

Reabilitarea silozului de zahăr din Uelzen – CARBOrefit®

Armătură inovatoare din plase de carbon

Reabilitarea silozului de zahăr – CARBOrefit®

Uelzen, Germania

Rezumat

Reabilitarea unui siloz de zahăr cu două camere, înalt de 35 de metri, din Uelzen reprezintă o utilizare industrială de referință a metodei de consolidare cu beton armat cu carbon CARBOrefit®.

Din cauza încărcărilor dinamice pe termen lung produse de ciclurile de umplere și golire, învelișul interior existent al silozului prezenta fisuri și desprinderi de beton. Fragmentele desprinse constituiau un risc direct de contaminare a produselor alimentare depozitate și compromiteau fiabilitatea structurală.

În locul demolării și reconstruirii, structura a fost consolidată folosind plase din carbon Hitexbau înglobate în beton performant cu granulație fină PAGEL TF10, formând un sistem de consolidare cu beton armat cu carbon în strat subțire de 20 mm, aplicat pe aproximativ 3.100 m² de suprafață.

Intervenția a restabilit integritatea structurală, a asigurat siguranța igienică, a eliminat riscul de coroziune și a redus costurile reabilitării la aproximativ 50% din cele ale unei construcții noi.

Contextul proiectului

Context

Silozul, operat de Nordzucker AG, are:

- Capacitate: aproximativ 20.000 t de zahăr.
- Înălțime: aproximativ 35 m.
- Diametru: aproximativ 30 m.
- Configurație: sistem „siloz în siloz”, cu două camere.

O reparație anterioară cu beton convențional de 7 cm, armat cu oțel, fusese realizată în anii 1990, utilizând tehnologia cofrajelor glisante.

Totuși, în condițiile de exploatare tipice silozurilor de depozitare în vrac, inclusiv:

- Umplere și golire ciclică.
- Variații ale presiunii interioare.
- Efecte de boltire în materialul granular.
- Vibrații în timpul descărcării.

stratul de reparație s-a degradat. Au apărut delaminarea betonului și desprinderea fragmentelor, generând riscuri de contaminare și afectând aptitudinea de exploatare.

O inspecție a evidențiat fisurare extinsă și degradarea suprafeței învelișului interior. Era necesară o soluție de consolidare durabilă și conformă din punct de vedere igienic.

Localizare

Beneficiar: Nordzucker AG, An der Zuckerfabrik 1, 29525 Uelzen, Germania.

Antreprenor general: Torkret Substanzbau AG.

Perioada de execuție: iulie – septembrie 2012.

Domeniu și obiective

Domeniu:

- Reabilitarea a aproximativ 3.100 m² de suprafață a învelișului interior.
- Injectarea fisurilor și pregătirea structurală a suprafeței.
- Aplicarea armăturii textile din carbon în mai multe straturi.
- Realizarea unui sistem de consolidare cu beton armat cu carbon în strat subțire.
- Aplicarea unei acoperiri epoxidice aprobate pentru contact alimentar.

Consum total de materiale:

- Aproximativ 14.000 m² de plasă din carbon.
- Aproximativ 150 t de beton cu granulație fină PAGEL TF10.

Obiective:

- Păstrarea structurii existente a silozului.
- Restabilirea capacității portante structurale.
- Prevenirea desprinderilor ulterioare de beton.
- Reducerea deschiderii fisurilor și controlul propagării lor.
- Asigurarea adecvării igiene pentru depozitarea alimentelor.
- Minimizarea întreruperilor activității și evitarea reconstruirii.

Metode și materiale

1. Conceptul de consolidare structurală

Reabilitarea a fost realizată prin metoda CARBOrefit®, care constă în aplicarea directă pe suportul pregătit a unui strat subțire de beton armat cu textile din carbon.

Stratul de beton armat cu carbon de 20 mm funcționează ca un înveliș aderent de armare la tracțiune. Plasele din carbon înglobate asigură o capacitate ridicată la tracțiune și preluarea solicitărilor în dreptul fisurilor, redistribuind tensiunile generate de încărcările dinamice din exploatare.

Spre deosebire de soluțiile convenționale cu beton torcretat, sistemul:

- Nu necesită ancorare mecanică.
- Adaugă o încărcare permanentă minimă.
- Elimină riscul de coroziune.
- Realizează consolidarea structurală cu grosime redusă.

2. Materiale

Armătură din carbon

- Aproximativ 14.000 m² de plasă din carbon instalată: HTC 21/21-40.
- Lățimea plasei: aproximativ 2,46 m.
- Instalare verticală pe aproximativ 33 m.

Au fost înglobate patru straturi de plasă, cu distanțe de aproximativ 4 mm între ele, în matricea de mortar.

Armătura textilă asigură performanță ridicată la tracțiune și durabilitate fără coroziune.

Matrice de beton cu granulație fină

Produs: beton cu granulație fină PAGEL TF10 CARBOrefit®.

Caracteristicile includ:

- Rezistență ridicată la compresiune.
- Aderență ridicată la suport.
- Capilaritate redusă.
- Lucrabilitate excelentă pentru aplicare în strat subțire.

Grosimea totală a stratului de consolidare: 20 mm.

Suprafața finală a fost șlefuită și acoperită cu un sistem epoxidic aprobat pentru contact alimentar.

Execuție

Pregătirea suprafeței

- Montarea unei schele circulare complete.
- Sablare cu nisip până la suportul cu structură granulară.
- Injectarea a aproximativ 2.000 m de fisuri.
- Utilizarea a aproximativ 200 kg de rășină de injecție.

Procedura de aplicare

- Alcătuire în patru straturi cu plasă din carbon și mortar TF10.
- Aplicare proaspăt pe proaspăt.
- Desfășurarea verticală a rolurilor textile de sus în jos.
- Netezirea finală a ultimului strat.

Organizarea lucrului:

- Două schimburi de 12 ore.
- Timp maxim de așteptare între straturi: 2 ore.

Condiții de mediu înregistrate în timpul aplicării:

- Temperatură de 25°C.
- Umiditate relativă de 60%.

Înainte de execuție a fost obținută o aprobare specifică proiectului (echivalentă ZiE).

Provocări și soluții

Cerințe igienice

Provocare: mediu de depozitare a alimentelor cu contact direct.

Soluție: finisare netedă a suprafeței și acoperire epoxidică EP certificată, combinate cu un sistem de beton armat cu carbon testat igienic.

Încărcare dinamică

Provocare: tensiuni ciclice de tracțiune care conduc la propagarea fisurilor și desprinderea betonului.

Soluție: armătură textilă în mai multe straturi, care asigură controlul fisurării și redistribuirea solicitărilor de tracțiune.

Aplicare verticală

Provocare: instalare pe o înălțime interioară de 35 m, într-o geometrie circulară.

Soluție: instalare verticală continuă a plaselor și pulverizare controlată a mortarului.

Păstrarea structurii

Provocare: evitarea reconstruirii complete.

Soluție: consolidare în strat subțire de 20 mm, care realizează refacerea structurală cu o masă suplimentară minimă.

Rezultate

Structurale

- Restabilirea completă a capacității portante.
- Control eficient al fisurării.
- Eliminarea riscului de desprindere a betonului.
- Armătură fără coroziune.

Economice

- Costul reabilitării: aproximativ 50% din cel al unei construcții noi.
- Reducerea întreruperilor activității.
- Evitarea demolării.

Eficiența utilizării materialelor

Comparativ cu o soluție convențională de beton torcretat de 70 mm, armat cu oțel, sistemul CARBOrefit® de 20 mm a redus volumul suplimentar de beton cu aproximativ 70%, eliminând în același timp armătura din oțel.

Durabilitate

Armătura fără coroziune și deschiderile reduse ale fisurilor îmbunătățesc semnificativ performanța pe termen lung sub încărcări ciclice.

Concluzie

Reabilitarea silozului de zahăr Nordzucker din Uelzen demonstrează avantajele structurale, igienice și economice ale consolidării cu beton armat cu carbon în infrastructura de depozitare industrială.

Combinând plasele din carbon Hitexbau cu betonul cu granulație fină PAGEL TF10 CARBOrefit®, proiectul a obținut:

- Consolidare structurală performantă.
- Aplicare în strat subțire (20 mm).
- Durabilitate pe termen lung fără coroziune.
- Conformitate cu cerințele de depozitare a alimentelor.
- Economii semnificative de costuri față de reconstruire.

Acest proiect reprezintă o utilizare industrială timpurie la scară mare a sistemului CARBOrefit® și constituie un caz de referință pentru reabilitarea verticală cu beton armat cu carbon a silozurilor și instalațiilor de depozitare în vrac supuse încărcărilor dinamice din exploatare.

Ilustrații din documentul original

