



# Genbrugsbeton

Camilla Hjørringgaard – Produktioningeniør  
Unicon A/S



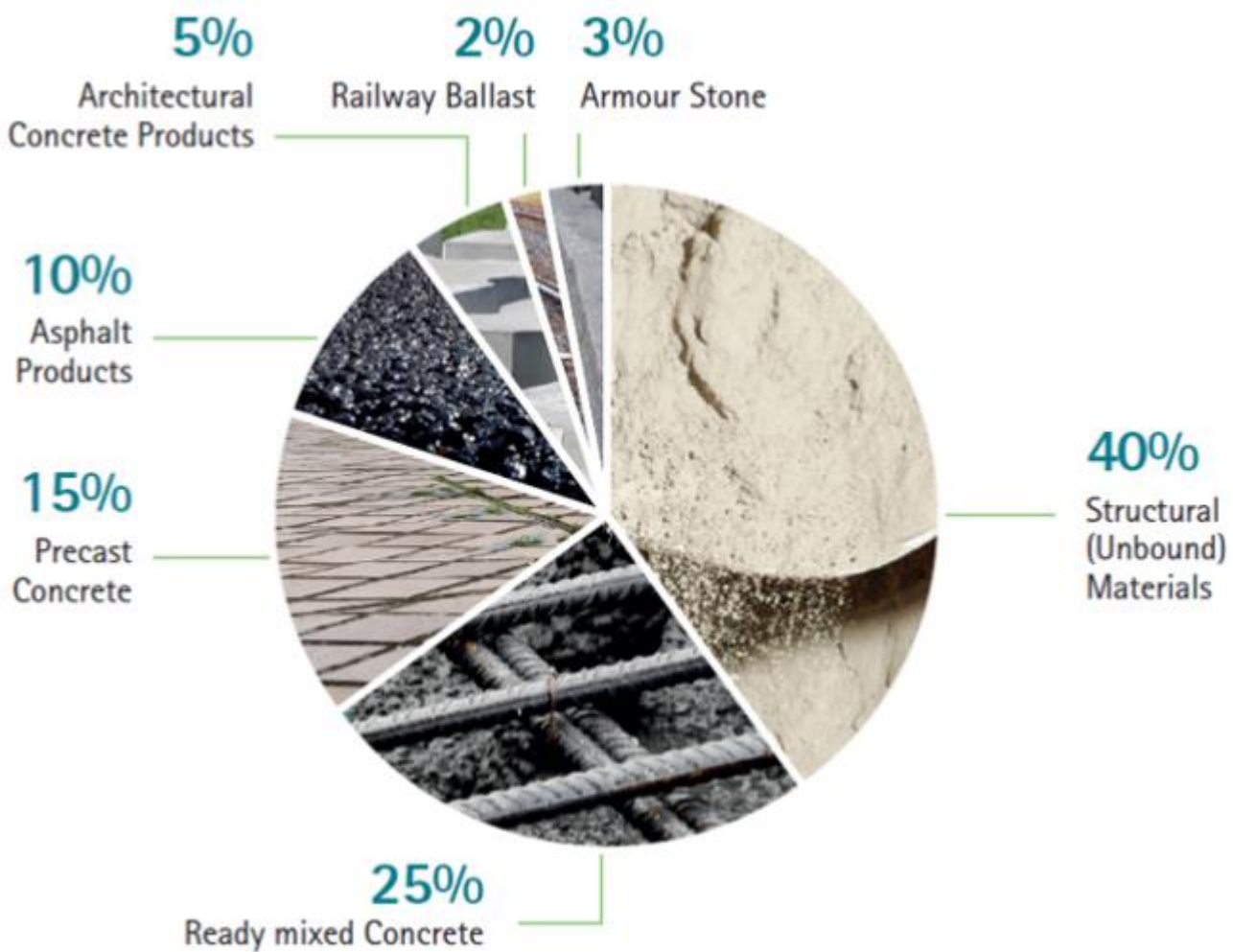
Pointgivende kriterier:

- PRO 1.4.1.3 Cirkulær økonomi bonus
- PRO 2.1.1 Minimal affaldsproduktion
- ENV 1.3.2 Ansvarlig oprindelse
- TEC 1.6 Nedtagning og genanvendelse

Relevante Delmål:

- 6.6 Beskyttelse af økosystemer
- 12.2 Materielt fodaftryk
- 12.5 Genanvendelsesrate



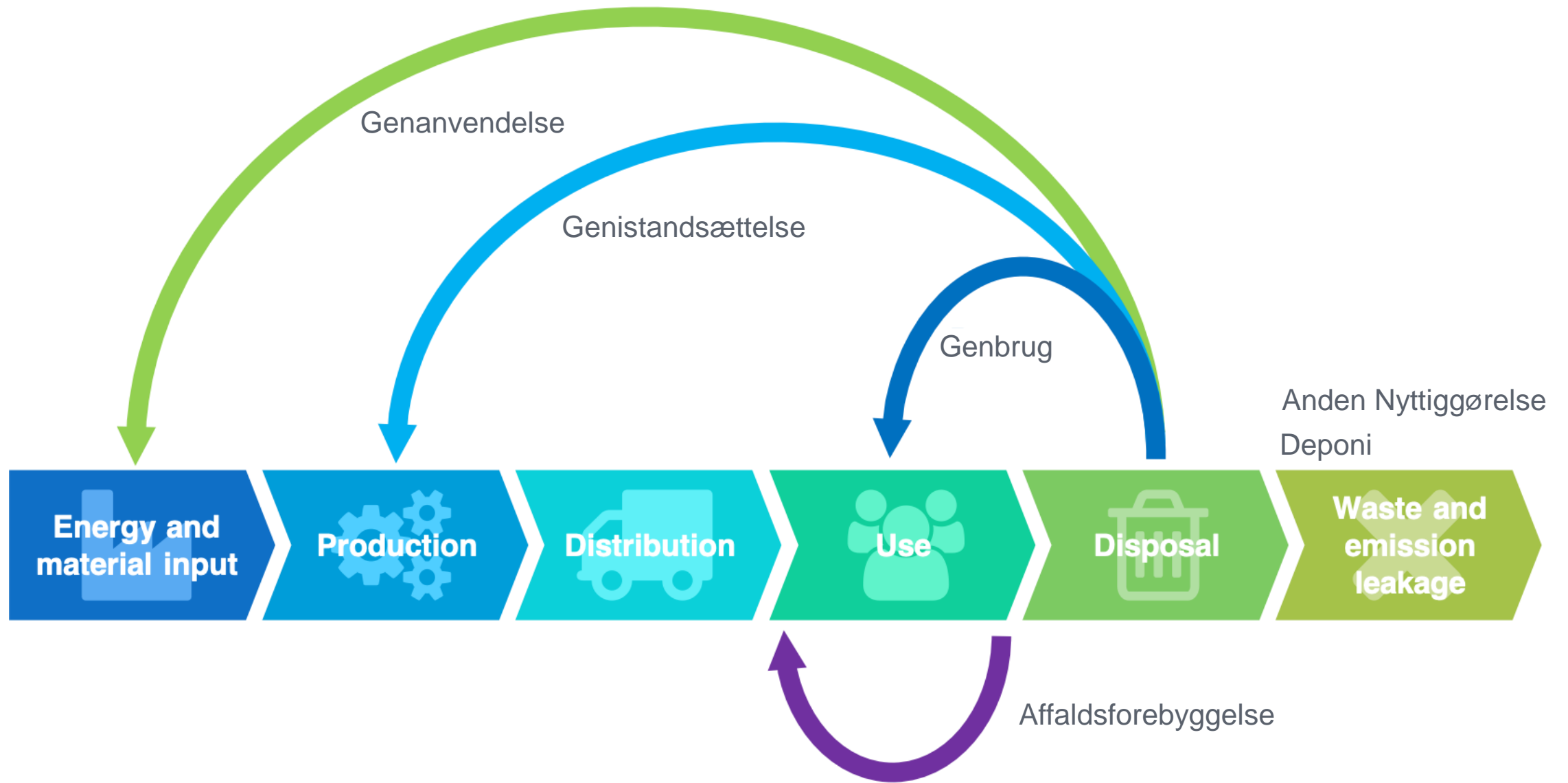


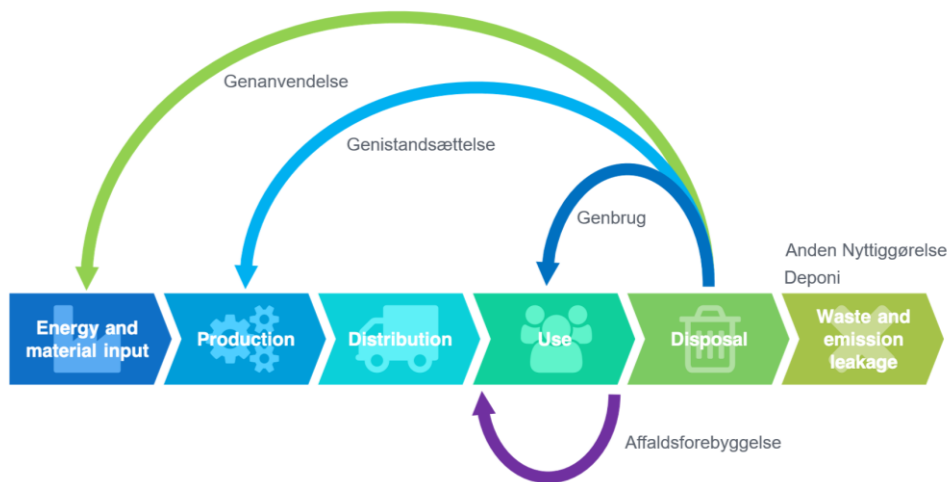
The European aggregates demand is

**3 billion**  
tonnes per year



Source: European Aggregates Association





- Spildbeton anvendt til stabilisering
- Ikke sand genbrug
- Alternativt brugt som sekundært materiale



Udvasket Procestilslag

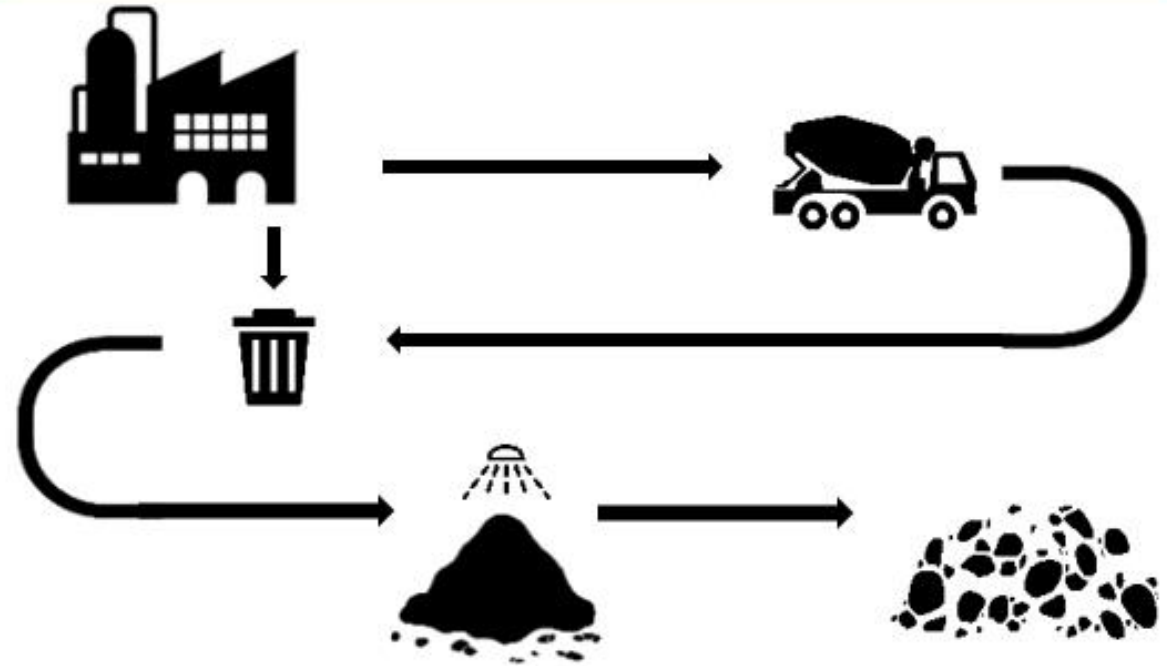


Nedknust Procestilslag

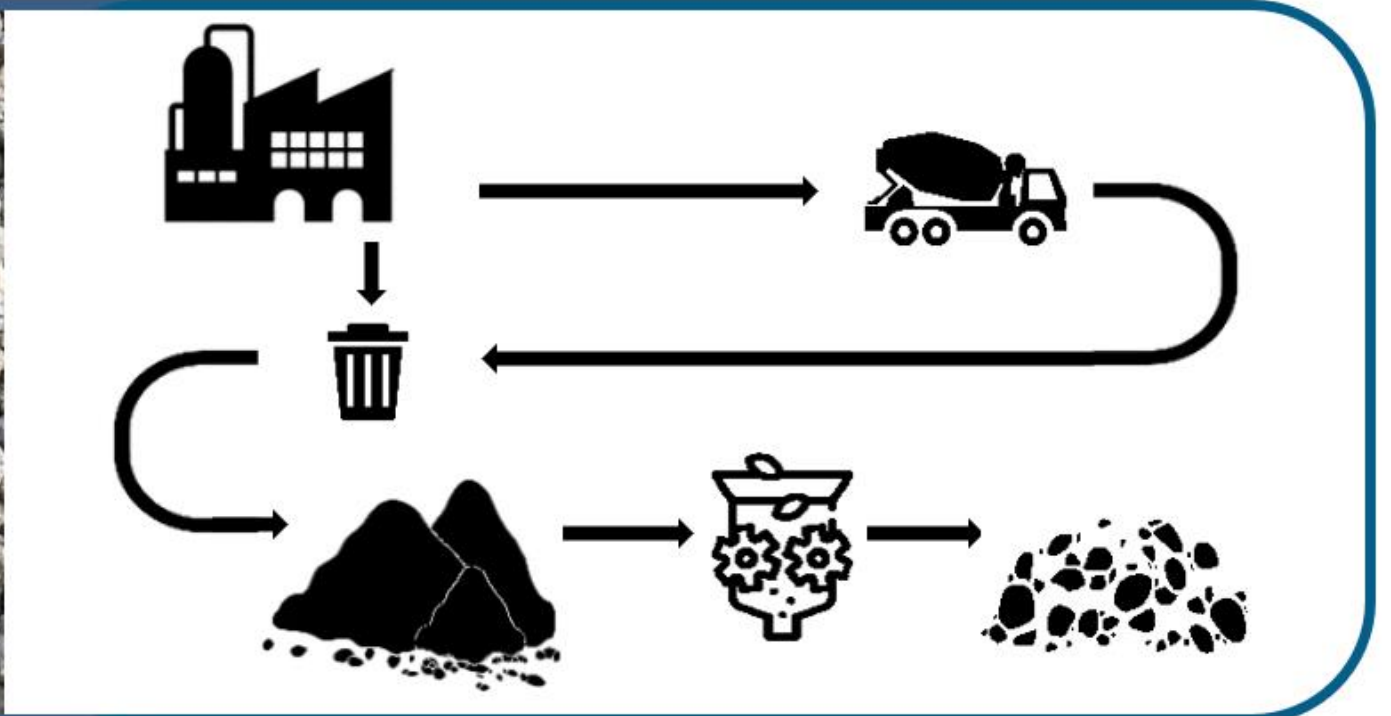


Genanvendt tilslag

# UDVASKET PROCESTILSLAG



# NEDKNUST PROCESTILSLAG





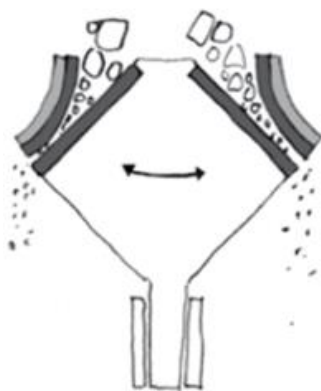
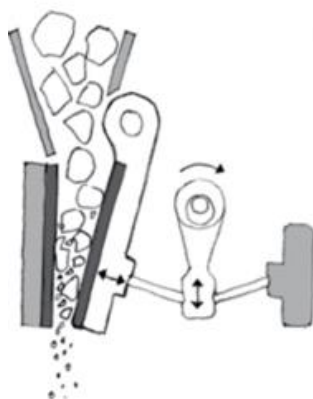
# Forarbejdning

## 1. Hærdning

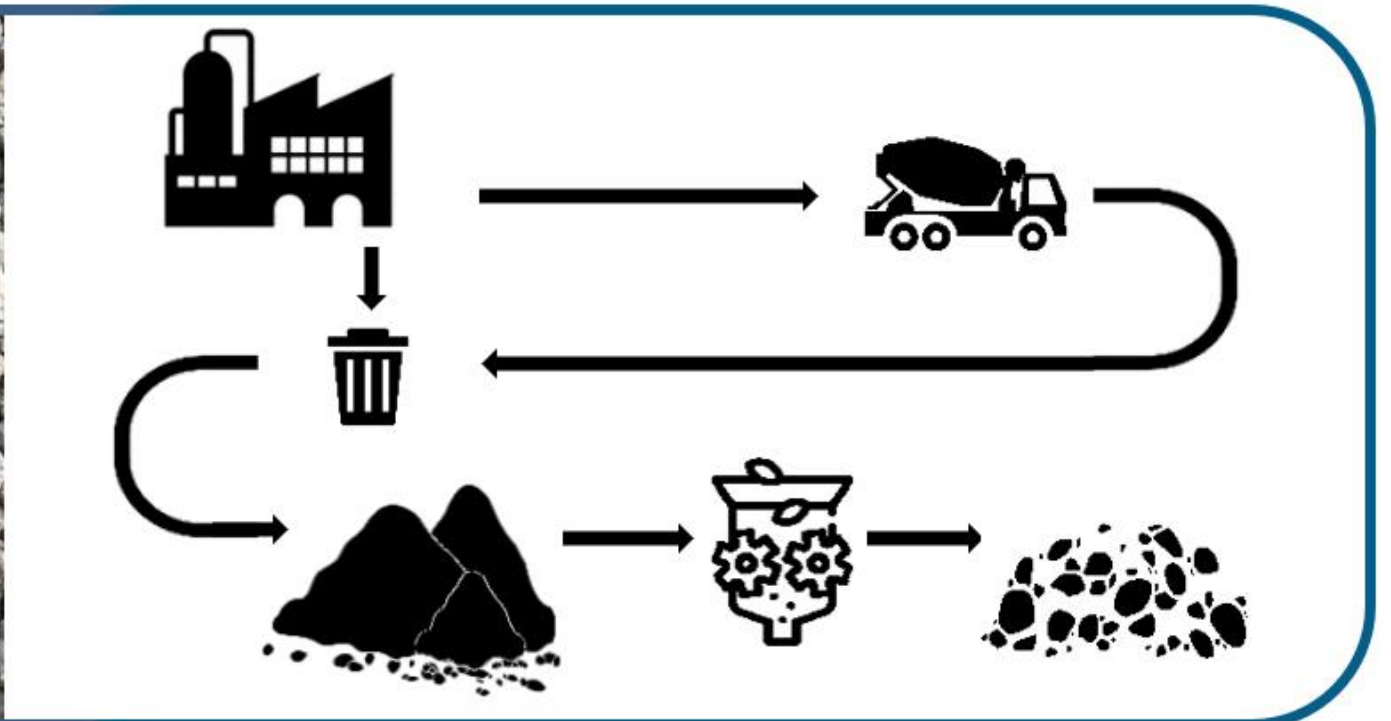
- Skifter tilstand
- Ingen betydning af alder, blot det er hærdnet
- Forhindre forurening fra omgivende miljø
- Større fraktion i elementbranchen

## 2. Nedknusning

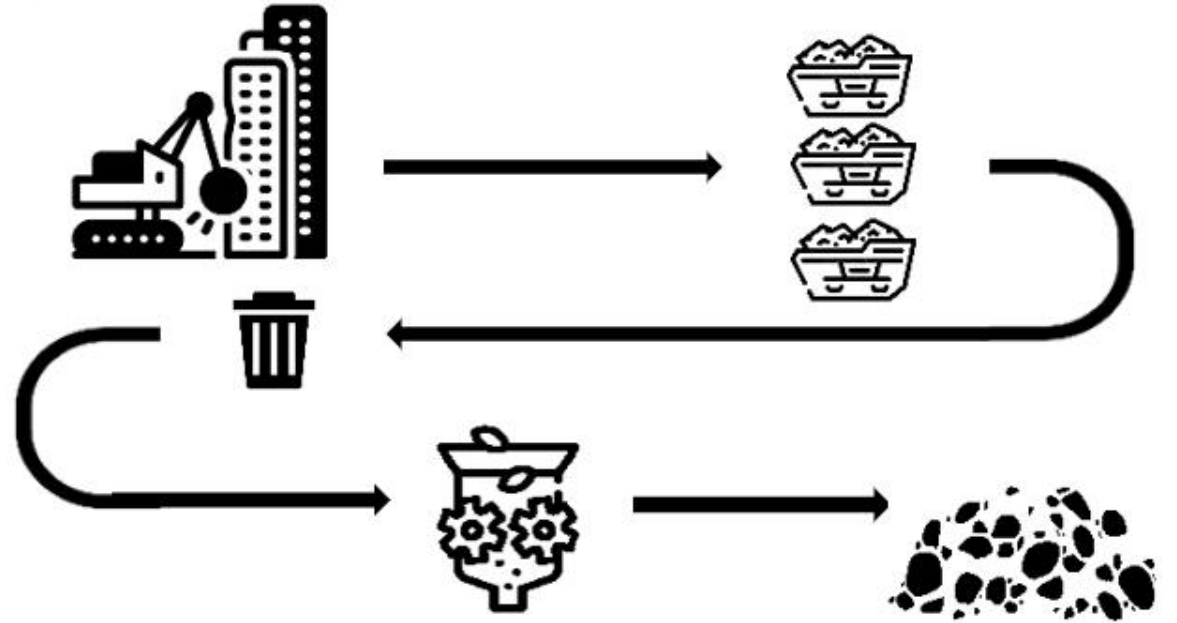
- Ønsket kornstørrelse og fordeling
- Knusning sker i svage zoner
- Rotor-, Kæbe- eller Kegleknuser
- Sorteres i to til tre fraktioner



# NEDKNUST PROCESTILSLAG



# GENANVENDT TILSLAG



# Forarbejdning

## 1. Nedrivning

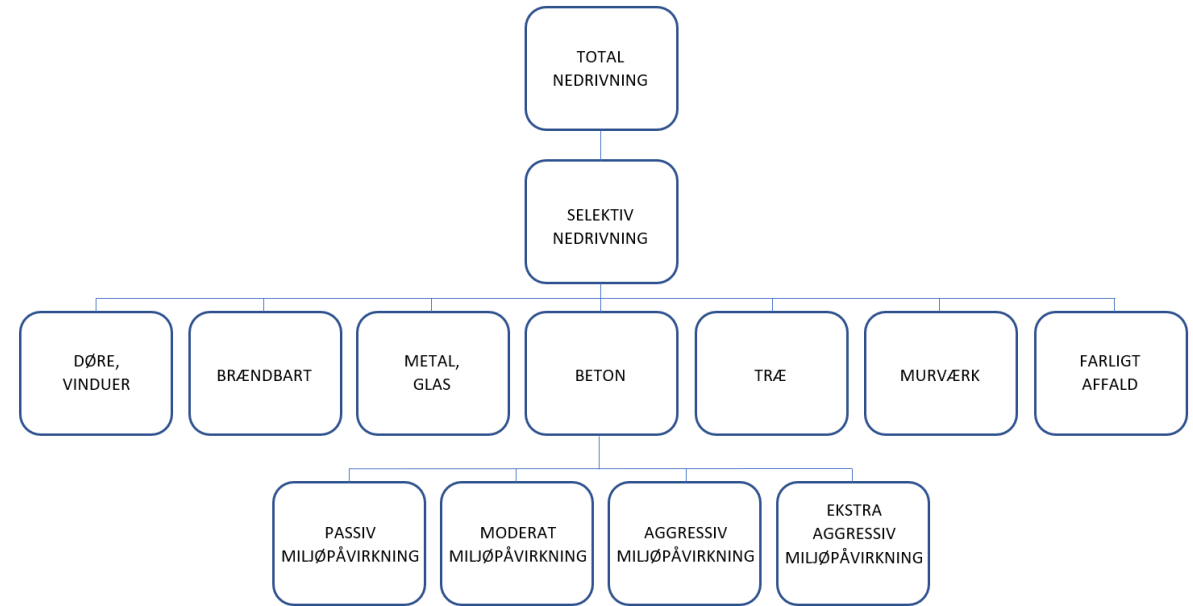
- Fordel af tidlig inddragelse
- Total eller selektiv

## 2. Sortering

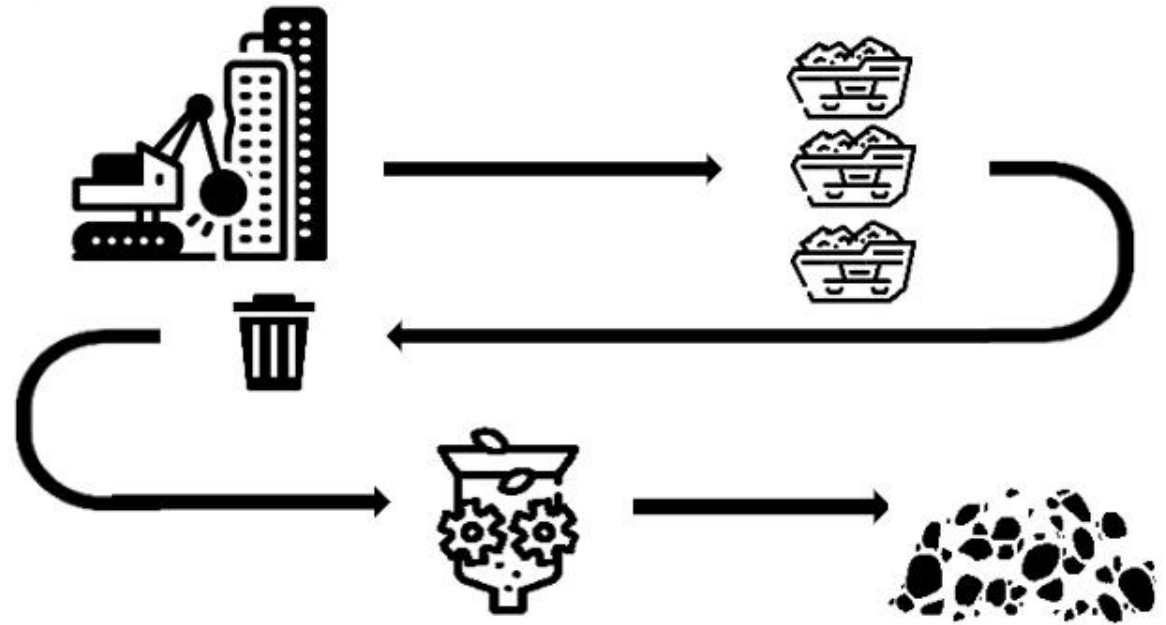
- Undgå downcycling

## 3. Nedknusning

- Ønsket kornstørrelse og fordeling
- Knusning sker i svage zoner
- Rotor-, Kæbe- eller Kegleknuser
- Sorteres i to til tre fraktioner

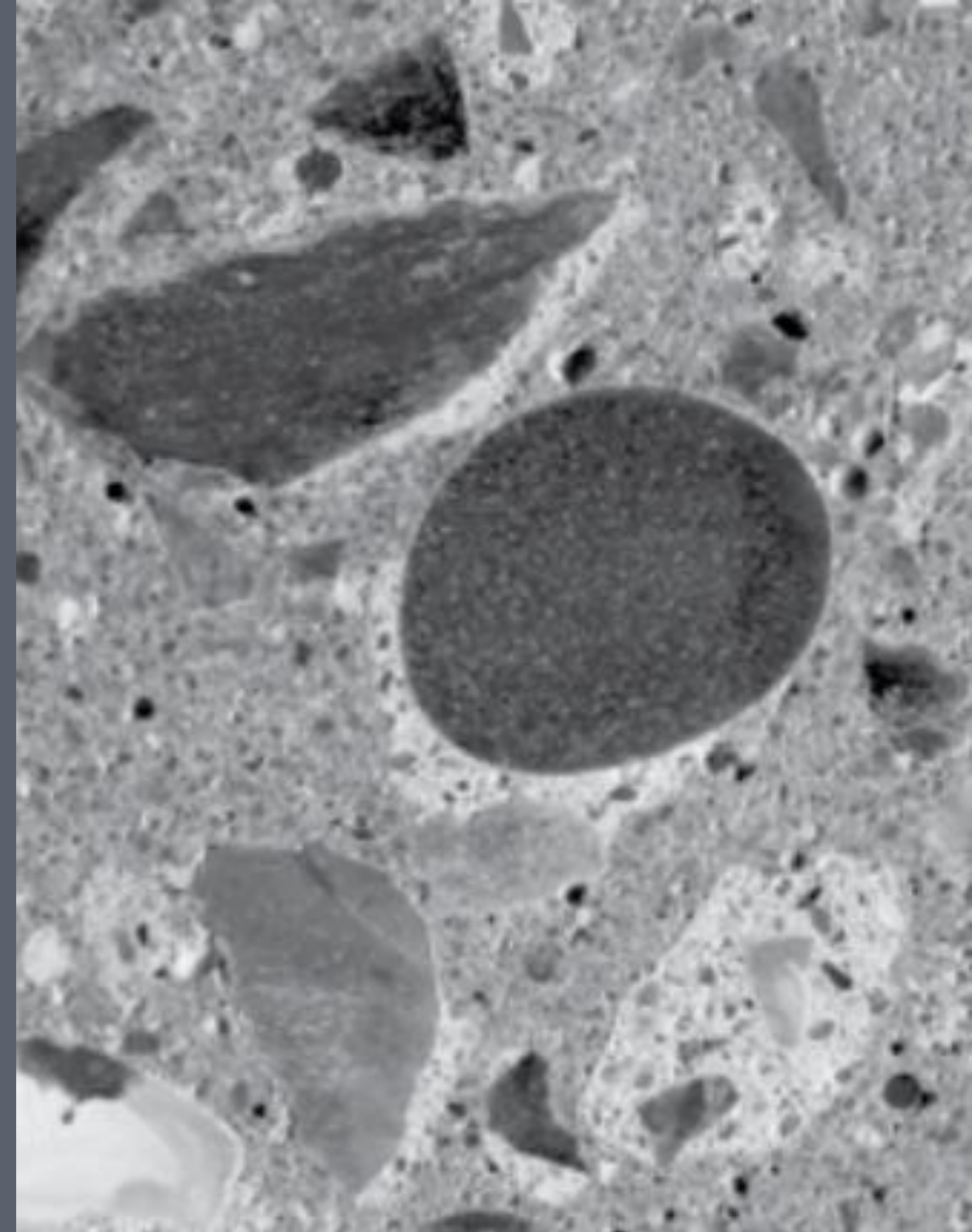


# GENANVENDT TILSLAG



# | Kvalitet

- Skarpkantet kornform
- Naturlige tilslag blandet med mørtel eller pasta
- Lavere densitet
- Høj absorptionsgrad
- Øget svind, krybning – Reduceret E-modul



# Standarder: EN 206:2013+A2:2021 (Europæisk Betonstandard)

DS/EN 206:2013+A2:2021  
EN 206:2013+A2:2021(EN)

(2) Table E.2 gives limits for the replacement of natural normal-weight coarse aggregates by coarse recycled aggregates in relation to exposure classes. Table E.2 is valid for coarse recycled aggregates conforming to EN 12620 and the categories stated in Table E.3.

Table E.2 — Maximum percentage of replacement of coarse aggregates (% by mass)

| Recycled aggregate type   | Exposure classes |          |                    |   |
|---|------------------|----------|--------------------|---|
|   | X0               | XC1, XC2 | XC3, XC4, XF1, XF2 | All other exposure classes <sup>a</sup> |
| Type A:<br>( $R_{ck}$ , $R_{ct}$ , $R_{fy}$ , $R_{s1}$ , $F_{L2}$ , $XR_{p1}$ ) | 50 %             | 30 %     | 30 %               | 0 %                                     |
| Type B:<br>( $R_{ck}$ , $R_{ct}$ , $R_{fy}$ , $R_{s1}$ , $F_{L2}$ , $XR_{p1}$ ) | 50 %             | 20 %     | 0 %                | 0 %                                     |

<sup>a</sup> Type A recycled aggregates from a known source may be used in exposure classes to which the original concrete was designed with a maximum percentage of replacement of 30 %.

<sup>b</sup> Type B recycled aggregates should not be used in concrete with compressive strength classes > C30/37.

NOTE — For the risk of alkali-silica reaction with recycled aggregates, see EN 12620:2002+A1:2008, G.3.3.

Table E.3 — Recommendations for coarse recycled aggregates according to EN 12620

| Property <sup>a</sup>                   | Class in EN 12620:2002+A1:2008 | Type <sup>b</sup> | Category according to EN 12620                                   |
|---|--------------------------------|-------------------|--|
| Fines content                           | 4.6                            | A + B             | Category or value to be declared                                 |
| Flakiness Index                         | 4.4                            | A + B             | $\leq F_{75}$ or $\leq S_{75}$                                   |
| Resistance to fragmentation             | 5.2                            | A + B             | $\leq A_{40}$ or $\leq S_{40}$                                   |
| Oven dried particle density $\rho_{sd}$ | 5.5                            | A                 | $\geq 2.600 \text{ kg/m}^3$                                      |
|   |                                | B                 | $\geq 1.700 \text{ kg/m}^3$                                      |
| Water absorption                        | 5.5                            | A + B             | Value to be declared   |
|   |                                | A                 | $R_{cp}$ , $R_{ct}$ , $R_{fy}$ , $R_{s1}$ , $F_{L2}$ , $XR_{p1}$ |
| Constituents <sup>b</sup>               | 5.9                            | B                 | $R_{ck}$ , $R_{ct}$ , $R_{fy}$ , $R_{s1}$ , $F_{L2}$ , $XR_{p1}$ |
|   |                                | A                 | $R_{ck}$ , $R_{ct}$ , $R_{fy}$ , $R_{s1}$ , $F_{L2}$ , $XR_{p1}$ |
| Water soluble sulfate content           | 6.3.3                          | A + B             | $S_{51}$   |
| Acid-soluble chloride ion content       | 6.2                            | A + B             | Value to be declared   |
| Influence on the initial setting time   | 6.4.1                          | A + B             | $\leq A_{48}$  |

<sup>a</sup> Category NR (no requirement) applies for all other properties not stated in this table for which a category NR can be declared according to EN 12620.

<sup>b</sup> For special applications requiring high quality surface finish the constituent  $F_{L2}$  should be limited to category  $F_{L2}$ .

#### E.4 Recommendation for the use of lightweight aggregates

(1) Table E.4 provides recommendations for the properties of lightweight aggregates.

76

# Standarder: DS EN 206 DK NA:2020 (Danske Betonstandard)

| Kategori   | DS/EN 206 DK NA:2020  |                            |                 | Kategori  | DS/EN 206 DK NA:2020       |             |   | Kategori                   | DS/EN 206 DK NA:2020 |   |                            |             |
|--|---|----------------------------|-----------------|---|----------------------------|-------------|---|----------------------------|----------------------|---|----------------------------|-------------|
|  | Plt. i EN 12620   | Egenskab                   | Prøvningsmetode |   | Plt. i EN 12620            | Egenskab    | Prøvningsmetode   |                            | Plt. i EN 12620      | Egenskab  | Prøvningsmetode            |             |
| E.1 Generelt   | Tabel DK NA-E.1 - Naturligt normalt tilslag og udvalgte tilslag |                            |                 | Tabel DK NA-E.2 - Naturligt normalt tilslag og udvalgte tilslag |                            |             | Tabel DK NA-E.3 - Naturligt normalt tilslag og udvalgte tilslag |                            |                      | Tabel DK NA-E.4 - Naturligt normalt tilslag og udvalgte tilslag |                            |             |
|  | 4.3   | Sorteringer af tilslag     | TK 04           | 4.3   | Sorteringer af tilslag     | TK 04       | 4.3   | Sorteringer af tilslag     | TK 04                | 4.3   | Sorteringer af tilslag     | TK 04       |
| E.2 Naturligt normalt tilslag og naturligt tungt tilslag   | 4.3.2-6   | Kornstørrelsesfordeling    | TI-B S2         | 4.3.2-6   | Kornstørrelsesfordeling    | TI-B S2     | 4.3.2-6   | Kornstørrelsesfordeling    | TI-B S2              | 4.3.2-6   | Kornstørrelsesfordeling    | TI-B S2     |
|  | 4.3.3   | Flint tilslag              | TI-B S1         | 4.3.3   | Flint tilslag              | TI-B S1     | 4.3.3   | Flint tilslag              | TI-B S1              | 4.3.3   | Flint tilslag              | TI-B S1     |
| E.3 Udvalgte tilslag                                       | 4.6   | Densitet og vandabsorption | Mærkelprøve     | 4.6   | Densitet og vandabsorption | Mærkelprøve | 4.6   | Densitet og vandabsorption | Mærkelprøve          | 4.6   | Densitet og vandabsorption | Mærkelprøve |
|  | 5.5   | Volumenstabilitet          | ASTM C 1260     | 5.5   | Volumenstabilitet          | ASTM C 1260 | 5.5   | Volumenstabilitet          | ASTM C 1260          | 5.5   | Volumenstabilitet          | ASTM C 1260 |
| E.4 Krav vedrørende brug af udvasket og genanvendt tilslag | 6.2   | Chloridindhold             | ASTM C 1260     | 6.2   | Chloridindhold             | ASTM C 1260 | 6.2   | Chloridindhold             | ASTM C 1260          | 6.2   | Chloridindhold             | ASTM C 1260 |
|  | 6.3.1   | Syreopløseligt stof        | ASTM C 1260     | 6.3.1   | Syreopløseligt stof        | ASTM C 1260 | 6.3.1   | Syreopløseligt stof        | ASTM C 1260          | 6.3.1   | Syreopløseligt stof        | ASTM C 1260 |



# | Standarder: DS EN 206 DK NA:2020 Kapitel 5

*“Delmaterialet tilslag skal være CE-mærket, medmindre tilslaget produceres og kontrolleres af den samme juridiske person, der producerer betonen.”*

## | Standarder: DS EN 206 DK NA:2020 Anneks E

*“Må kun anvendes i eksponeringsklasserne X0 og XC1, medmindre producentens produktionssystem følger dokumenterede procedurer, der sikrer, at tilslaget udelukkende stammer fra betoner i eksponeringsklasser svarende til den ønskede anvendelse af tilslaget”*

## | Standarder: DS EN 206 DK NA:2020 Anneks E

*“Ved  $\leq 5$  vægt-% genanvendt tilslag af den totale tilslagsmængde, kan der anvendes genanvendt tilslag som stammer fra beton, der ikke stammer fra konstruktionsbeton f.eks. rør og betonvarer. I tvivlstilfælde skal det dokumenteres, at betonen er sammensat som konstruktionsbeton.”*

# Standarder: DS EN 206 DK NA:2020 Anneks E

## Udvasket Procestilslag

| Anvendelse i vægt-% af den totale tilslagsmængde | $\leq 5\%$        | $5\% < x \leq 25\%$         | $> 25\%$                         |
|--|-------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Anvendt på eget produktionssted                  | a. - b. - c.      | a. - b. - c. - d. - e. - g. | a. - b. - c. - d. - e. - f. - g. |
| Anvendt af en gruppe af betonproducenter         | a. - b. - c. - e. | a. - b. - c. - d. - e. - g. | a. - b. - c. - d. - e. - f. - g. |

# Standarder: DS EN 206 DK NA:2020 Anneks E

## Nedknust Procestilslag

| Anvendelse i vægt-% af den totale tilslagsmængde | ≤ 5 %             | > 5 %   |   |
|--|-------------------|---|---|
|  |                   | Styrkeklasse ≤ C35/45   | Styrkeklasse > C35/45   |
| Anvendt på eget produktionssted                  | a. - b. - c.      | Krav: ≤ 10 % fint og ≤ 20 % groft<br>Prøvning: a. - b. - c. - d. - e. - i.                | Krav: ≤ 10 % fint og ≤ 10 % groft<br>Prøvning: a. - b. - c. - d. - e. - i.      |
|  |                   | Krav: > 10 % fint og/eller > 20 % groft<br>Prøvning: a. - b. - c. - d. - e. - h. - i.     | Krav: ≤ 20 % fint og ≤ 50 % groft<br>Prøvning: a. - b. - c. - d. - e. - h. - i. |
| Anvendt af en gruppe af betonproducenter         | a. - b. - c. - e. | Skal følge samme bestemmelser som genanvendt tilslag i E.3.3, samt opfylde a til i E.3.2. |   |

# Standarder: DS EN 206 DK NA:2020 Anneks E

## Genanvendt Tilslag

| Anvendelse i vægt-% af den totale tilslagsmængde | ≤ 5 %                           | > 5 %   |   |
|--|---------------------------------|---|---|
|  |                                 | Styrkeklasse ≤ C35/45   | Styrkeklasse > C35/45   |
|  | b. – c. – e. – j. <sup>1)</sup> | Krav: ≤ 10 % fint og<br>≤ 20 % groft<br>Prøvning: b. – c. – d. – e. – i.            | Krav: ≤ 10 % fint og<br>≤ 10 % groft<br>Prøvning: b. – c. – d. – e. – i.      |
|  |                                 | Krav: > 10 % fint og/eller<br>> 20 % groft<br>Prøvning: b. – c. – d. – e. – h. – i. | Krav: ≤ 20 % fint og<br>≤ 50 % groft<br>Prøvning: b. – c. – d. – e. – h. – i. |

# Eksempler på prøvning

- Sortering
- Kornstørrelsesfordeling
- Kategorisering af bestanddele
- Indhold af finstof
- Densitet
- Vandabsorption
- Volumenstabilitet
- Chloridindhold
- Vandopløselige alkalier

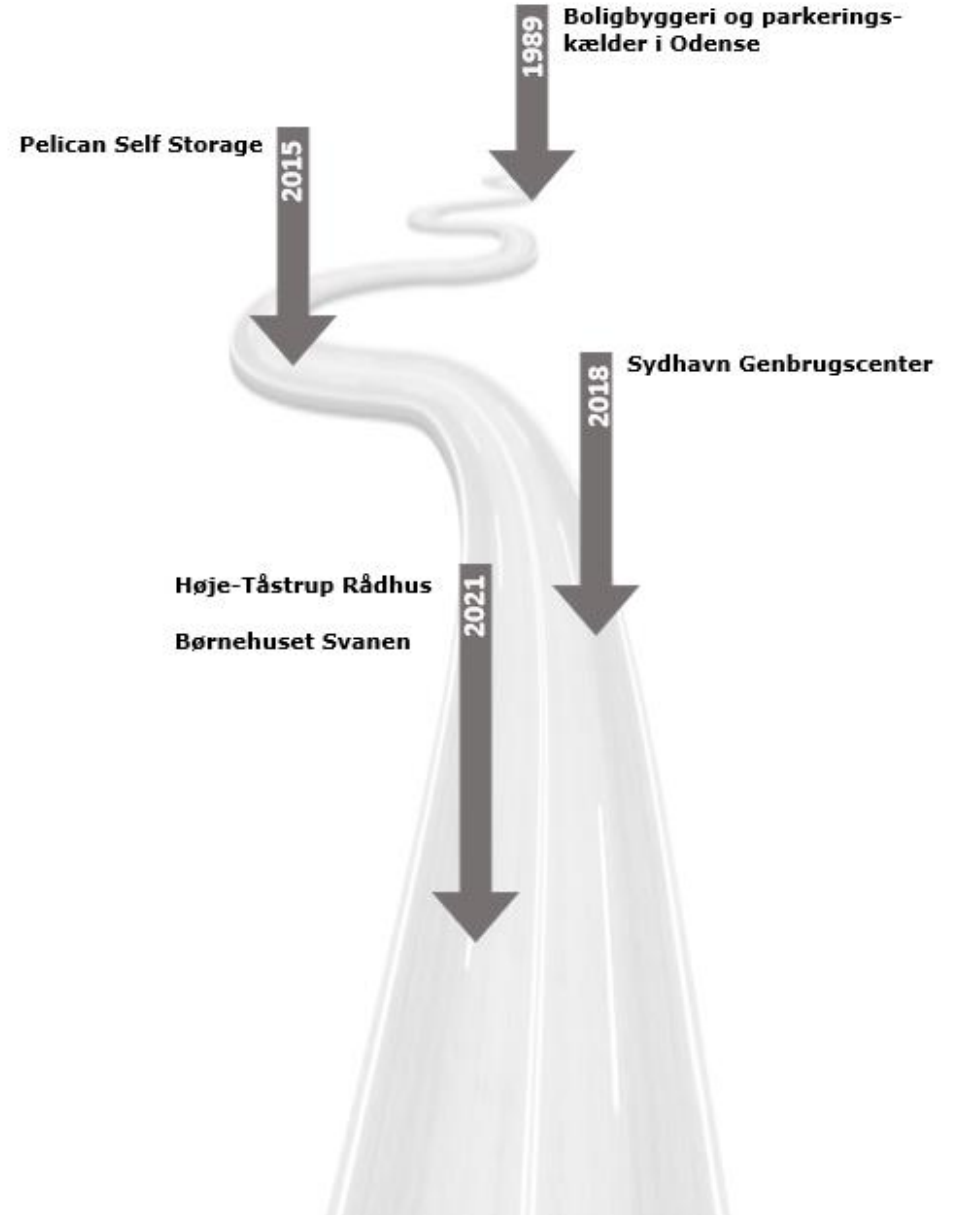
- Syreopløseligt sulfat
- Total svovlindhold
- Organisk materiale
- Alkalisk reaktivitet
- Frost-Tø bestandighed
- E-modul
- Krybning
- Udtørringssvind

**HVOR RELEVANT**

*Afhænger af:*

- *Miljøpåvirkning af ny beton*
- *Styrkeklasse af ny beton*
- *$D_{max}$  af tilslag*
- *Anvendt vægt-% af den totale tilslagsmængde*

# Status i Danmark





# Eksempel: Sydhavn Genbrugscenter

Bygget i 2018 - 2019

1100 m<sup>3</sup> færdigbeton

100% grove genanvendte tilslag

Produceret ved nedrivning af skorsten  
fra HOFOR Amagerværket og  
Amagercenter

Med godkendelse fra kommunen blev  
betonen anvendt udendørs og i  
aggressiv miljøpåvirkning.



# Eksempel: Høje-Taastrup Rådhus

Bygget i 2021 - 2022

1100 m<sup>3</sup> fabriksbeton

100% grove genanvendte tilslag

Produceret ved nedrivning af  
Tåstrupgaard social byggeri

Det genanvendte tilslag blev  
CE mærket



# Eksempel: Børnehuset Svanen

Bygget i 2021 - 2022

400 m<sup>3</sup> fabriksbeton

100% grove genanvendte tilslag

Produceret ved nedrivning af  
Gladsaxe skole

Samarbejde på tværs af værdikæden  
er nødvendigt



A large, stylized letter 'B' graphic in a dark blue color, centered on a dark blue background. The 'B' is composed of two thick, rounded strokes. The top stroke is a semi-circle on the left and a horizontal bar on the right. The bottom stroke is a semi-circle on the left and a horizontal bar on the right. The background is a solid dark blue color.

# BETONHÅNDBOGEN

<https://betonhaandbogen.dk/bogen-i-kapitler>