



MÅLARKALK



UPPSALA
UNIVERSITET



LUND
UNIVERSITY

Kalkbruk

Styrka över tid

Ek, Malin

Balksten, Kristin

Strandberg, Paulien

Målarkalk AB

Uppsala University, Conservation

Lund University, Division of Building materials

Nya rön...

Resultat efter 28 d, 90 d och 180 d



UPPSALA
UNIVERSITET

Kalkbruk

Styrka över tid



Uppsala universitet
Campus Gotland
2023

Examensuppsats i kulturvård, 15 hp

Författare: Malin Ek

Handledare: Kristin Balksten

Resultat också efter 1 och 2 år



*"Det är känt att bruk som
innehåller bindemedel av kalk
också erhåller en
tryckhållfasthet som ökar
långsamt med
karbonatiseringen"*

(SS-EN 459-1:2001)



Bruks hårdnande

Luftkalk som bindemedel

- 1) Uttorkning - kalciumhydroxiden bildar kristaller. Inga kemiska reaktioner.
- 2) Luftens koldioxid reagerar med kalciumhydroxidkristallerna varvid kalciumkarbonat bildas.

Kallas karbonatisering ger bruket

Karbonatiseringen går långsamt.

Krävs närvaro av vatten i form av vattenånga eftersom koldioxiden i luften behöver vara löst i vatten för att kunna reagera med kalciumhydroxiden.

Hydrauliska bindemedel

Bindemedlet reagerar kemiskt med vatten.

Kallas hydratisering.

Sker samtidigt som hydratiseringen sker

torkar bruket också upp.

Hydrauliska hårdnandet går snabbt och ger bruket en större styrka jämfört med luftkalkbruk.

I bruk med båda sorters bindemedel sker hårdnandet av varje bindemedel var för sig

Sedan 1990-talet finns två olika standarder för bestämning av hållfasthet av kalk och kalkbruk

SS-EN 459-2:2021

- Byggkalk - Provningsmetoder
- Standardiserade bruk gällande sand, bindemedel och vatten.

SS-EN 1015-11:2019

- Provning Bruk
- Bruk i den sammansättning de ska användas.

Mätningar görs efter 28 dagar

Metod för att bestämma hållfastheten

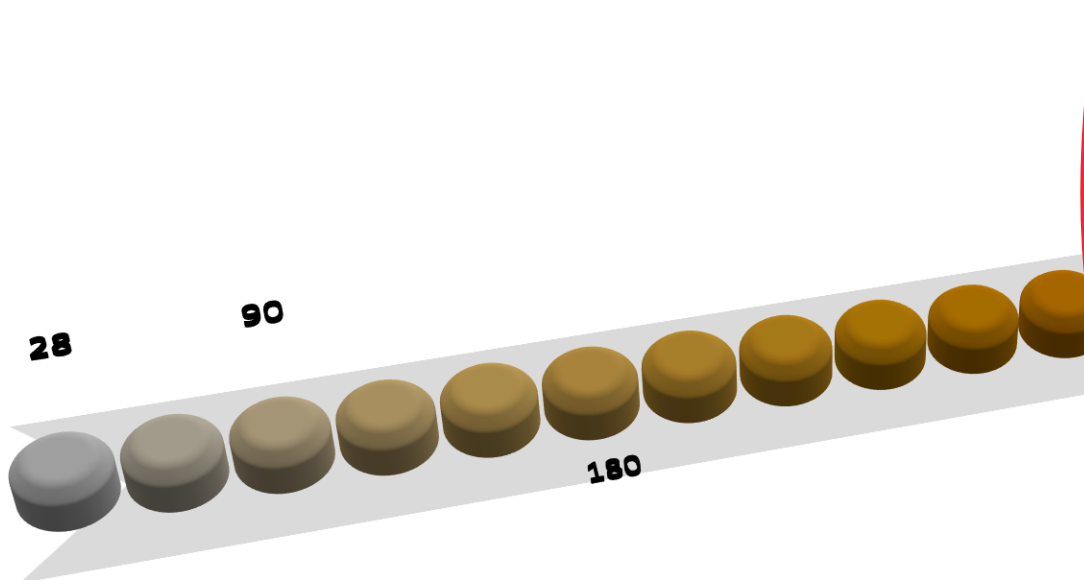
SVENSK STANDARD
SS-EN 1015-11:2019

Provning Bruk –

Del 11: Hårdnat murbruk – Bestämning av böjdraghållfasthet och tryckhållfasthet

Methods of test for mortar for masonry –

Part 11: Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar





- Traditionella, autentiska kalkrika bruk
- Kompatibla med befintliga material
- Samarbete med “Fogbruksprojektet”
- Förstå effekten som tiden har på hållfasthetsutvecklingen



LUND UNIVERSITY

Materialegenskaper hos fogbruk till nygotiska murverk

Strandberg, Paulien; Balksten, Kristin

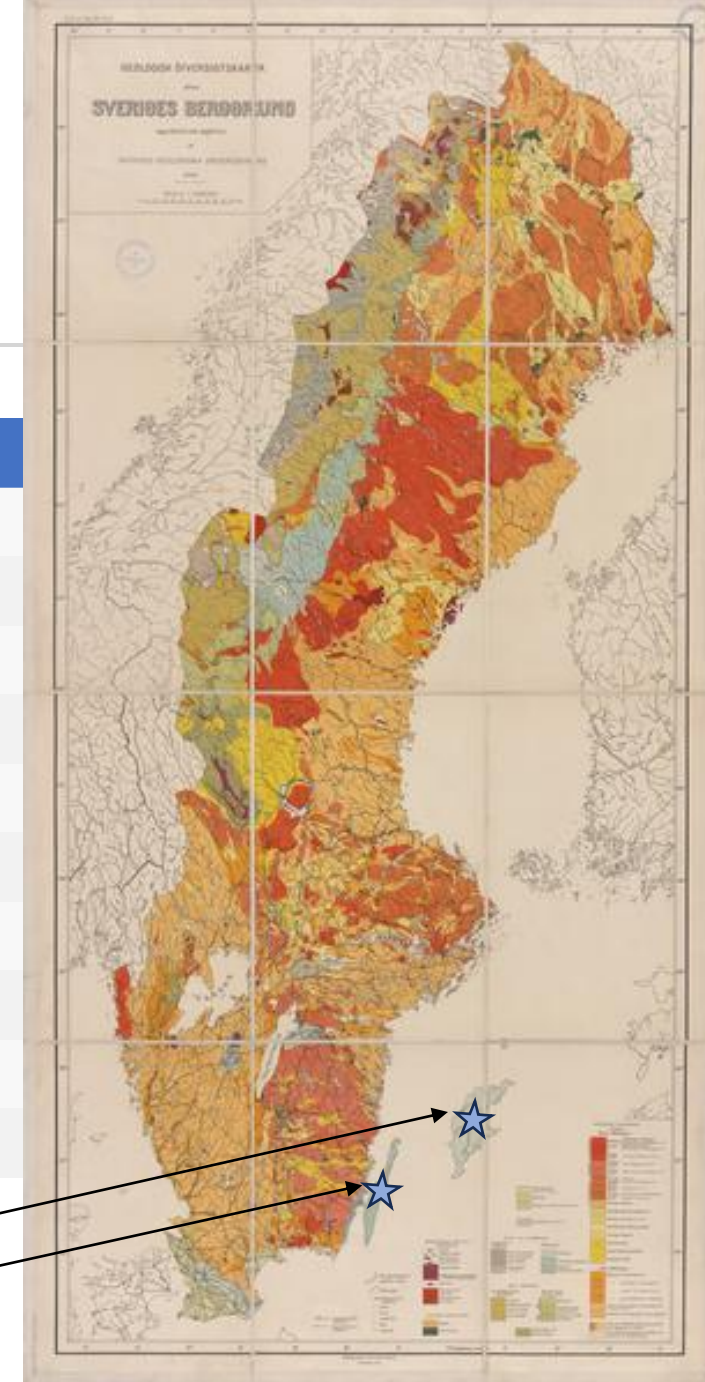
Bindemedel

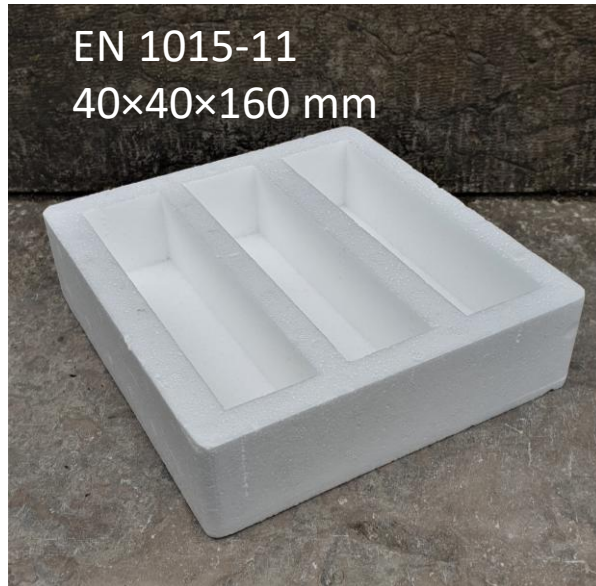
Blandningsförhållande 1:1,5

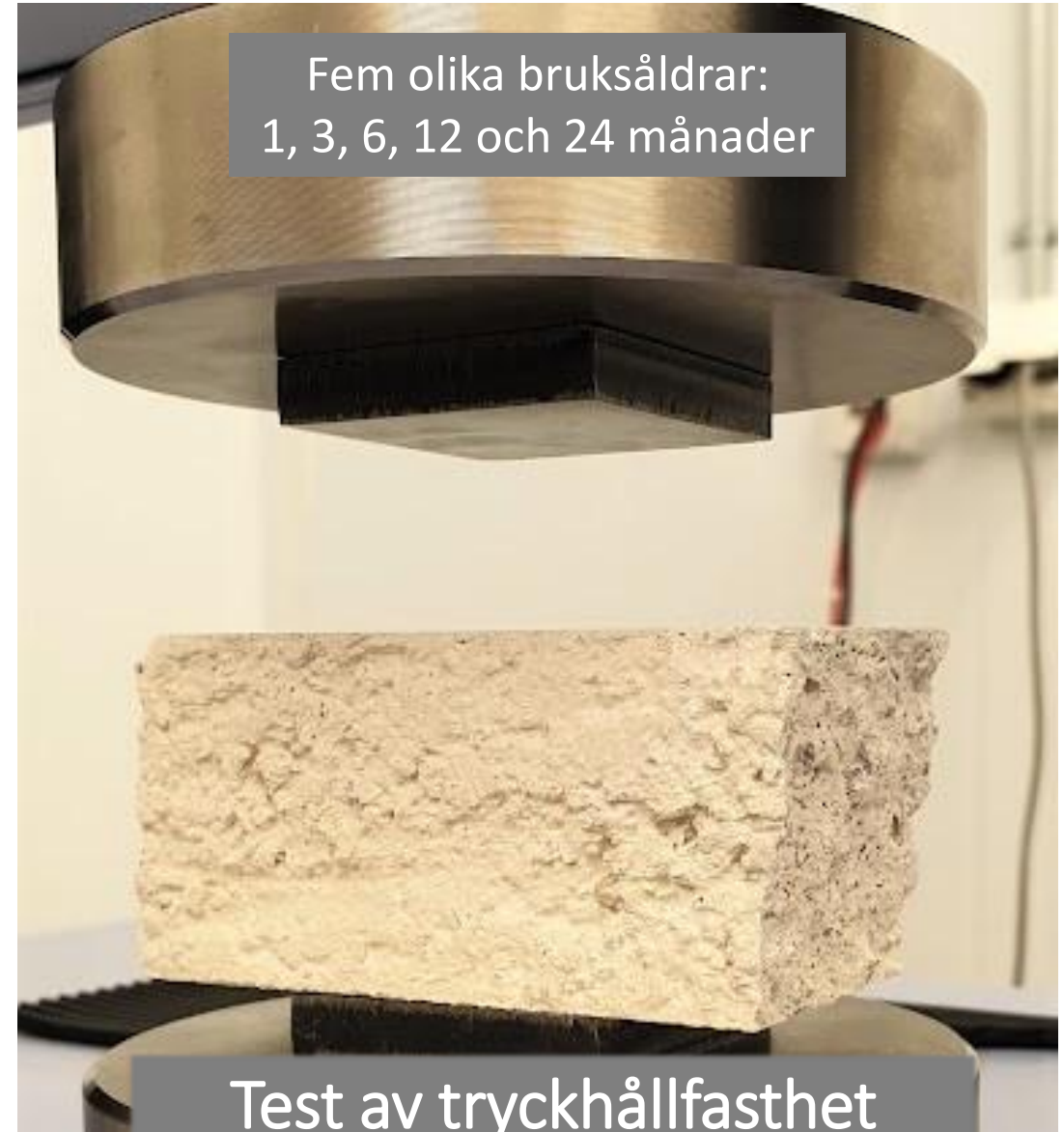
Sand 0-3 mm

Kod	Kalksten från	Släckningsmetod	Typ av bindemedel	Producent
GV	Gotland	Vårsläckt	Luftkalk	Byggnadshyttan
MGV	Gotland	Vårsläckt	Luftkalk	Målarkalk®
ÖV	Öland	Vårsläckt	Luftkalk	Ölandskalk AB
ÖT	Öland	Torrsläckt	Hydraulisk kalk	Ölandskalk AB
Ö50/50	Öland	Våt/Torrsläckt	Luftkalk /Hydraulisk kalk	Ölandskalk AB
MÖT	Öland	Torrsläckt	Hydraulic lime	Målarkalk®
NHL2	Frankrike, Saint-Astier	Torrsläckt	Hydraulic lime	Saint-Astier®
NHL3,5	Frankrike, Saint-Astier	Torrsläckt	Hydraulic lime	Saint-Astier®
NHL5	Frankrike, Saint-Astier	Torrsläckt	Hydraulic lime	Saint-Astier®
KC	-	Torrsläckt	Air-lime/cement	Finja

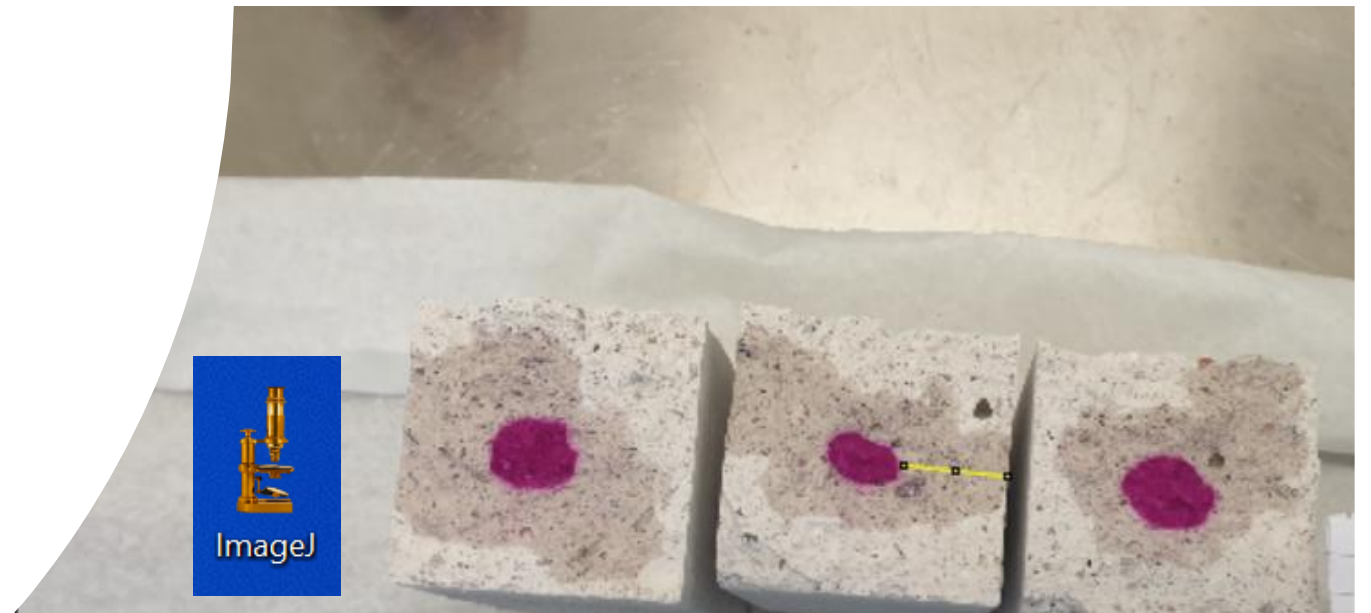
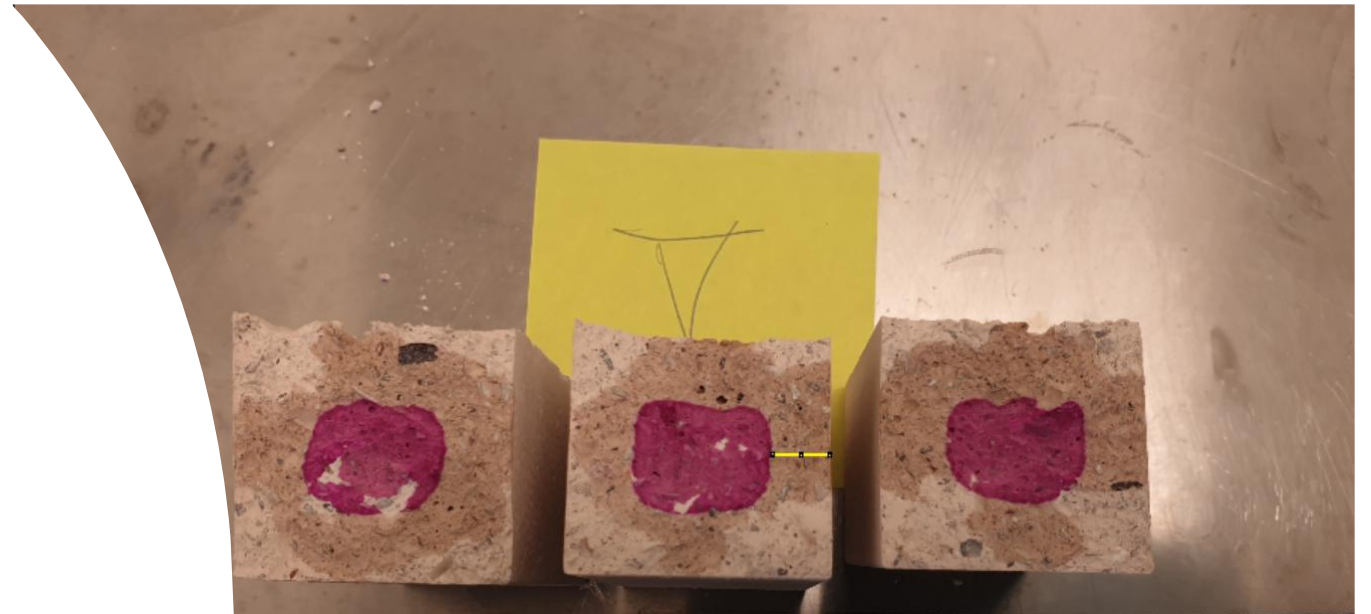
Gotland
Öland







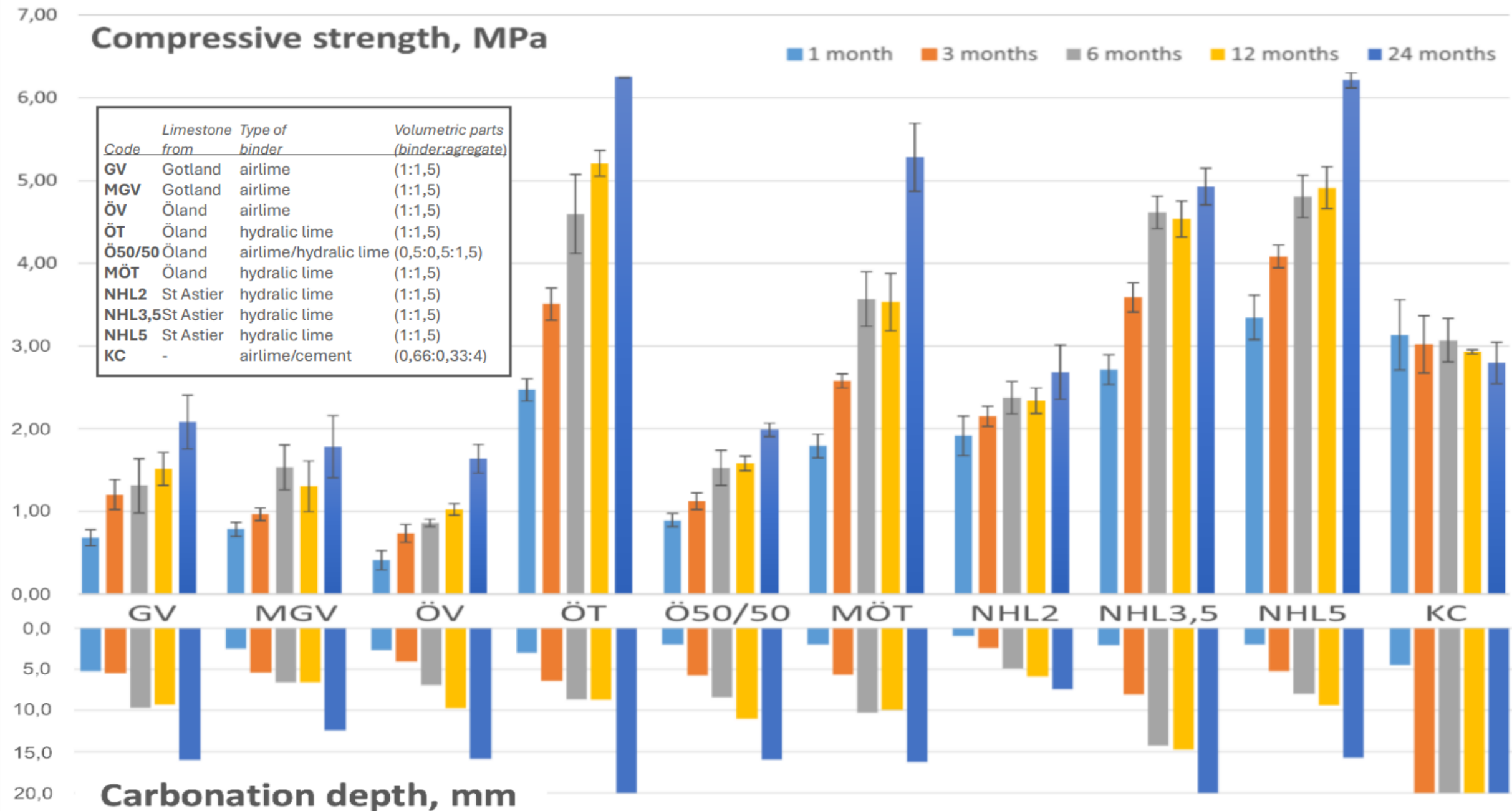
Karbonatiseringsdjup
visualiseras med
hjälp av pH-indikator
fenolftalein.



Compressive strength, MPa

1 month 3 months 6 months 12 months 24 months

Code	Limestone from	Type of binder	Volumetric parts (binder:aggregate)
GV	Gotland	airlime	(1:1,5)
MGV	Gotland	airlime	(1:1,5)
ÖV	Öland	airlime	(1:1,5)
ÖT	Öland	hydraulic lime	(1:1,5)
Ö50/50	Öland	airlime/hydraulic lime	(0,5:0,5:1,5)
MÖT	Öland	hydraulic lime	(1:1,5)
NHL2	St Astier	hydraulic lime	(1:1,5)
NHL3,5	St Astier	hydraulic lime	(1:1,5)
NHL5	St Astier	hydraulic lime	(1:1,5)
KC	-	airlime/cement	(0,66:0,33:4)

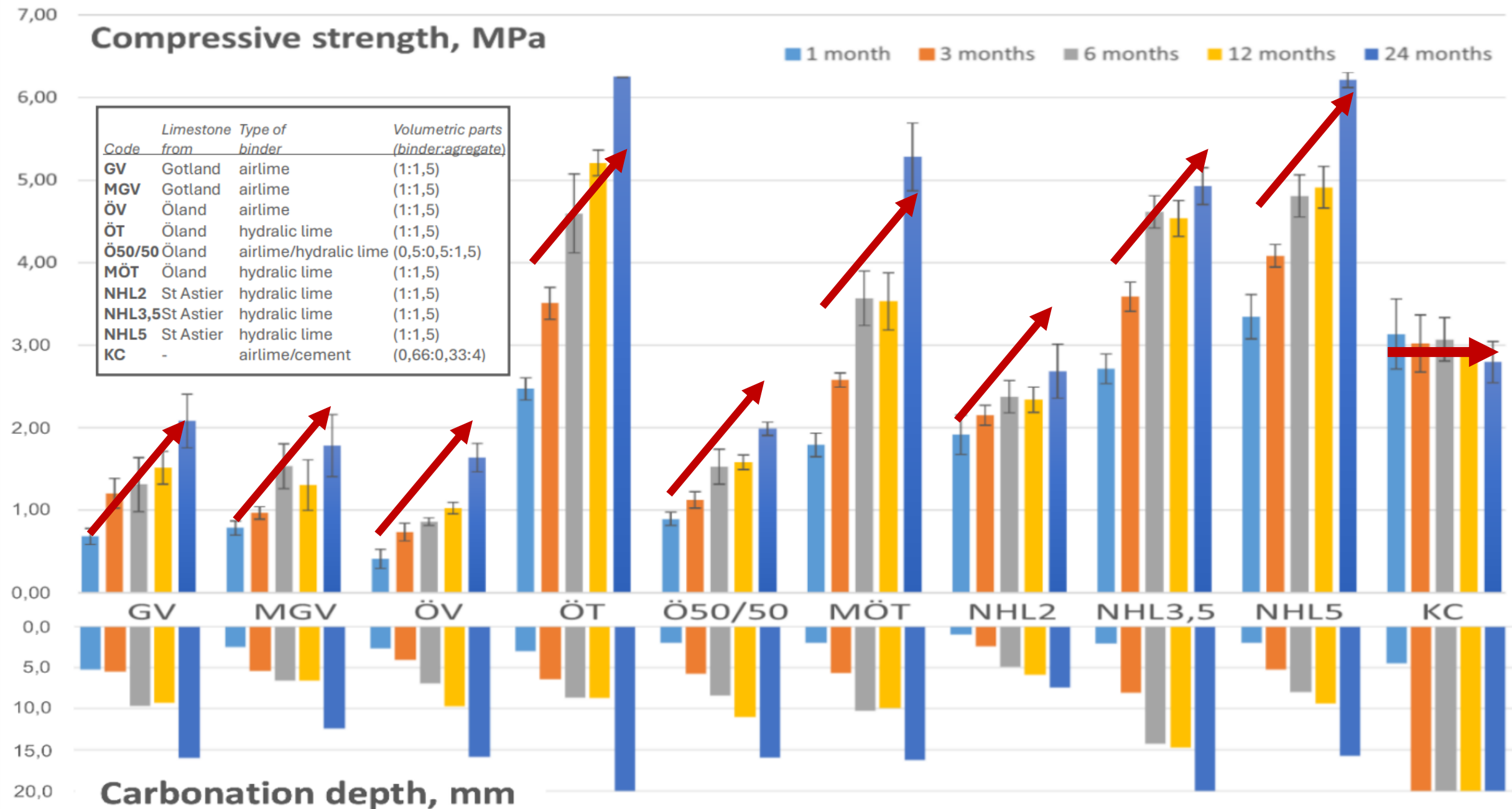


Carbonation depth, mm

Compressive strength, MPa

1 month 3 months 6 months 12 months 24 months

Code	Limestone from	Type of binder	Volumetric parts (binder:aggregate)
GV	Gotland	airlime	(1:1,5)
MGV	Gotland	airlime	(1:1,5)
ÖV	Öland	airlime	(1:1,5)
ÖT	Öland	hydraulic lime	(1:1,5)
Ö50/50	Öland	airlime/hydraulic lime	(0,5:0,5:1,5)
MÖT	Öland	hydraulic lime	(1:1,5)
NHL2	St Astier	hydraulic lime	(1:1,5)
NHL3,5	St Astier	hydraulic lime	(1:1,5)
NHL5	St Astier	hydraulic lime	(1:1,5)
KC	-	airlime/cement	(0,66:0,33:4)

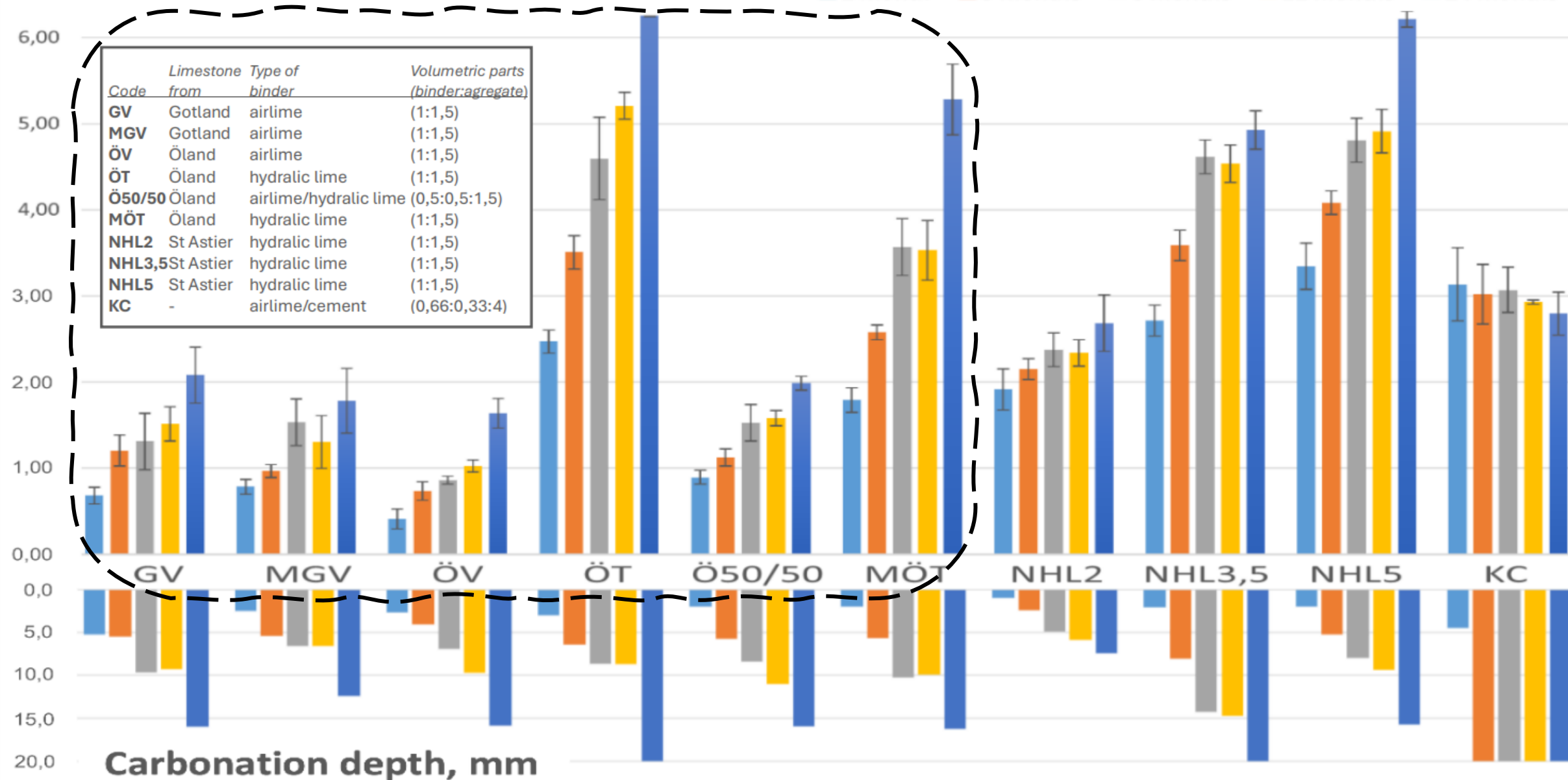


Carbonation depth, mm

Compressive strength, MPa

1 month 3 months 6 months 12 months 24 months

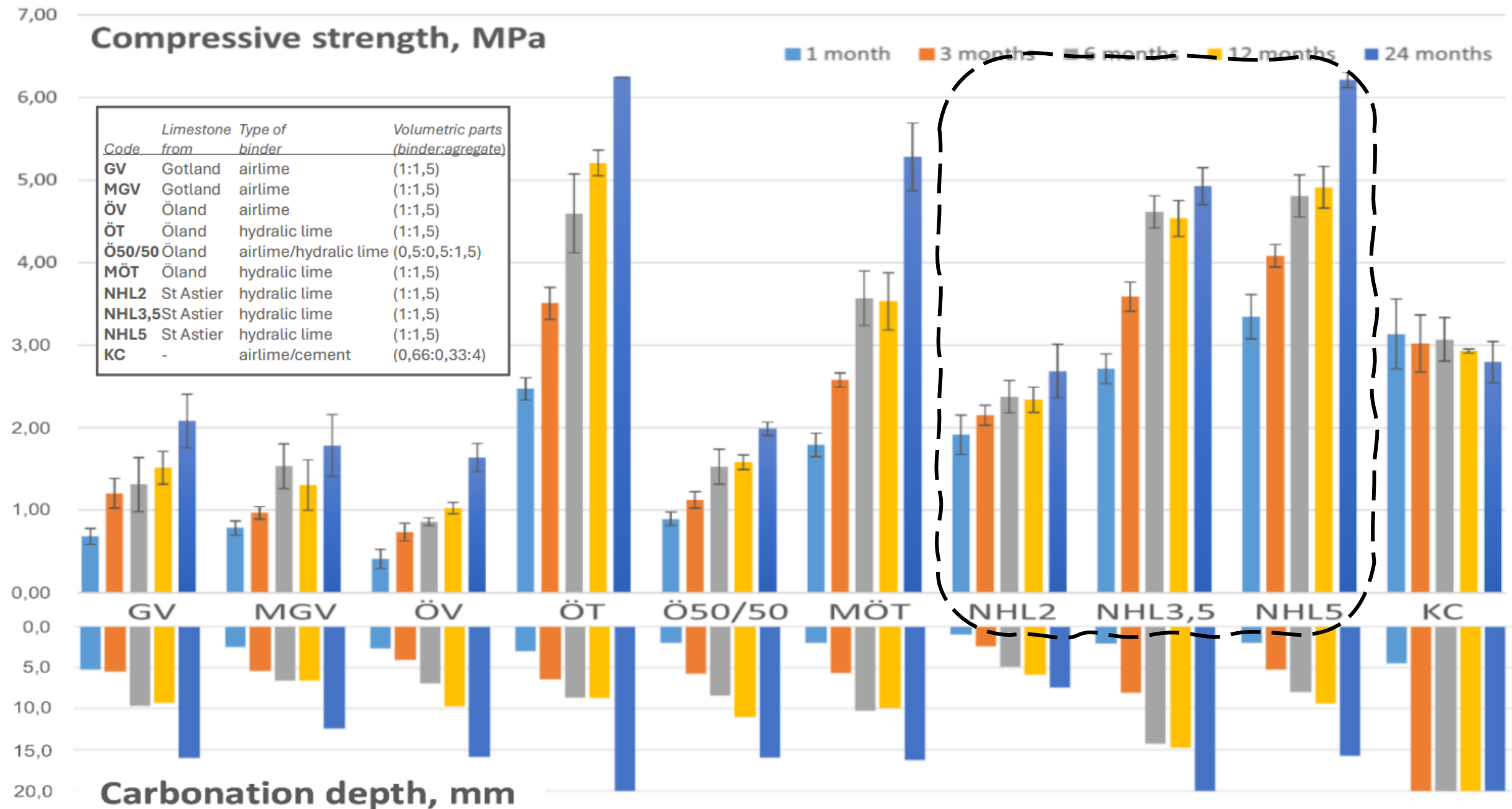
Code	Limestone from	Type of binder	Volumetric parts (binder:aggregate)
GV	Gotland	airlime	(1:1,5)
MGV	Gotland	airlime	(1:1,5)
ÖV	Öland	airlime	(1:1,5)
ÖT	Öland	hydraulic lime	(1:1,5)
Ö50/50	Öland	airlime/hydraulic lime	(0,5:0,5:1,5)
MÖT	Öland	hydraulic lime	(1:1,5)
NHL2	St Astier	hydraulic lime	(1:1,5)
NHL3,5	St Astier	hydraulic lime	(1:1,5)
NHL5	St Astier	hydraulic lime	(1:1,5)
KC	-	airlime/cement	(0,66:0,33:4)



Compressive strength, MPa

1 month 3 months 6 months 12 months 24 months

Code	Limestone from	Type of binder	Volumetric parts (binder:aggregate)
GV	Gotland	airlime	(1:1,5)
MGV	Gotland	airlime	(1:1,5)
ÖV	Öland	airlime	(1:1,5)
ÖT	Öland	hydraulic lime	(1:1,5)
Ö50/50	Öland	airlime/hydraulic lime	(0,5:0,5:1,5)
MÖT	Öland	hydraulic lime	(1:1,5)
NHL2	St Astier	hydraulic lime	(1:1,5)
NHL3,5	St Astier	hydraulic lime	(1:1,5)
NHL5	St Astier	hydraulic lime	(1:1,5)
KC	-	airlime/cement	(0,66:0,33:4)

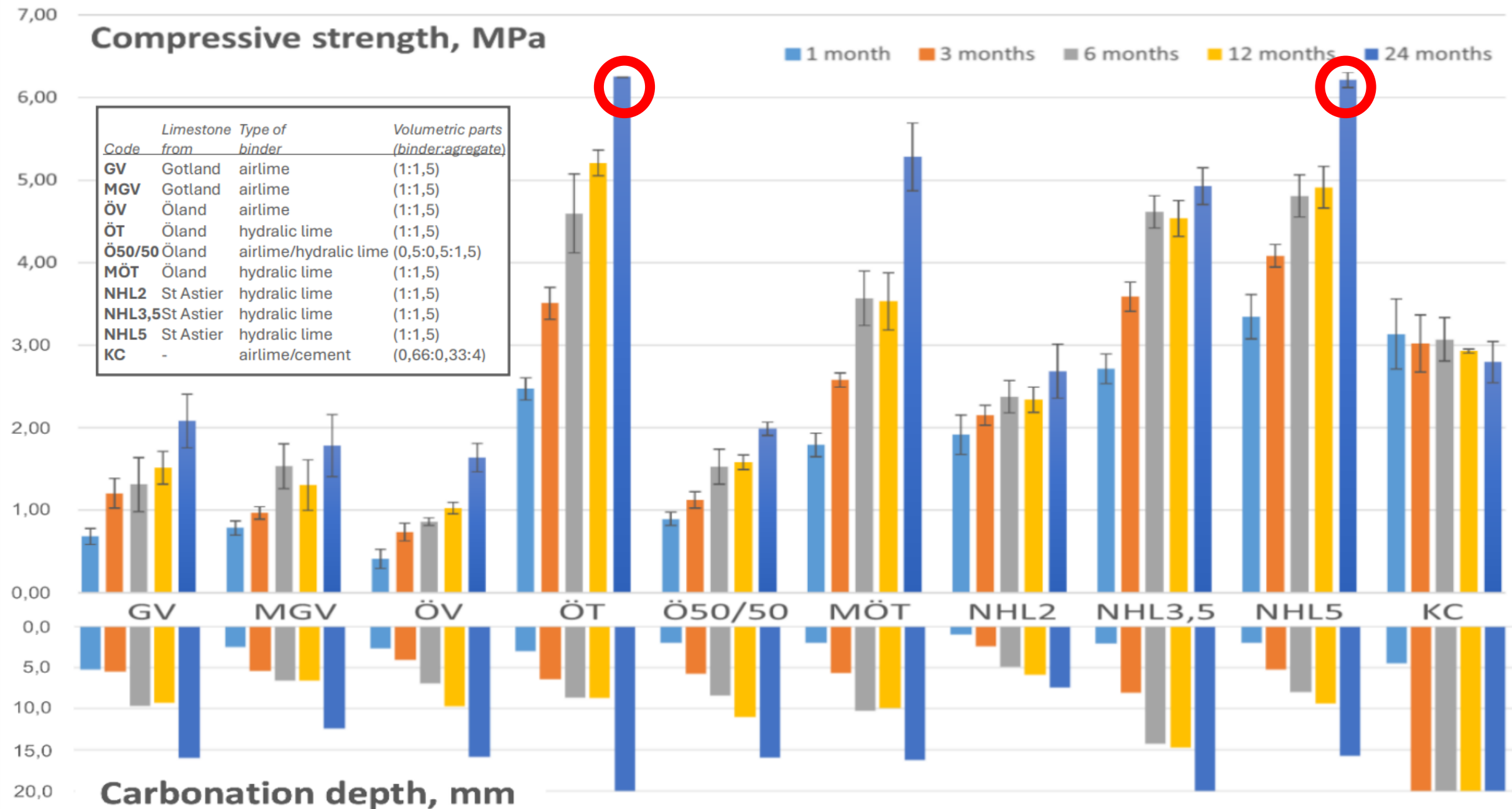


Carbonation depth, mm

Compressive strength, MPa

1 month 3 months 6 months 12 months 24 months

Code	Limestone from	Type of binder	Volumetric parts (binder:aggregate)
GV	Gotland	airlime	(1:1,5)
MGV	Gotland	airlime	(1:1,5)
ÖV	Öland	airlime	(1:1,5)
ÖT	Öland	hydraulic lime	(1:1,5)
Ö50/50	Öland	airlime/hydraulic lime	(0,5:0,5:1,5)
MÖT	Öland	hydraulic lime	(1:1,5)
NHL2	St Astier	hydraulic lime	(1:1,5)
NHL3,5	St Astier	hydraulic lime	(1:1,5)
NHL5	St Astier	hydraulic lime	(1:1,5)
KC	-	airlime/cement	(0,66:0,33:4)

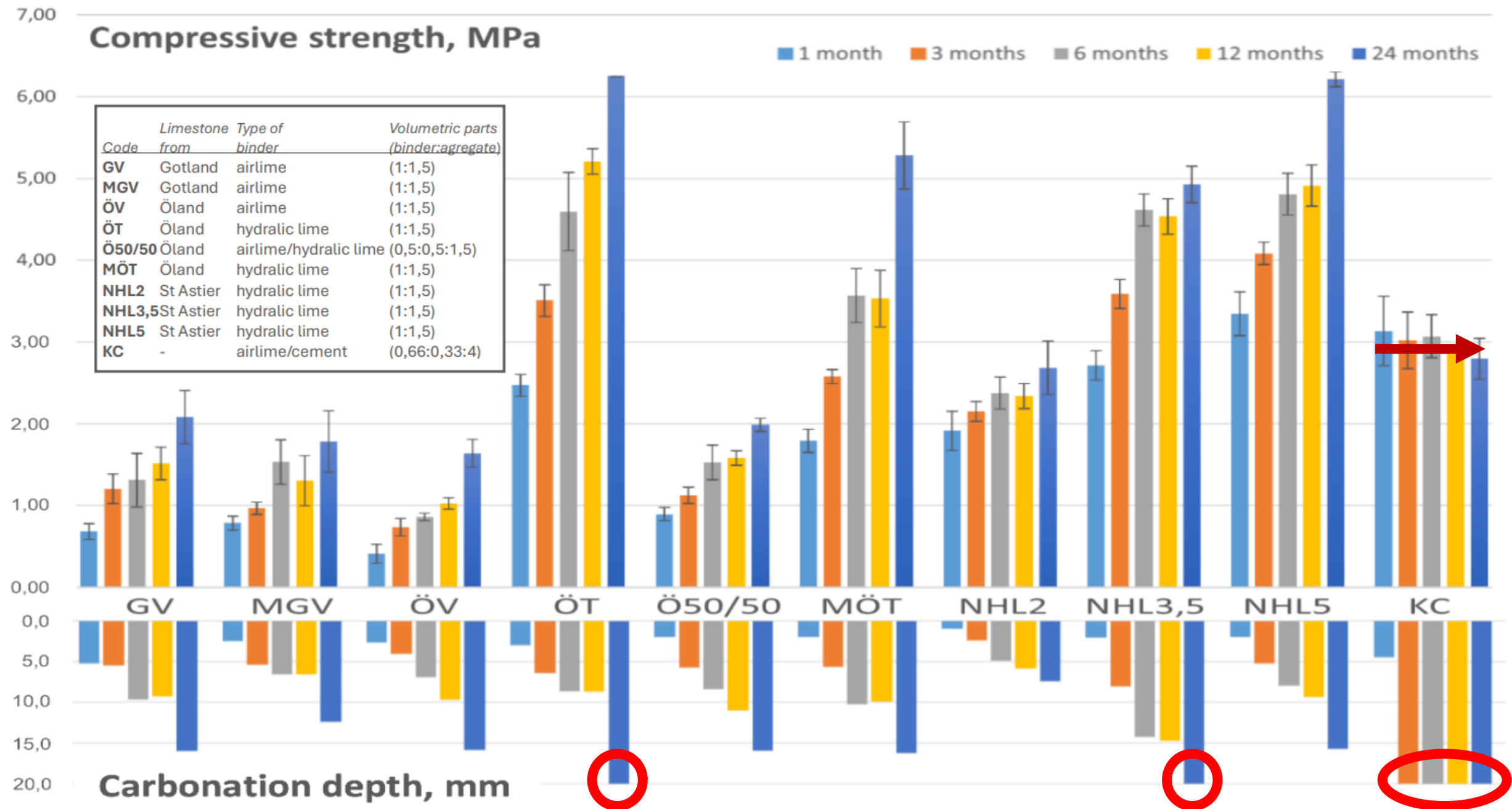


Carbonation depth, mm

Compressive strength, MPa

1 month 3 months 6 months 12 months 24 months

Code	Limestone from	Type of binder	Volumetric parts (binder:aggregate)
GV	Gotland	airlime	(1:1,5)
MGV	Gotland	airlime	(1:1,5)
ÖV	Öland	airlime	(1:1,5)
ÖT	Öland	hydraulic lime	(1:1,5)
Ö50/50	Öland	airlime/hydraulic lime	(0,5:0,5:1,5)
MÖT	Öland	hydraulic lime	(1:1,5)
NHL2	St Astier	hydraulic lime	(1:1,5)
NHL3,5	St Astier	hydraulic lime	(1:1,5)
NHL5	St Astier	hydraulic lime	(1:1,5)
KC	-	airlime/cement	(0,66:0,33:4)



Slutsatser

Tid borde vara en parameter vid provning av kalkbruk.

Det korta perspektivet, 28 dagar, säger väldigt lite om kalkbrukens slutliga egenskaper.

Vissa hydrauliska kalkbruk utvecklar en hållfasthet som vida överträffar KC-bruk.

Materialegenskaper bör testas efter många år; helst fem eller till och med tio år.

Det är av stor vikt att känna till denna långsamma ökning av hållfasthet för ett restaureringsbruk.

Karboniseringen var långsammare än förväntat och karbonationsdjupet påverkar styrkan

Nuvarande europeiska standarder för provning av hållfasthet i murbruk är inte lämpliga för kalk.

MÅLARKALK®



UPPSALA
UNIVERSITET



LUND
UNIVERSITY

Tack

2023: Ek Malin, *Kalkbruk – Styrka över tid*

<https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1778019>

2024: Strandberg Paulien, Balksten Kristin, *Materialegenskaper hos fogbruk till nygotiska murverk*

https://lucris.lub.lu.se/ws/portalfiles/portal/172908117/Rapport_TVBM-7226.pdf

2025: Ek Malin, Strandberg Paulien, Balksten Kristin, *Lime mortar - Strength over time*

https://hmc2025.com/wp-content/uploads/2025/07/HMC-2025_Book-of-Extended-Abstracts.pdf