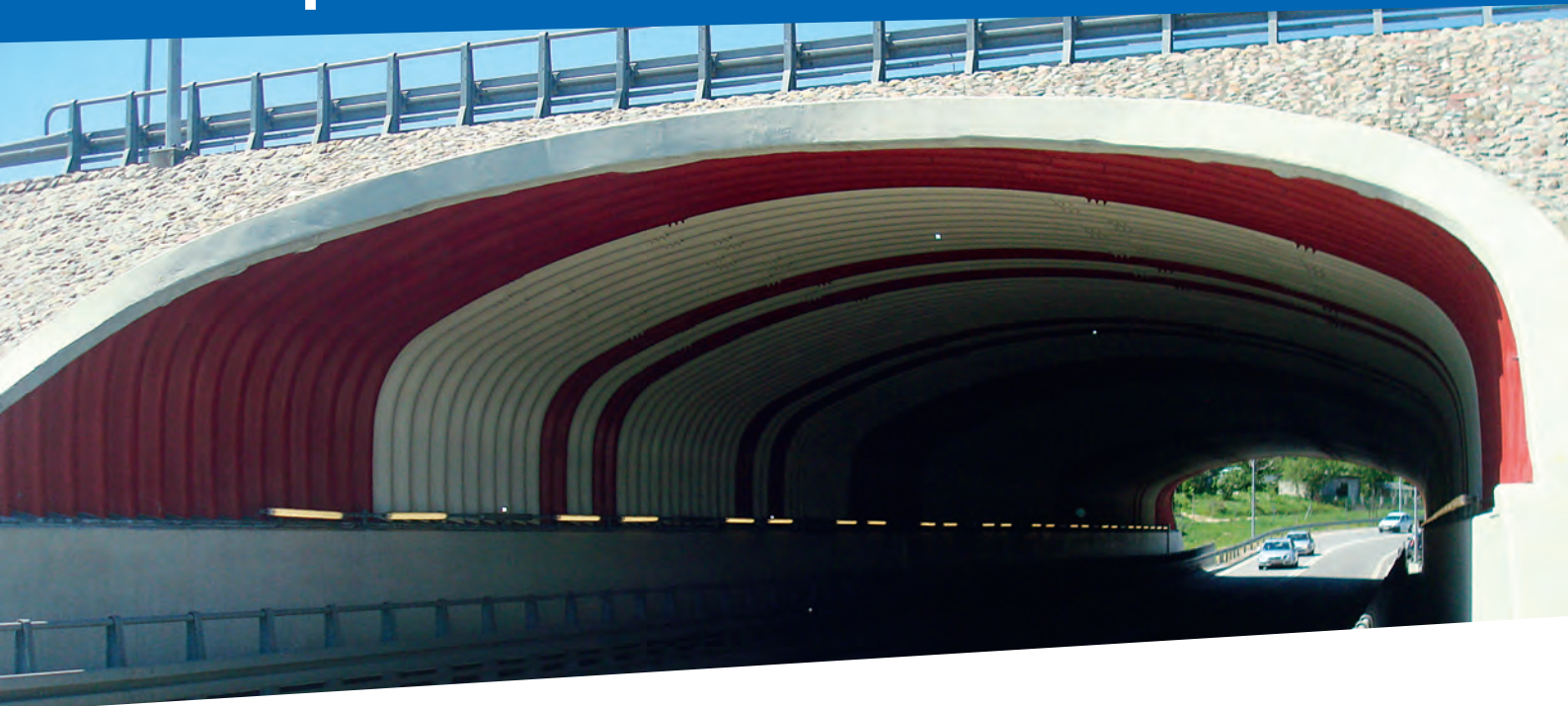
Pentru protecția structurilor împotriva infiltrațiilor de apă din rambleu, pot fi aplicate măsuri de protecție. În general, peste structurile metalice se poate așeza un strat de membrană HDPE cu grosimea de 1 mm, încorporat între două straturi de geotextil nețesut de protecție (densitate de 500 g/m^2). Pentru anumite pasaje, această protecție împotriva infiltrațiilor a fost asigurată cu ajutorul a două straturi de covor bentonitic (două straturi de geotextile cu interior din argilă). Excepțiile menționate mai sus sunt posibile după consultarea Departamentului Tehnic al companiei ViaCon. Plasarea membranei direct peste structură este permisă cu condiția aplicării unor straturi de protecție.

Finisarea capetelor (intrare/ieșire)

Finisarea capetelor depinde de modul în care este tăiat capătul, drept sau în taluz. Structurile în taluz pot fi pavate cu piatră brută, blocheți etc. În cazul în care se folosesc saltele din gabioane, trebuie luată în considerare o hidroizolație suplimentară.

Ca și alternativă la timpane din beton, pot fi aplicate sisteme de pământ armat ca ViaWall sau ViaBlock sau gabioane.

SuperCor®



Guler din beton

Gulerul din beton este folosit:

- pentru a rigidiza intrările și ieșirile structurilor SuperCor® cu capetele în taluz
- ca element de închidere utilizat pentru susținerea timpului

Gulerul din beton se aplică de cele mai multe ori în următoarele situații:

- atunci când structurile sunt proiectate în unghi față de axul drumului, atunci când unghiul de înclinare la ieșire și intrare este de $\leq 55^\circ$ și deschiderea este $> 3,5$ m
- structurile depășesc 6 m deschidere
- unghiuri mari

În alte cazuri, gulerul din beton poate fi folosit ca suport pentru pavajul de pe taluz.

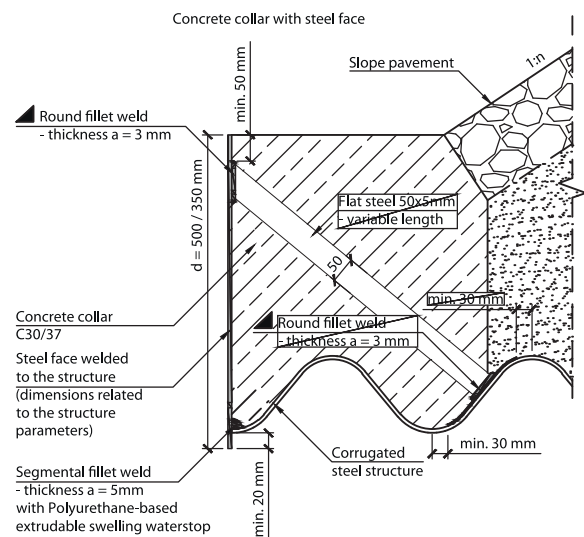
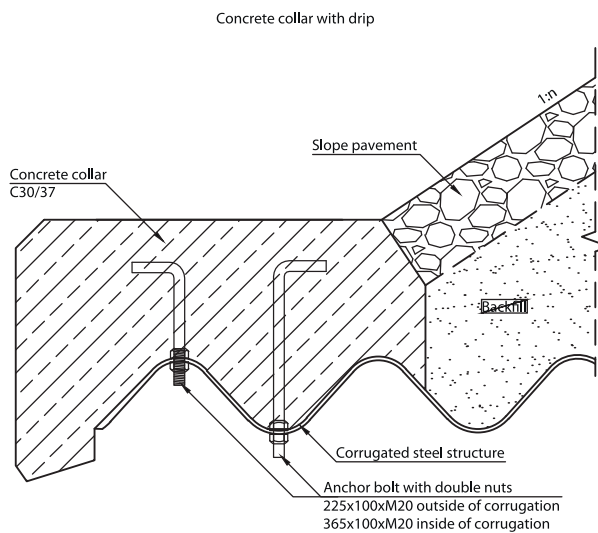


Fig. 12. Exemple de guler din beton realizate la capetele structurii

Gulerul din beton cu fața metalică

Geometria gulerului de rigidizare se bazează pe linii curbate lin în spațiul tridimensional. Acest lucru face ca execuția cofrajelor să fie complexă și consumatoare de timp. Pentru a simplifica procesul de turnare a gulerelor din beton,

ViaCon livrează structuri metalice cu un guler din oțel care este adaptat la geometria structurii. Comandarea structurii cu acest element face ca turnarea gulerului de beton să fie mai ușoară și accelerează procesul de construcție.

SuperCor®



Durabilitatea

Următorii factori influențează durabilitatea unei structuri:

- agresivitatea mediului înconjurător
- abraziunea
- nivelul de protecție împotriva coroziunii
- grosimea plăcii de oțel
- calitatea și frecvența întreținerii

Se poate aplica o protecție suplimentară împotriva coroziunii:

- la interior și/sau la exterior pe întreaga suprafață a structurii
- la intrarea și ieșirea din structură (pe o lungime de 1,5 m în interiorul structurii)
- la interior până la 0,5 m deasupra nivelului mediu al apei
- ca o combinație a celor menționate mai sus

Grosimea cea mai frecventă a vopselei epoxidice este de 200 μm, dar se pot realiza și alte grosimi.



SuperCor®



Procedura de verificare a durabilității structurilor SuperCor®:

- definirea funcției pe care o va avea structura
- definirea durabilității/duratei de viață a structurii
- definirea agresivității mediului (apă, rambleu, aer)
- selectarea tipului de profil (forma secțiunii transversale)
- specificarea grosimii plăcii de oțel pe baza calculelor statice (conform metodei Sundquist-Petterson)
- specificarea protecției împotriva coroziunii (grosimea

stratului de zinc, stratul de vopsea, suprafața pe care se realizează vopsirea, procedura de vopsire)

- definirea pierderii anuale a straturilor de protecție de la partea superioară și inferioară a unei structurii
- calculul durabilității structurii luând în considerare pierderea datorată coroziunii pe durata de viață
- compararea durabilității calculate cu cea solicitată



SuperCor®



În cazul în care durabilitatea unei structuri SuperCor® nu este suficientă, se pot adopta următoarele măsuri:

- schimbarea protecției împotriva coroziunii (grosimea stratului de zinc, stratul de vopsea)
- creșterea grosimii plăcii de oțel
- schimbarea profilului (forma secțiunii transversale) pentru a reduce forțele interne și pentru creșterea stratului suplimentar de oțel pentru protecția împotriva coroziunii

Efectele sinergice indică faptul că durabilitatea unui sistem ViaCoat este mai mare decât suma durabilității straturilor de protecție luate individual și poate fi calculată ca:

$$S_D = \alpha (S_C + S_Z)$$

unde:

- S_D – durabilitatea totală a stratului de protecție
- S_C – durabilitatea stratului de zinc
- S_Z – durabilitatea stratului epoxidic
- α – factor sinergic (de la 1,5 la 2) (pentru stratul de vopsea de 200 μm $\alpha = 1,5$, pentru stratul de vopsea de 400 μm - $\alpha = 1,75$)

SuperCor®



Consolidări de poduri

Structurile SuperCor® sunt de asemenea utilizate în mod obișnuit pentru a consolida vechile podețe și poduri unde nu este posibil sau nu se dorește înlocuirea acestora. Această metodă este cunoscută sub denumirea de consolidare podeț/pod existent. Structura din oțel ondulat este amplasată în interiorul unei structuri existente vechi (pod/podeț/pasaj) și spațiul dintre structura veche și structura nouă din oțel ondulat este umplut cu beton de clasă minim C16/20.

Această metodă permite consolidarea structurilor fără

întreruperea traficului și elimină necesitatea de a scoate/demola structura veche. Această metodă are avantajul suplimentar de a păstra caracterul și estetica vechii structuri.

În cazul consolidării cu structura cu formă deschisă, este necesară o fundație din beton ce trebuie legată de fundația existentă. Fundația existentă poate fi de asemenea folosită, dar necesită o analiză separată pentru a se verifica faptul că aceasta respectă cerințele de proiectare.

Cercetările efectuate în anii 2000-2007 au confirmat creșterea capacității structurilor prin consolidare.



SuperCor®



SuperCor®



Accesorii

Structurile SuperCor® pot fi echipate cu elemente suplimentare în funcție de rolul structurii, de exemplu:

- corpuri de iluminat
- ventilatoare
- nișe
- pasaje pentru animale
- goluri tehnice
- luminatoare
- conducte de conectare
- alte elemente

