

Utrekning av totalt alkali-innhold i betong med alkalireaktiv tilslagsblanding

Det er stor usikkerhet i bransjen om hvordan utregning av totalt alkali-innhold i betong skal regnes ut i henhold til NB21. En feil som ofte gjøres er at alkaliene fra silika og flygeaske tas med i utregningen av totalt alkali-innhold. Dette skal ofte ikke gjøres som vist i dette notatet. Notatet beskriver regelverket i NB21 og viser noen konkrete regneeksempler med ulike sementtyper og bindemidler fra Norcem.

Betong med tilslagsblanding som er alkalireaktiv skal produseres med en maksimal mengde alkalier for at betongen skal være ikke-alkalireaktiv iht. NB21. En tilslagsblanding er alkali-reaktiv når Sammenligningsverdien ($S_{v\text{blanding}}$) er over 20,0% (eller over 15,0% kommer fra steintilslaget).

Dersom totalt innhold av alkalier i betongen er lavere enn eller lik;

den **dokumenterte grenseverdien** (se tabellen under)

eller

den **generelle grenseverdien** på **2,5** kg Na₂O-ekv. pr m³ betong

er betongen ikke-alkalireaktiv, uansett typer / mengder alkalireaktiv norske naturlige tilslag som er benyttet.

Ved kontroll om betongen er ikke-alkalireaktiv, benyttes alltid den **dokumenterte grenseverdien** for betonger med Norcem Standardsement FA (STD FA) og normalt også for betonger med Norcem Anleggsement FA (ANL FA).

Dokumenterte grenseverdier

De dokumenterte grenseverdiene, som er gjengitt i tabellen under (fra vedlegg C til NB21), skal benyttes:

Bindemiddel	Grenseverdi, Alkali-innhold (Na ₂ O ekv.)	Alkali-innhold (Na ₂ O ekv.) i sementen
STD FA Kjølpsvik	≤ 7,0 kg/m ³ ^{a)}	1,5
STD FA Brevik	≤ 6,5 kg/m ³	1,4
ANL FA	≤ 5,1 kg/m ³	0,9
IND + min 10% silika (av sementvekt)	≤ 5,5 kg/m ³	1,3
Inntil 48,5% IND + min. 48,5% STD FA + min 3% silika	≤ 4,8 kg/m ³	-

a) I en periode i 2020 har det vært en redusert grenseverdi. Dette er/blir berørte produsenter informert om.

For sprøytebetong og annen betong med D_{max} 8 mm er det for bindemidlet STD FA + min 4% silika dokumentert grenseverdi på ≤ **8,1** kg/m³.

Generell grenseverdi

Den generelle grenseverdien (**2,5** kg/m³) brukes for betonger med Norcem Industrisement (IND), med unntak av de to bindemidlene med IND i tabellen over. Den brukes også for betonger med ANL FA, hvis sementene er produsert med ny flygeaske, som det ikke er dokumentert grenseverdi for. Dette vil være aktuelt i perioder i 2020 (se regneeksempel 5).

Utrekning av totalt alkali-innhold

For bindemidler med dokumentert grenseverdi brukes denne verdien ved kontroll om betongen er ikke-reaktiv i henhold til NB21. Dersom dokumentasjonsblandingen ikke inneholdt silika (bindemidlene med STD FA og ANL FA i tabellen), tas alkaliene fra silika i betongen **ikke** med i utregningen av totalt alkali-innhold. Dersom dokumentasjonsblandingen inneholdt silika (feks. sprøytebetongbindemiddelet med STD FA) tas alkaliene fra den mengde silika som er brukt i dokumentasjonsblandingen **med** i utregningen, mens alkaliene fra silika utover denne mengden **ikke** tas med. Alkalier fra ekstra tilsatt flygeaske i betongen tas **ikke** med i utregningen av totalt alkali-innhold.

For bindemidler uten dokumentert grenseverdi, brukes den generelle grenseverdien på **2,5 kg/m³** ved kontroll om betongen er ikke-reaktiv i henhold til NB21. Alkalier fra silika eller ekstra tilsatt flygeaske i betongen tas **ikke** med i utregningen av totalt alkali-innhold.

Utrekninger med dokumenterte grenseverdier

Regneeksempel 1: Bindemiddel med STD FA Kjøpsvik

STD FA Kjøpsvik har en dokumentert alkaligrense på $\leq 7,0 \text{ kg/m}^3$ betong.

Betongsammensetning:

STD FA Kjøpsvik (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 1,5 \%$)	393 kg/m ³
Sand 0/8	918,1 kg/m ³
Stein 8/22	850,0 kg/m ³
Vann (drikkevannskvalitet)	173 kg/m ³
SP-stoff (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 1,0 \%$)	3,5 kg/m ³
L-stoff (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 0,1 \%$)	2,0 kg/m ³

Utrekning av totalt alkali-innhold:

STD FA: $393 \text{ kg} \times 0,015 =$	5,90 kg/m ³
SP-stoff: $3,5 \text{ kg} \times 0,010 =$	0,04 kg/m ³
L-stoff: $2,0 \text{ kg} \times 0,001 =$	0,00 kg/m ³
Totalt alkali-innhold (ekv. Na_2O):	<u>5,94 kg/m³</u>

Et alkali-innhold på $5,94 \text{ kg/m}^3$ er under den dokumenterte alkaligrensen på $7,0 \text{ kg/m}^3$ iht. Vedlegg C, og betongen er dermed ikke-alkalireaktiv iht. NB21.

Regneeksempel 2: Bindemiddel med STD FA Kjøpsvik + silika

STD FA Kjøpsvik har en dokumentert alkaligrense på $\leq 7,0 \text{ kg/m}^3$ betong.

Betongsammensetningen er lik sammensetningen i eksempel 1, med unntak av at det benyttes 4% silika.

Betongsammensetning:

STD FA Kjøpsvik (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 1,5 \%$)	363 kg/m ³
Silika (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 1,0 \%$)	15 kg/m ³
Sand 0/8	922,7 kg/m ³
Stein 8/22	854,3 kg/m ³
Vann (drikkevannskvalitet)	173 kg/m ³
SP-stoff (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 1,0 \%$)	3,5 kg/m ³
L-stoff (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 0,1 \%$)	2,0 kg/m ³

Utrekning av totalt alkali-innhold:

STD FA: $363 \text{ kg} \times 0,015 =$	5,45 kg/m ³
Silika: regnes ikke med iht pkt.4.4 i NB21	-
SP-stoff: $3,5 \text{ kg} \times 0,010 =$	0,04 kg/m ³
L-stoff: $2,0 \text{ kg} \times 0,001 =$	0,00 kg/m ³
Totalt alkali-innhold (ekv. Na_2O):	<u>5,49 kg/m³</u>

Et alkali-innhold på $5,49 \text{ kg/m}^3$ (redusert med $0,45 \text{ kg/m}^3$ fra eksempel 1 uten silika) er under den dokumenterte alkaligrensen på $7,0 \text{ kg/m}^3$ iht. Vedlegg C, og betongen er dermed ikke-alkalireaktiv iht. NB21.

Regneeksempel 3: Sprøytebetongbindemiddel med STD FA Brevik + silika

Bindemiddel med STD FA(Brevik og Kjøpsvik) + min. 4% silika har en dokumentert alkaligrense på $\leq 8,1 \text{ kg/m}^3$ for sprøytebetong og annen betong med D_{\max} 8 mm. Siden dokumentasjonsblandingen inneholdt 4% silika skal alkaliene fra 4% silika regnes med (alkaliene fra silika utover 4% skal ikke regnes med).

Betongsammensetning (med 5% silika):

STD FA Brevik (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 1,4 \%$)	463 kg/m^3
Silika (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 1,0 \%$)	24 kg/m^3
Sand 0/8	1568 kg/m^3
Vann (drikkevannskvalitet)	215 kg/m^3
SP-stoff (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 1,0 \%$)	4,9 kg/m^3
L-stoff (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 0,1 \%$)	2,4 kg/m^3
Sprøytebetongakselerator (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 0,1 \%$)	32 kg/m^3

Utrekning av alkali-innholdet:

STD FA: $463 \text{ kg} \times 0,014 =$	6,48 kg/m^3
Silika: $(463 \text{ kg STD FA} + 24 \text{ kg silika}) \times 0,04 \times 0,01 =$	0,19 kg/m^3
SP-stoff: $4,9 \text{ kg} \times 0,010 =$	0,05 kg/m^3
L-stoff: $2,4 \text{ kg} \times 0,001 =$	0,00 kg/m^3
Sprøytebetongakselerator: $32 \text{ kg} \times 0,001 =$	0,03 kg/m^3
Totalt alkali-innhold (ekv.Na_2O):	<u>6,75 kg/m^3</u>

Et alkali-innhold på $6,75 \text{ kg/m}^3$ er under den dokumenterte alkaligrensen på $8,1 \text{ kg/m}^3$ iht. Vedlegg C, og betongen er dermed ikke-alkalireaktiv iht. NB21.

Regneeksempel 4: Bindemiddel med ANL FA + silika + flygeaske

ANL FA har en dokumentert alkaligrense på $\leq 5,1 \text{ kg/m}^3$ betong.

Betongsammensetning:

ANL FA (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 0,9 \%$)	280 kg/m^3
Flygeaske (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 3,0 \%$)	85 kg/m^3
Silika (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 1,0 \%$)	22 kg/m^3
Sand 0/8	900 kg/m^3
Stein 8/22	900 kg/m^3
Vann (drikkevannskvalitet)	160 kg/m^3
SP-stoff (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 1,0 \%$)	5,0 kg/m^3
L-stoff (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 0,1 \%$)	2,0 kg/m^3

Utrekning av totalt alkali-innhold:

ANL FA: $280 \text{ kg} \times 0,009 =$	2,52 kg/m^3
Flygeaske: regnes ikke med iht pkt.4.4 i NB21	-
Silika: regnes ikke med iht pkt.4.4 i NB21	-
SP-stoff: $5,0 \text{ kg} \times 0,010 =$	0,05 kg/m^3
L-stoff: $2,0 \text{ kg} \times 0,001 =$	0,00 kg/m^3
Totalt alkali-innhold (ekv.Na_2O):	<u>2,57 kg/m^3</u>

Et alkali-innhold på $2,57 \text{ kg/m}^3$ er under den dokumenterte alkaligrensen på $5,1 \text{ kg/m}^3$ iht. Vedlegg C, og betongen er dermed ikke-alkalireaktiv iht. NB21.

Utregning med den generelle grenseverdien

Regneeksempel 5: Bindemiddel med ANL FA + silika + flygeaske – skal benyttes når ANL FA blir produsert med en flygeaske som det ikke er en dokumentert grenseverdi for

Den generelle grenseverdien er på $2,5 \text{ kg/m}^3$ betong. Når den generelle alkaligrensen benyttes, skal ikke deklarerert alkali-innhold for ANL FA på 0,9 % brukes. I stedet skal det brukes et alkali-innhold på 0,5 %. Dette tallet representerer alkali-innholdet i klinker- og kalkmeldelen av sementen.

Betongsammensetningen er identisk sammensetningen i eksempel 4.

Betongsammensetning:

ANL FA (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 0,5 \%$)	280 kg/m^3
Flygeaske (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 3,0 \%$)	85 kg/m^3
Silika (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 1,0 \%$)	22 kg/m^3
Sand 0/8	900 kg/m^3
Stein 8/22	900 kg/m^3
Vann (drikkevannskvalitet)	160 kg/m^3
SP-stoff (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 1,0 \%$)	$5,0 \text{ kg/m}^3$
L-stoff (ekv. $\text{Na}_2\text{O} = 0,1 \%$)	$2,0 \text{ kg/m}^3$

Utregning av totalt alkali-innhold:

ANL FA: $280 \text{ kg} \times 0,005 =$	$1,40 \text{ kg/m}^3$
Flygeaske: regnes ikke med iht pkt.4.4 i NB21	-
Silika: regnes ikke med iht pkt.4.4 i NB21	-
SP-stoff: $5,0 \text{ kg} \times 0,010 =$	$0,05 \text{ kg/m}^3$
L-stoff: $2,0 \text{ kg} \times 0,001 =$	$0,00 \text{ kg/m}^3$
Totalt alkali-innhold (ekv. Na_2O):	<u>$1,45 \text{ kg/m}^3$</u>

Et alkali-innhold på $1,45 \text{ kg/m}^3$ er under den generelle alkaligrensen på $2,5 \text{ kg/m}^3$, og betongen er dermed ikke-alkalireaktiv iht. NB21.

Kontakt

Spørsmål om bruk av Norems sementer og bindemidler vedrørende alkalireaktivitet kan stilles til Norcem FoU:

Tom I. Fredvik (+47) 90171926, tom.fredvik@norcem.no

Tor-Magnus Zachariassen (+47) 47288898, tor.magnus.zachariassen@norcem.no

Sigrun Kjær Bremseth (+47) 45232293, sigrun.bremseth@norcem.no