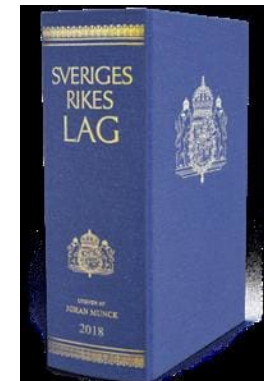




TRAFIKVERKET



# Bärförmåga, stadga och beständighet

## PBL

### 8 kap. Krav på byggnadsverk, byggprodukter, tomter och allmänna platser

#### Byggnadsverks tekniska egenskaper

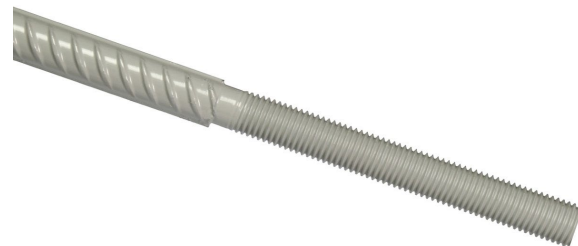
- 4 § Ett byggnadsverk ska ha de tekniska egenskaper som är väsentliga i fråga om
1. bärförmåga, stadga och beständighet,
  2. ....

- Bärförmåga skall säkerställas under hela den kravställda livslängden
- Byggnadsverket ska vara stadigt (stadga)
- Beständighet, Material med relevant beständighet skall väljas

# Beständighet skall säkerställa bärförmåga och stadga över tid



# Synonymer på bergbult av stål där beständighet även är sammanflätat i ordet



- Im1 bult
- Svartstålsbult
- Obehandlad bult

- Im2 bult
- Vfz bult

- Im3 bult
- Coatad bult
- Duplex bult

- Im3 bult
- Duplex bult
- Rostfri bult

# **Atmosfärers korrosivitet, Immersed categories och kopplingen till korrosionsskydd**

# Atmosfärers korrosivitet

Table 2 — Corrosion rates,  $r_{\text{corr}}$ , for the first year of exposure for the different corrosivity categories

| Corrosivity category | Corrosion rates of metals              |  |                                  |                                  |                                |
|----------------------|--|--|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
|                      | Unit                                   | Carbon steel                           | Zinc                             | Copper                           | Aluminium                      |
| C1                   | $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ | $r_{\text{corr}} \leq 10$              | $r_{\text{corr}} \leq 0,7$       | $r_{\text{corr}} \leq 0,9$       | negligible                     |
|                      | $\mu\text{m}/\text{a}$                 | $r_{\text{corr}} \leq 1,3$             | $r_{\text{corr}} \leq 0,1$       | $r_{\text{corr}} \leq 0,1$       | —                              |
| C2                   | $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ | $10 < r_{\text{corr}} \leq 200$        | $0,7 < r_{\text{corr}} \leq 5$   | $0,9 < r_{\text{corr}} \leq 5$   | $r_{\text{corr}} \leq 0,6$     |
|                      | $\mu\text{m}/\text{a}$                 | $1,3 < r_{\text{corr}} \leq 25$        | $0,1 < r_{\text{corr}} \leq 0,7$ | $0,1 < r_{\text{corr}} \leq 0,6$ | —                              |
| C3                   | $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ | $200 < r_{\text{corr}} \leq 400$       | $5 < r_{\text{corr}} \leq 15$    | $5 < r_{\text{corr}} \leq 12$    | $0,6 < r_{\text{corr}} \leq 2$ |
|                      | $\mu\text{m}/\text{a}$                 | $25 < r_{\text{corr}} \leq 50$         | $0,7 < r_{\text{corr}} \leq 2,1$ | $0,6 < r_{\text{corr}} \leq 1,3$ | —                              |
| C4                   | $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ | $400 < r_{\text{corr}} \leq 650$       | $15 < r_{\text{corr}} \leq 30$   | $12 < r_{\text{corr}} \leq 25$   | $2 < r_{\text{corr}} \leq 5$   |
|                      | $\mu\text{m}/\text{a}$                 | $50 < r_{\text{corr}} \leq 80$         | $2,1 < r_{\text{corr}} \leq 4,2$ | $1,3 < r_{\text{corr}} \leq 2,8$ | —                              |
| C5                   | $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ | $650 < r_{\text{corr}} \leq 1\ 500$    | $30 < r_{\text{corr}} \leq 60$   | $25 < r_{\text{corr}} \leq 50$   | $5 < r_{\text{corr}} \leq 10$  |
|                      | $\mu\text{m}/\text{a}$                 | $80 < r_{\text{corr}} \leq 200$        | $4,2 < r_{\text{corr}} \leq 8,4$ | $2,8 < r_{\text{corr}} \leq 5,6$ | —                              |
| CX                   | $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ | $1\ 500 < r_{\text{corr}} \leq 5\ 500$ | $60 < r_{\text{corr}} \leq 180$  | $50 < r_{\text{corr}} \leq 90$   | $r_{\text{corr}} > 10$         |
|                      | $\mu\text{m}/\text{a}$                 | $200 < r_{\text{corr}} \leq 700$       | $8,4 < r_{\text{corr}} \leq 25$  | $5,6 < r_{\text{corr}} \leq 10$  | —                              |

NOTE 1 The classification criterion is based on the methods of determination of corrosion rates of standard specimens for the evaluation of corrosivity (see ISO 9226).

NOTE 2 The corrosion rates, expressed in grams per square metre per year [ $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ], are recalculated in micrometres per year ( $\mu\text{m}/\text{a}$ ) and rounded.

NOTE 3 The standard metallic materials are characterized in ISO 9226.

NOTE 4 Aluminium experiences uniform and localized corrosion. The corrosion rates shown in this table are calculated as uniform corrosion. Maximum pit depth or number of pits can be a better indicator of potential damage. It depends on the final application. Uniform corrosion and localized corrosion cannot be evaluated after the first year of exposure due to passivation effects and decreasing corrosion rates.

NOTE 5 Corrosion rates exceeding the upper limits in category C5 are considered extreme. Corrosivity category CX refers to specific marine and marine/industrial environments (see Annex C).

## SVENSK STANDARD SS-EN ISO 9223:2012

Fastställt/Approved: 2012-02-08  
Publicerad/Published: 2012-02-21  
Utgåva/Edition: 1  
Språk/Language: engelska/English  
ICS: 77.060



**Korrosion hos metaller och legeringar – Atmosfärers korrosivitet – Klassificering, bestämning och uppskattning (ISO 9223:2012)**

**Corrosion of metals and alloys – Corrosivity of atmospheres – Classification, determination and estimation (ISO 9223:2012)**

När vi hänvisar till korrosivitetsklass C1, C2, C3, C4, C5 eller CX så hänvisar man i respektive klass till en miljö med specifika fysikaliska och kemiska förhållande (olika aggressiva)

# Immersed categories (nedsänkt i vatten eller jord (berg)) Im1, Im2, Im3 och Im4

Table 2 — Categories for water and soil

| Category | Environment           | Examples of environments and structures  |
|----------|-----------------------|--|
| Im1      | Fresh water           | River installations, hydro-electric power plants   |
| Im2      | Sea or brackish water | Immersed structures without cathodic protection (e.g. harbour areas with structures like sluice gates, locks or jetties) |
| Im3      | Soil                  | Buried tanks, steel piles, steel pipes   |
| Im4      | Sea or brackish water | Immersed structures with cathodic protection (e.g. offshore structures)  |

NOTE For corrosivity category Im1 and Im3, cathodic protection can be used with a paint system tested accordingly

Till skillnad från atmosfärers korrosivitet (C1,C2...) saknar Immersed categories (Im) beskrivning på hur aggressiva miljöerna är.

  
 SWEDISH  
 STANDARDS  
 INSTITUTE

**SVENSK STANDARD**  
**SS-EN ISO 12944-2:2017**

Fastställd/Approved: 2017-12-29  
 Publicerad/Published: 2017-12-29  
 Utgåva/Edition: 2  
 Språk/Language: engelska/English  
 ICS: 87.020; 91.080.13

---

**Färg och lack – Korrosionsskydd av stålkonstruktioner  
 genom målning –  
 Del 2: Miljöklassificering (ISO 12944-2:2017)**

**Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures  
 by protective paint systems –  
 Part 2: Classification of environments (ISO 12944-2:2017)**

# Beständighet

## - säkerställa bärförmåga och stadga över tid

Korrosionsskydd genom målning enligt SS-EN ISO 12944-1:2017 klassa i underhållsintervall

In this document, durability is expressed in terms of four ranges:

- low (L) up to 7 years;
- medium (M) 7 years to 15 years;
- high (H) 15 years to 25 years;
- very high (VH) more than 25 years.

The durability range is not a “guarantee time”. Durability is a technical consideration/planning parameter that can help the owner set up a maintenance programme. A guarantee time is a consideration that is the legal subject of clauses in the administrative part of the contract. The guarantee time is usually shorter than the durability range. There are no rules that link the two periods of time.



# Målningsystem vid atmosfärers korrosion

## SS-EN ISO 12944-5:2017

### Normativ bilaga B

**Table B.3 — Summary of the minimum number of coats (MNOC) and minimum NDFT of the paint system depending on durability and corrosivity category on hot dip galvanized steel according to ISO 1461**

| Durability                      |      | Low (l)     |     | Medium (m)  |     | High (h)    |     | Very high (vh) |     |
|---------------------------------|------|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|----------------|-----|
| Binder base of primer           |      | EP, PUR     | AY  | EP, PUR     | AY  | EP, PUR     | AY  | EP, PUR        | AY  |
| Binder base of subsequent coats |      | EP, PUR, AY | AY  | EP, PUR, AY | AY  | EP, PUR, AY | AY  | EP, PUR, AY    | AY  |
| C2                              | MNOC | a           |     | a           |     | 1           | 1   | 1              | 2   |
|                                 | NDFT | a           |     | a           |     | 80          | 80  | 120            | 160 |
| C3                              | MNOC | a           |     | 1           | 1   | 1           | 2   | 2              | 2   |
|                                 | NDFT | a           |     | 80          | 80  | 120         | 160 | 160            | 200 |
| C4                              | MNOC | 1           | 1   | 1           | 2   | 2           | 2   | 2              | —   |
|                                 | NDFT | 80          | 80  | 120         | 160 | 160         | 200 | 200            | —   |
| C5                              | MNOC | 1           | 2   | 2           | 2   | 2           | —   | 2              | —   |
|                                 | NDFT | 120         | 160 | 160         | 200 | 200         | —   | 240            | —   |

In addition to polyurethane technology, other coating technologies may be suitable, e.g. polysiloxanes, polyaspartic and fluoropolymer [fluoroethylene/vinyl ether co-polymer (FEVE)].

NOTE 1 The abbreviations are described in [Table A.1](#). For single coats, the binder base of the primer is recommended.

NOTE 2 The durability is in this case related to the paint system adhesion to the hot dip galvanized surface. In case of damaged paint system, the remaining hot dip galvanized layer delivers further protection to the steel.

<sup>a</sup> If coating is desired, use a system from higher corrosivity categories or durability, e.g. C2 high or C3 medium.

SVENSK STANDARD  
SS-EN ISO 12944-5:2019

Färg och lack – Korrosionsskydd av stålkonstruktioner genom målning –  
Del 5: Rostskyddssystem (ISO 12944-5:2019)

Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems –  
Part 5: Protective paint systems (ISO 12944-5:2019)



**sis** Svenska  
Institutet för  
Standarder

60my zink + 240my ger ett  
underhållsintervall 25 - 30 år

# Målningsystem vid Immersed (nedsänkt) korrosion

## SS-EN ISO 12944-5:2017

### Informativ bilaga C

**Table C.6 — Paint systems for carbon steel for immersion categories Im1, Im2 and Im3**

| System No. | Priming coat |                |              |                       | Subsequent coat(s) | Paint system       |                       | Durability |   |   |    |
|------------|--------------|----------------|--------------|-----------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|------------|---|---|----|
|            | Binder type  | Type of primer | No. of coats | NDFT in $\mu\text{m}$ | Binder type        | Total no. of coats | NDFT in $\mu\text{m}$ | l          | m | h | vh |
| I.01       | EP, PUR, ESI | Zn (R)         | 1            | 60 to 80              | EP, PUR            | 2 to 4             | 360                   | X          | X | X |    |
| I.02       | EP, PUR, ESI | Zn (R)         | 1            | 60 to 80              | EP, PUR            | 2 to 5             | 500                   | X          | X | X | X  |
| I.03       | EP, PUR, ESI | Misc.          | 1            | 80                    | EP, PUR            | 2 to 4             | 380                   | X          | X | X |    |
| I.04       | EP, PUR, ESI | Misc.          | 1            | 80                    | EP, PUR            | 2 to 4             | 540                   | X          | X | X | X  |
| I.05       |              |                | —            | —                     | EP, PUR            | 1 to 3             | 400                   | X          | X | X |    |
| I.06       |              |                | —            | —                     | EP, PUR            | 1 to 3             | 600                   | X          | X | X | X  |

Depending on mechanical and abrasive loads, it can be necessary to increase the NDFT of the systems to ensure the durability. For abrasive loads, NDFT of up to 1 000  $\mu\text{m}$  are recommended, and for extreme abrasive loads even up to 2 000  $\mu\text{m}$ .

In addition to polyurethane technology, other coating technologies may be suitable, e.g. polysiloxanes, polyaspartic and fluoropolymer [fluoroethylene/vinyl ether co-polymer (FEVE)].

NOTE 1 Water-borne products are not yet suitable for immersion.

NOTE 2 The immersion categories deal with external exposure only. Confined spaces and tank internals are outside the scope of this document (see ISO 12944-2).

NOTE 3 For abbreviations see [Table A.1](#).

SVENSK STANDARD  
SS-EN ISO 12944-5:2019

Färg och lack – Korrosionsskydd av stålkonstruktioner genom målning –  
Del 5: Rostskyddssystem (ISO 12944-5:2019)

Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems –  
Part 5: Protective paint systems (ISO 12944-5:2019)







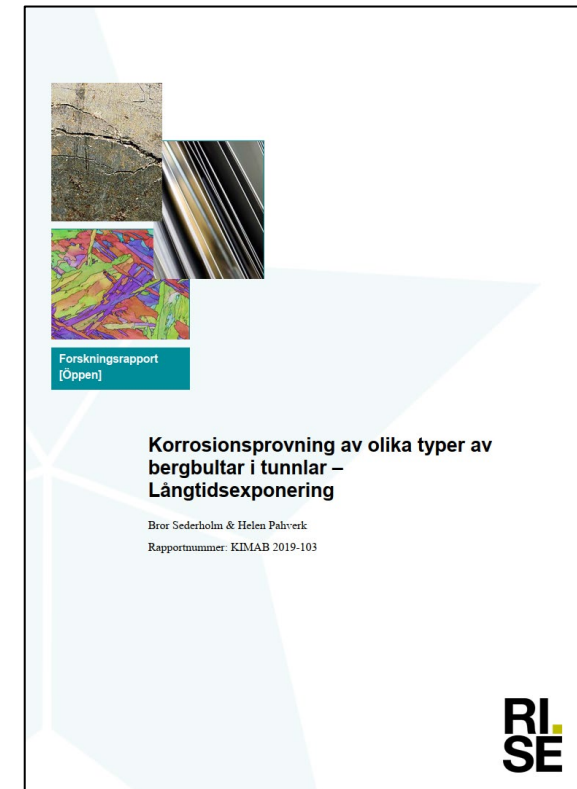


**sis** Svenska Institutet för Standarder

# Atmosfärers korrosion på målningsssystem

## Bilaga 5 Epoxibelagda bergbultar, Vik Ørsta AS





| Muskötunneln  |  | Äspötunneln  |   |  |
|---|--|--|---|--|
| Utstickande epoxibelagda bergbultar från Vik Ørsta AS exponerade 8 år i trafikutrymme |  |  |   |  |
| Nr:   | L6 utan skada  | M6 med skada   | V6 utan skada   | Y6 med skada   |
|   |  |  |  |  |



Epoxibelagda bergbultar här lika med zink + epoxi totalt 210my

# Immersed (nedsänkt) korrosion på målningssystem

Epoxibelagda bergbultar med skada exponerad 8 år ingjuten. Bultarna har frilagts från cement före fotografering.

| H6 utan skada  | K6 med skada   | U5 utan skada   | X5 med skada   |
|--|--|---|--|
|  |  |  |  |



# Korrosion för bergbult av stål

- En fullt ingjuten bergbult med lågt vattencementtal, vct, ger ett kemiskt robust system
- Låga vct är under ca 0,4 då det finns ett överskott av ohydratiserad cement som kan självläka
- Täcksckicket av cementbruk är avgörande för att förhindra korrosion
- Inom bergbranschen tillämpas ett erfarenhetsvärde på 10mm täcksckikt vilket skall jämföras med ett Eurokodvärde på ca 45mm. Nordisk forskning har visat detta fungerar.

## TRVK tunnel XX

Tabell 5-3 Exponerings- och korrosivitetsklasser för konstruktionsdelar i omgivande jord, berg eller vatten.

|  | Exponeringsklass för betongkonstruktion | Korrosivitetsklass för stålkonstruktion |
|--|---|---|
| Yta mot omgivande jord och berg:   |   |   |
| Över grundvattenyta  | XC2 XF3 <sup>2)</sup>                   | Im3 <sup>1)</sup>                       |
| I sött grundvatten   | XC2 XF3 <sup>2)</sup>                   | Im3 <sup>1)</sup>                       |
| I salt eller bräckt grundvatten  | XS2 XF4 <sup>2)</sup>                   | Im3                                     |
| I jord eller grundvatten som enligt SS-EN 206-1 innebär risk för kemiskt angrepp | XA1 – XA3 XF4 <sup>2)</sup>             | Im3                                     |
| Yta mot fritt vatten:  |   |   |
| Sött vatten  | XC2 XF3 <sup>2)</sup>                   | Im1                                     |
| Havsvatten eller bräckt vatten under LLW -1,0 m                                  | XS2 XF4 <sup>2)</sup>                   | Im2                                     |
| Havsvatten eller bräckt vatten mellan HHW +5 m och LLW -1,0 m                    | XS3 XF4 <sup>2)</sup>                   | Im3                                     |

<sup>1)</sup> För en konstruktionsdel av stål i berg, som inte innehåller aggressivt vatten, kan korrosivitetsklass **Im1** tillämpas om systematisk förinjektering är genomförd inom aktuellt bergparti eller vid tillräckligt tät berg där särskilda tätningsåtgärder inte erfordras.

<sup>2)</sup> För en konstruktionsdel som är frostfritt belägen gäller inte kravet på XF-klass.

## TRVINFRA-00233, v1.0

Tabell B3.3 Exponerings- och korrosivitetsklasser för konstruktionsdelar i omgivande jord, berg eller vatten.

|   | Exponeringsklass för betongkonstruktion | Korrosivitetsklass för stålkonstruktion |
|---|---|---|
| <b>Yta mot omgivande jord och berg:</b>   |   |   |
| Över grundvattenyta   | XC2 XF3 <sup>2)</sup>                   | Im3 <sup>1)</sup>                       |
| I sött grundvatten <sup>3)</sup>  | XC2 XF3 <sup>2)</sup>                   | Im3 <sup>1)</sup>                       |
| I salt eller bräckt <sup>3)</sup> grundvatten   | XS2 XF4 <sup>2)</sup>                   | Im3                                     |
| I jord eller grundvatten som enligt SS-EN 206-1 innebär risk för kemiskt angrepp          | XA1 – XA3 XF4 <sup>2)</sup>             | Im3                                     |
| <b>Yta mot fritt vatten:</b>  |   |   |
| Sött vatten <sup>3)</sup>   | XC2 XF3 <sup>2)</sup>                   | Im1                                     |
| Havsvatten eller bräckt <sup>3)</sup> vatten under LLW -1,0 m                             | XS2 XF4 <sup>2)</sup>                   | Im2                                     |
| Havsvatten eller bräckt <sup>3)</sup> vatten mellan HHW +5 m och LLW -1,0 m (marin miljö) | XS3 XF4 <sup>2)</sup>                   | Im3                                     |

1) För en konstruktionsdel av stål i berg, som inte innehåller aggressivt vatten, kan korrosivitetsklass **Im1** tillämpas om systematisk förinjektering är genomförd inom aktuellt bergparti.  
Vatten ska anses vara aggressivt mot konstruktionsstål om det vid analys uppvisar minst en av följande egenskaper:

- pH < 6,5
- Vattenhårdhet < 20 mg (Ca + Mg)/l (totalhårdhet)
- Alkalinitet, halt HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> < 60 mg/l
- Kloridhalt, halt Cl<sup>-</sup> > 300 mg/l.

2) För en konstruktionsdel som är frostfritt belägen gäller inte kravet på XF-klass.

3) Sött vatten ska förutsättas ha en salthalt (S): S < 0,05 %.  
Bräckt vatten ska förutsättas ha en salthalt (S): 0,05 % ≤ S ≤ 3 %.  
Salt vatten ska förutsättas ha en salthalt (S): S > 3 %.  
Havsvatten ska förutsättas vara salt vatten.

Tabell K9.1 Rostskyddssystem för ingjuten del av bergbult.

| Korrosivitetsklass enligt Bilaga 3, Tabell B3.3 | Rostskyddssystem  |
|---|---|
| Im1   | Obehandlat stål samt ingjutning med cementbruk som uppfyller krav enligt <i>AMA Anläggning, CDC.14</i> .  |
| Im3   | Varmförzinkat stål kombinerat med ett ytskydd av värmehärdad epoxi med skiktjocklek ≥ 60 µm samt ingjutning med cementbruk som uppfyller krav enligt <i>AMA Anläggning CDC.14</i> . |

# TRVINFRA-00233, v2.X **under rev.**

| <b>Yta mot omgivande jord och berg:</b>   |                             |     |
|---|-----------------------------|-----|
| Över grundvattenyta   | XC2 XF3 <sup>1)</sup>       | Im3 |
| I sött grundvatten <sup>2)</sup>  | XC2 XF3 <sup>1)</sup>       | Im3 |
| I salt eller bräckt <sup>2)</sup> grundvatten   | XS2 XF4 <sup>1)</sup>       | Im3 |
| I jord eller grundvatten som enligt SS-EN 206 innebär risk för kemiskt angrepp            | XA1 – XA3 XF4 <sup>1)</sup> | Im3 |
| <b>Yta mot fritt vatten:</b>  |                             |     |
| Sött vatten <sup>2)</sup>   | XC2 XF3 <sup>1)</sup>       | Im1 |
| Havsvatten eller bräckt <sup>2)</sup> vatten under LLW -1,0 m                             | XS2 XF4 <sup>1)</sup>       | Im2 |
| Havsvatten eller bräckt <sup>2)</sup> vatten mellan HHW +5 m och LLW -1,0 m (marin miljö) | XS3 XF4 <sup>1)</sup>       | Im4 |

1. För en konstruktionsdel som är frostfritt belägen gäller inte kravet på XF-klass.  
2. Sött vatten ska förutsättas ha en salthalt (S):  $S < 0,05 \%$ .  
Bräckt vatten ska förutsättas ha en salthalt (S):  $0,05 \% \leq S \leq 3 \%$ .  
Salt vatten ska förutsättas ha en salthalt (S):  $S > 3 \%$ .  
Havsvatten ska förutsättas vara salt vatten.

K224656

Bergbult av rostfritt stål ska uppfylla krav enligt SS-EN 1993-1-4:2006/A1: 2015, Bilaga A.

Råd

Parametern  $F_2$  i SS-EN 1993-1-4:2006/A1: 2015, Bilaga A, Tabell A.1 får sättas till 0 för väg- och järnvägstunnel om inte annat påvisas vara riktigare.

Råd

I Tabell R11.XX redovisas korrosionsskyddssystem som uppfyller kraven för TLK 120.

Tabell R11 Korrosionsskyddssystem för bergbult i stål.

| Korrosiviteitsklass | korrosionsskyddssystem   |
|---------------------|--|
| C3                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Stål med yttskydd av zink 60 <math>\mu\text{m}</math> och epoxi 60 <math>\mu\text{m}</math>.</li> </ul>   |
| C4                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Stål med täckskikt enligt TSFS 2018:57.</li> <li>Rostfritt stål</li> </ul>  |
| C5                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Stål med täckskikt enligt TSFS 2018:57.</li> <li>Rostfritt stål</li> </ul>  |
| Im3 <sup>1</sup>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Stål med täckskikt av 10 mm cementbruk* med <math>v_{ct} \leq 0,3</math>.</li> </ul>  |
| Im3                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Stål med yttskydd av zink 60 <math>\mu\text{m}</math> och epoxi 60 <math>\mu\text{m}</math> kombinerat med täckskikt av 10 mm cementbruk* med <math>v_{ct} \leq 0,3</math>.</li> <li>Rostfritt stål.</li> </ul> |

\*cementbruk får endast innehålla vatten, cement och tillsatser såsom krympreducerande medel.

1. För en konstruktionsdel av stål i berg, som inte innehåller aggressivt vatten samt om systematisk förinjektering är genomförd inom aktuellt bergparti.

Vatten ska anses vara aggressivt mot konstruktionsstål om det vid analys uppvisar minst en av följande egenskaper:

- $\text{pH} < 6,5$
- Vattenhårdhet  $< 20 \text{ mg (Ca + Mg)/l}$  (totalhårdhet)
- Alkalinitet, halt  $\text{HCO}_3^- < 60 \text{ mg/l}$
- Kloridhalt, halt  $\text{Cl}^- > 300 \text{ mg/l}$ .

# Frågor