





**Provning av undervattensbetong med  
antiurvaskningsmedel MasterMatrix FC-500  
enligt Vägverkets (Trafikverket) publikation  
2002:50 Antiurvaskningsmedel**

Vattenfall AB, R&D,

Peter Skärberg  
2026-04-28

Rapportnummer VRD-R01-2026

## Provning av undervattensbetong

<b>Från</b> Vattenfall AB, R&D Material Testing	<b>Rapportdatum</b> 2026-04-28	<b>Rapportnr</b> VRD-R01-2026
	<b>Säkerhetsklass</b> Medium [C2]	<b>Uppdragsnr</b> RD.88.70.20
<b>Beställare</b> Master Builders Solutions Sverige AB Metallvägen 42 195 72 Rosersberg Sweden	<b>Teknisk granskning</b>  Lars-Elof Bryne	
	<b>Författare</b>  Peter Skärberg	
<b>Sökord</b> MasterMatrix FC-500, Undervattensbetong	<b>Antal textblad</b> 6	<b>Antal bilagor</b> 5

## Distributionslista

Företag	Avdelning	Namn	Antal
Master Builders Solutions Sverige AB		Max Haxton	1
Vattenfall AB	Material Testing	Peter Skärberg	1

## Sammanfattning

Provning av Master Builders Solutions Sverige AB antiutvaskningsmedel MasterMatrix FC-500 (AUV) för gjutning under vatten har utförts hos Vattenfall AB enligt Vägverkets publikation 2002:50.

Projektet var uppdelat så att Master Builders Solutions Sverige AB ansvarade för tillverkning av betongen medan Vattenfall AB ansvarade för erforderlig utrustning i laboratoriet samt all provning.

Alla ställda krav på den färska och hårdnade betongen uppfylldes.

### Uppnådda resultat i jämförelse med kravvärden

	Kravvärde	Uppnått värde	Resultat GK el. UK
Nivåskillnad formtyp 1 [mm]	≤50	15	GK
Nå bortre ände i formtyp 2 i första gjut etapp	4 m	4m	GK
Nivåskillnad formtyp 2 [mm]	≤100	30	GK
Hållfasthet 28 dygn, kuber, medelvärde enl. SS-EN 206-1 [MPa]	≥39	60,3	GK
Hållfasthet 28 dygn, kuber, enskilt värde enl. SS-EN 206-1 [MPa]	≥31	59,6	GK
Hållfasthet, cylindrar, medelvärde enl. BBK [MPa]	≥37,4	53,7	GK
Hållfasthet, cylindrar, enskilt värde enl. BBK [MPa]	≥30,0	50,2	GK
Hållfasthet, cylindrar, variationskoefficient inom kärna enl. BBK [%]	≤10	7,07	GK
Hållfasthet, cylindrar, variationskoefficient alla cylindrar enl. BBK [%]	≤7	4,8	GK
Ballastinnehåll i slam [vikt-%]	≥50	52	GK

GK = Godkänt

UK = Underkänt

Övrig provning som utförts utöver kraven i VV Publikation 2002:50 är:

LUFTHALT enligt SS-EN 12350-7:2019 uppmättes till 2,3%.

## Innehållsförteckning

	Sida
<b>1. INLEDNING</b>	<b>1</b>
<b>2. UTRUSTNING</b>	<b>1</b>
<b>3. BETONG</b>	<b>1</b>
<b>4. BLANDNING</b>	<b>2</b>
<b>5. GJUTNING</b>	<b>2</b>
<b>6. PROVTAGNING PÅ DEN FÄRSKA BETONGEN</b>	<b>3</b>
<b>7. OKULÄR GRANSKNING OCH SPRÄCKNING AV PROVKROPP TYP 1</b>	<b>3</b>
<b>8. PROVTRYCKNING AV KUBER</b>	<b>4</b>
<b>9. BORRNING OCH PROVTRYCKNING AV CYLINDRAR</b>	<b>4</b>
<b>10. BALLASTINNEHÅLL I SLAM</b>	<b>6</b>
<b>11. REFERENSER</b>	<b>6</b>

## Bilageförteckning

Sidor

Bilaga 1	Formtyper	1 Sida
Bilaga 2	Sammansatt siktkurva	1 Sida
Bilaga 3	Resultat nivåmätning	2 sidor
Bilaga 4	Foton från besiktning	2 sidor
Bilaga 5	Provplatser för utborrning av kärnor	1 Sida

## Förteckning över provningsrapporter

Dessa provningsrapporter ingår inte som bilagor men kan fås på begäran.

75-260162-A	Tryckhållfasthet kuber 1 dygn
75-260163-A	Tryckhållfasthet kuber 2 dygn
75-260164-A	Tryckhållfasthet kuber 3 dygn
75-260165-A	Tryckhållfasthet kuber 7 dygn
75-260166-A	Tryckhållfasthet kuber 14 dygn
75-260167-A	Tryckhållfasthet kuber 28 dygn
75-260168-A	Tryckhållfasthet kuber 91 dygn
75-260169-A	Tryckhållfasthet borrhärnor 28 dygn

## 1. Inledning

Provning av Master Builders Solutions Sverige AB's antiutvaskningsmedel MasterMatrix FC-500 (AUV) för gjutning under vatten har utförts hos Vattenfall AB enligt Vägverkets publikation 2002:50.

Försöket utfördes hos Vattenfall AB, Betongprovning, i Älvkarleby 2026-01-27 och utfördes i laboratoriet vid en temperatur av +20° C.

Projektet var uppdelat så att Master Builders Solutions Sverige AB ansvarade för tillverkning av betongen medan Vattenfall AB ansvarade för erforderlig utrustning i laboratoriet samt all efterföljande provning.

## 2. Utrustning

Två olika typer av vattenfyllda formar användes, typ 1 och typ 2, formarnas utformning presenteras i Bilaga 1.

Formarna är tillverkade enligt de krav som specificeras i Vägverkets publikation 2002:50.

Betongpumpens pumpaggregat var av fabrikat Putzmeister 24-4.  
Diametern hos ledningen och mynningsventil var 100 mm.

## 3. Betong

Receptet för den betong som användes vid försöket redovisas i tabell 3.1.  
Den sammansatta siktkurvan för ballastmaterialet presenteras i Bilaga 2.

**Tabell 3.1: Betongrecept: Betongindustri Gävle HydroBi 400 i grunden. Med MasterMatrix FC-500, som AUV-medel och MasterGlenium 592, som flyttillsats.**

<b>Beståndsdel:</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>
Makadam 16-32 mm	617
Makadam 8-16 mm	227
Grus 0-8 mm	671
Kross 0-4 mm	232
Anl Fa 42,5N SL	396
Vatten	200
<b>MasterMatrix FC-500</b> batch: TP Week 27	<b>2</b>
<b>MasterGlenium 592</b>	<b>5</b>

## 4. Blandning

Betongen levererades av Betongindustri Gävle och blandning vid provnings tillfället 2026-01-27 gick till på följande sätt:

- Blandning startades 09:10 med blandning av 2,5m<sup>3</sup> betong. Ballast, cement, vatten och flytmedel tillsattes till blandaren på ordinarie sätt. 5 kg MasterMatrix FC-500 tillsattes tillsammans med ballasten på transportbandet innan. Flytmedel Dynamon SX-23 tillsattes via en tillsatsmedelsvåg.
- 9:45 blandades ytterligare 2,5m<sup>3</sup> betong.
- Blandningen avslutades 09:24 och sättmättet enligt SS-EN 12350-2:2019, uppmättes till 240 mm. Utbredningen på betongkakan efter erhållen provning var 570 mm efter en minut, och 590 mm efter 3 minuter.

Tid från det att blandning startade till dess bilen lämnade betongfabriken var 28 minuter (inklusive provtagning av betongen).

Transportsträcka till laboratoriet var cirka 25 km. Transport skedde i roterbil.

## 5. Gjutning

Försöket började med att formtyp 1 (med armering) gjöts. Gjutning skedde i en etapp upp till ca 1 meter ovanför botten vid kortsidan närmast gjutröret. Vid nivåmätning, 10 minuter efter avslutad gjutning, uppmättes en största nivåskillnad på 15 mm.

Högsta tillåtna värde är 50 mm, **kravet är därmed uppfyllt**. Tidpunkter redovisas nedan.

Tidpunkt:    Händelse:

- |       |   |
|-------|---|
| 10:47 | Gjutstart.  |
| 11:03 | Gjutning fullbordad, gjutröret lyfts försiktigt.                  |
| 11:13 | Nivåmätning påbörjas från kortsidan närmast gjutrörets placering. |

Formtyp 2 (utan armering) gjöts efter formtyp 1. Gjutningen utfördes i två etapper. Första etappen bestod av ca. 600 liter och den andra etappen av ca. 400 liter.

Maximal nivåskillnad efter första etappen var 50 mm och efter andra etappen 30 mm. Högsta tillåtna nivåskillnad efter etapp två är 100 mm, **kravet är därmed uppfyllt**.

Ett annat krav var att betongen skall ha nått fram till kortsidan längst från pumpröret efter första etappen, vilket även var fallet och **kravet är där med uppfyllt**. Tidpunkter redovisas nedan.

Resultaten från nivåmätningen redovisas i **Bilaga 3**.

Tidpunkt:    Händelse:

- |       |   |
|-------|---|
| 11:14 | Gjutstart.  |
| 11:18 | Gjutning av etapp ett är fullbordad, gjutröret behålls nedsänkt i betongen. |
| 11:28 | Nivåmätning påbörjas från kortsidan närmast gjutrörets placering.           |
| 11:33 | Gjutning fortsätter.  |
| 11:36 | Gjutning fullbordad, gjutröret lyfts försiktigt.                            |
| 11:46 | Nivåmätning påbörjas från kortsidan närmast gjutrörets placering.           |

## 6. Provtagning på den färska betongen

Provning av den färska betongen skedde kl. 10:15 till 10:30.

Betongens konsistens mättes genom sättmått och utbredningsmått.

Sättmåttbestämningen utfördes enligt SS-EN 12350-2:2019 med följande undantag och tillägg:

- Sättmått större än 150 mm accepteras.
- Utbredning mättes efter en minut och efter att sättkonen lyfts samt tre minuter och när utflytningen av betongmassan avstannat.

Resultaten redovisas i tabell 6.1.

Tabell 6.1: Provning av det färska bruket

Tid efter lyftning av sättkon [min]	1 minut	3 minuter	Stopp
Sättmått [mm]	240	250	250
Utbredning mätt på sättmått [mm]	550	600	600

Lufthalt enligt SS-EN 12350-7:2019 uppmättes till 2,3%.

## 7. Okulär granskning och spräckning av provkropp typ 1

Vid granskning av provkroppen (innan spräckning) fanns ingen blåsbildning eller sprickbildning. På ytan av provkropparna fanns det delvis rikligt av slam, som skrapades bort för provning.

Spräckning av provkropp typ 1, utfördes 21 dygn efter tillverkning, av personal från Betonglaboratoriet vid Vattenfall AB med spräckkilar.

Vid besiktning fanns ingen slam- eller blåsbildning vid armeringsjärnen. Anslutning mellan armering och betong såg bra ut. **Uppställt krav är där med uppfyllt.**

Viss ballastseparation har skett men detta påverkar inte betongens hållfasthetskrav, i den grad att variationen i hållfastheten per kärna överskrider. Se "Provtryckning av borrhärnor" kapitel 9.

Se även bilder i Bilaga 4.

## 8. Provtryckning av kuber

Tjugoen 150 mm kuber har provats för tryckhållfasthet av Betonglaboratoriet hos Vattenfall AB. Resultaten från provtryckningen redovisas i tabell 8.1.

Tabell 8.1: Hållfasthetsutveckling

Ålder [dygn]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]	Tryckhållfasthet Enskilda värden [MPa]			Tryckhållfasthet Medel [MPa]
1	2390	14,6	12,8	15,6	14,6
2	2400	27,5	27,5	27,4	27,5
3	2390	34,0	32,9	33,6	33,5
7	2370	47,3	47,8	46,8	47,3
14	2320	54,8	54,6	53,3	54,2
<b>28</b>	<b>2320</b>	<b>61,2</b>	<b>59,6</b>	<b>60,0</b>	<b>60,3</b>
91	2340	64,8	64,3	62,4	63,8

Resultaten vid 28 dygn ska uppfylla kraven för hållfasthetsklass C28/35 enligt SS-EN 206:2013+A1:2016 avsnitt 5.5.1.2. (SS 13 70 03:2015).

Medelvärde skall vara  $\geq 35+4$  MPa = 39 MPa och enskilt värde  $> 35-4=31$  MPa.

Lägsta värde är 59,6 MPa.

**Kravet på tryckhållfasthet uppfylls.**

## 9. Borrning och provtryckning av cylindrar

Utborrning och provtryckning av cylindrar från provkropp typ 1 utfördes av personal från Vattenfall AB.

Tryckhållfastheten av dessa cylindrar ska uppfylla två krav, dels kraven på maximal spridning enligt publikation 2002:50, dels kraven för hållfasthetsklass C 28/35 enligt BBK 94, avsnitt 7.3.3.3. villkor B.

Resultaten presenteras i tabell 9.1. Figur över vart provplatserna är belägna på provkroppen redovisas i **Bilaga 5**.

**Tabell 9.1: Resultat från provtryckning av utborrade cylindrar**

Kärna nummer (strömriktning)	Läge	Tryckhållfasthet [MPa]	Medelvärde [MPa]	Standard- Avvikelse [MPa]	Variations- koefficient [%]
1	Ö	54,3			
1	M	51,2			
1	U	58,9	54,80	3,87	7,07
2	Ö	52,5			
2	M	50,2			
2	U	57,1	53,27	3,51	6,60
3	Ö	54,3			
3	M	54,2			
3	U	51,4	53,30	1,65	3,09
4	Ö	54,1			
4	M	51			
4	U	54,9	53,3	2,06	3,86
Medelvärde [MPa]		53,7			
Standardavvikelse [MPa]		2,6			
Variationskoefficient [%]		4,8			

Ö = Överkant  
M = Mitten  
U = Underkant

### Utvärdering

Utvärdering enligt BBK 94 kapitel 7.3.3.3 villkor B.

Betongens hållfasthetsklass är C 28/35  $\Rightarrow f_{KK} = 35$  MPa

Medelvärde (m) = 53,7 MPa

Standardavvikelse (s) = 2,6 MPa

Lägsta enskilda värde = 50,2 MPa

Medelvärdet skall vara  $\geq f_{KK} \exp(1,4 s/m) = 37,4$  MPa

Enskilt prov skall vara  $\geq f_{KK} - 5$  MPa = 30 MPa

**Betongen uppfyller kraven för betongkvalité C28/35.**

Enligt publikation 2002:50 skall variationskoefficienten för hela serien ligga under 7 % och variationskoefficienterna inom varje kärna vara under 10 %. Variationskoefficienten är 4,8 % för hela serien samt 7,07 %, 6,60 %, 3,09 % och 3,86 % för respektive serie.

**Betongen uppfyller kraven för variationskoefficienterna.**

## 10. Ballastinnehåll i slam

Prover har tagits ut genom att skrapa på överytan ner till ett djup av ca. 1,5 mm. Proverna (på ca. 10 gram styck) har sedan torkats, vägts, preparerats med fosforsyra, sköljts med vatten samt torkats och vägts igen. Detta har resulterat i ett ballastinnehåll i viktprocent.

Tre prover har tagits ut från provkropp typ 1. Ett i vardera änden samt ett i mitten av provkroppen. Resultat redovisas i tabell 10.1.

Tabell 10.1: **Ballastinnehåll i slam**

Provplats	Ballastinnehåll i viktprocent
Vid gjutrör	53 %
Mitt på provkropp typ 1	51 %
Bortom 2:a armering	52 %

Kravet är att ballastinnehållet i slammet ska vara på minst 50 %.

**Kravet på slamhalt uppfylls.**

## 11. Referenser

1. Boverket, 1994, "Betongkonstruktioner, BBK 94"
2. Vägverket, publikation 2002:50
3. SS-EN 206:2013+A1:2016
4. SS-EN 12350-2:2019 Provning av färsk betong - Del 2: Sättnått
5. SS-EN 12350-7:2019 Provning av färsk betong - Del 7: Lufthalt – Tryckmetoder
6. SS-EN 12390-3:2019 Provning av hårdnad betong - Del 3: Tryckhållfasthet hos provkroppar
7. SS-EN 12390-7:2019 Provning av hårdnad betong - Del 7: Densitet

## Formtyper

Bild 1: Formtyp 1 med mått och dimensioner (mått i mm)

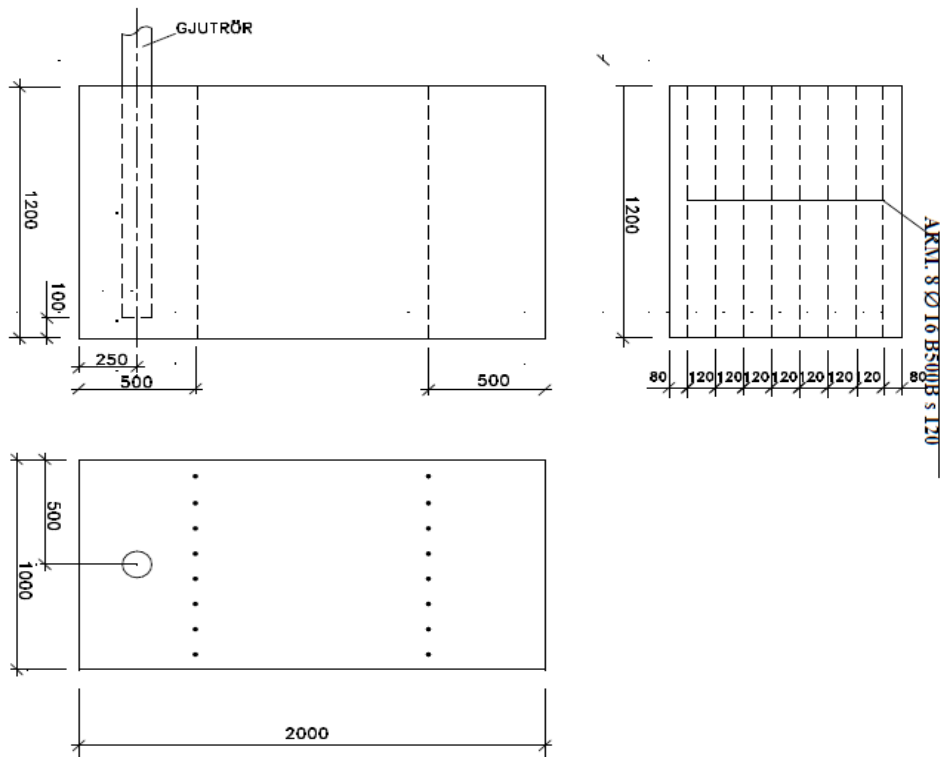
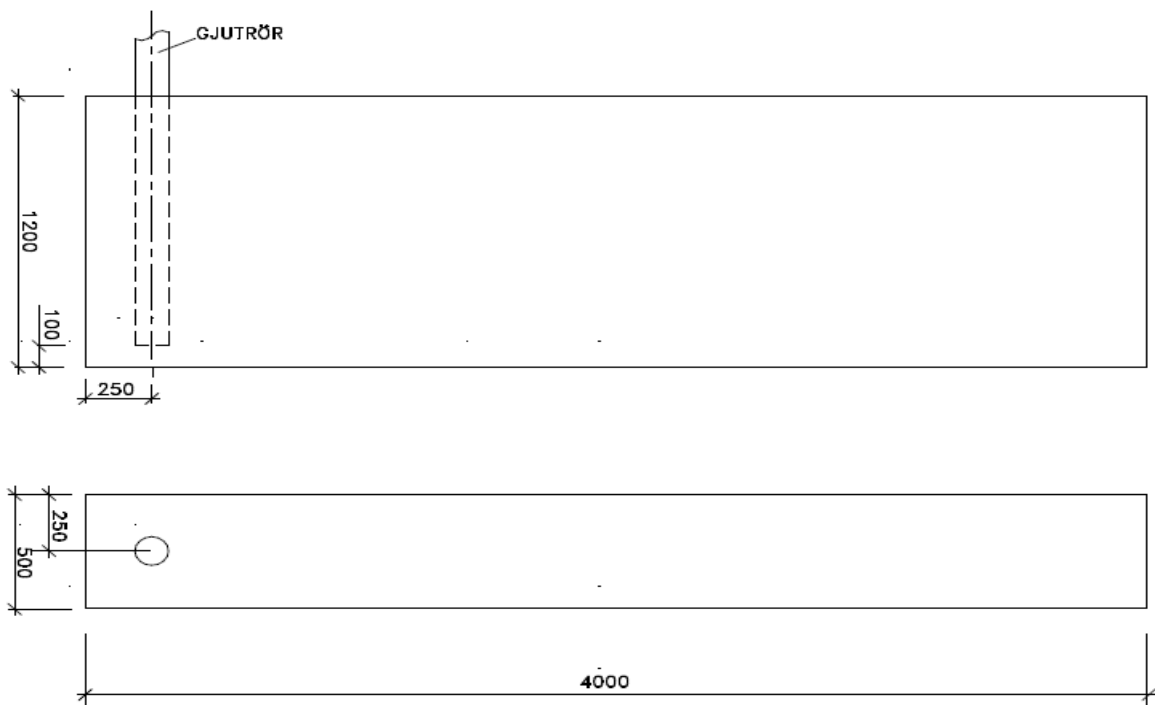
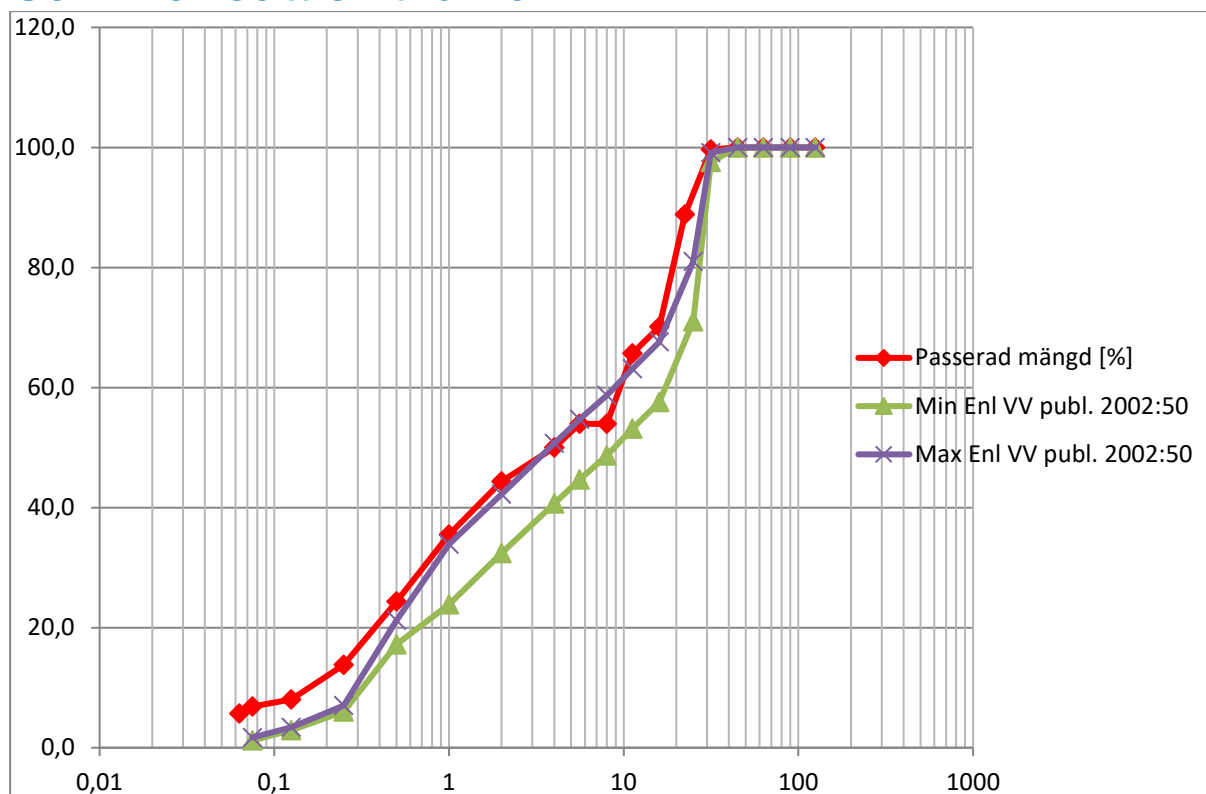


Bild 2: Formtyp 2 med mått och dimensioner (mått i mm)



## Sammanfattad siktkurva



Figur 1: Ballastmaterialets sammansatta kurva

Tabell 1: Ballastmaterialets sammansatta kurva

Siktvidd [mm]	Passerande mängd [%]		
	Min	Max	Aktuell
Data			
0,063			<b>5,7</b>
0,075	1,2	1,7	<b>6,9</b>
0,125	2,9	3,4	<b>8,0</b>
0,25	6	7	<b>13,8</b>
0,5	17,2	21,2	<b>24,3</b>
1	23,9	33,9	<b>35,5</b>
2	32,4	42,2	<b>44,3</b>
4	40,7	50,7	<b>50,0</b>
5,6*	44,7	54,7	<b>54,0</b>
8	48,7	58,7	<b>54,0</b>
11,2*	53,2	63,2	<b>65,7</b>
16	57,6	67,6	<b>70,1</b>
22,4*	71,0	81,0	<b>88,8</b>
31,5	97,6	99,9	<b>99,7</b>

Siktvidd märkt med \* är värdena för max och min interpolerade

## Resultat från nivåmätning

Avståndet mellan ett horisontellt plan skärande formbottens högsta nivå redovisas i tabell- och diagramform. Mätningarna har skett med en noggrannhet om 5 mm.

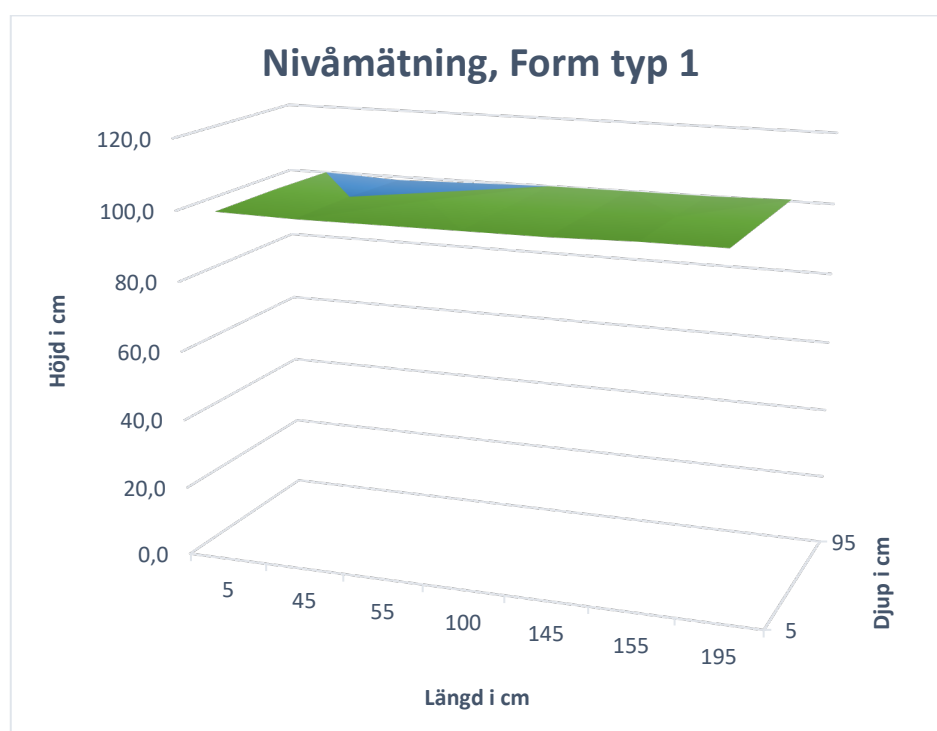
Nivåskillnad för formtyp 1 var 15 mm och för formtyp 2 var nivåskillnaden 30 mm.

I tabellerna återfinns betongytans nivå i cm. Den horisontella rubrikraden avser avstånd från kortsidan i cm, den vertikala rubrikkolumnen avser avståndet från den vänstra långsidan, sett i strömriktningen, angett i cm.

### Formtyp 1

Tabell 1: **Betongytans nivå efter gjutning i formtyp 1**

	5	45	55	100	145	155	195
5	100,5	100,0	100,0	100,0	100,0	100,5	100,5
50	100,5	100,0	100,5	100,0	100,0	100,5	100,5
95	100,0	99,0	99,5	100,0	100,0	100,0	100,5

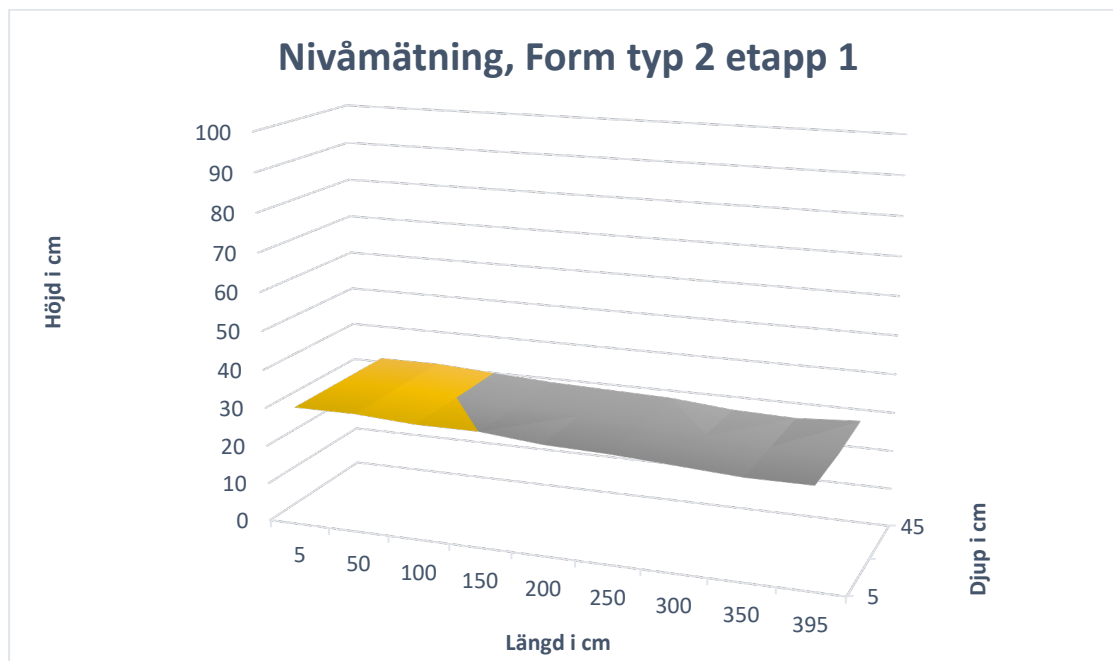


Figur 1: **Betongytans nivå efter gjutning i formtyp 1, mått i cm.**

## Formtyp 2

Tabell 2: **Betongytans nivå efter gjutning i formtyp 2, etapp 1**

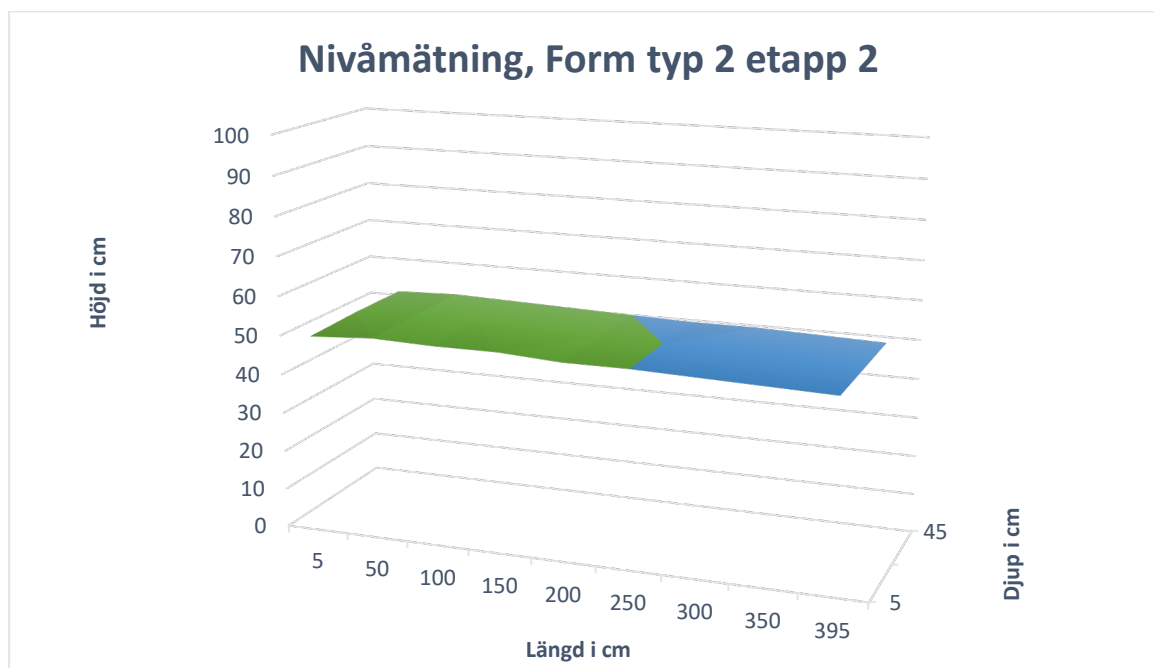
	5	50	100	150	200	250	300	350	395
5	31	31	30	30	28,5	28	27	26	26
25	31	31	30	29	28,5	28	27	26	26
45	31	31	30	29	28,5	28	26,5	26	27



Figur 2: **Betongytans nivå efter gjutning i formtyp 2, etapp 1, mått i cm.**

**Tabell 3:      Betongytans nivå efter gjutning i formtyp 2, etapp 2**

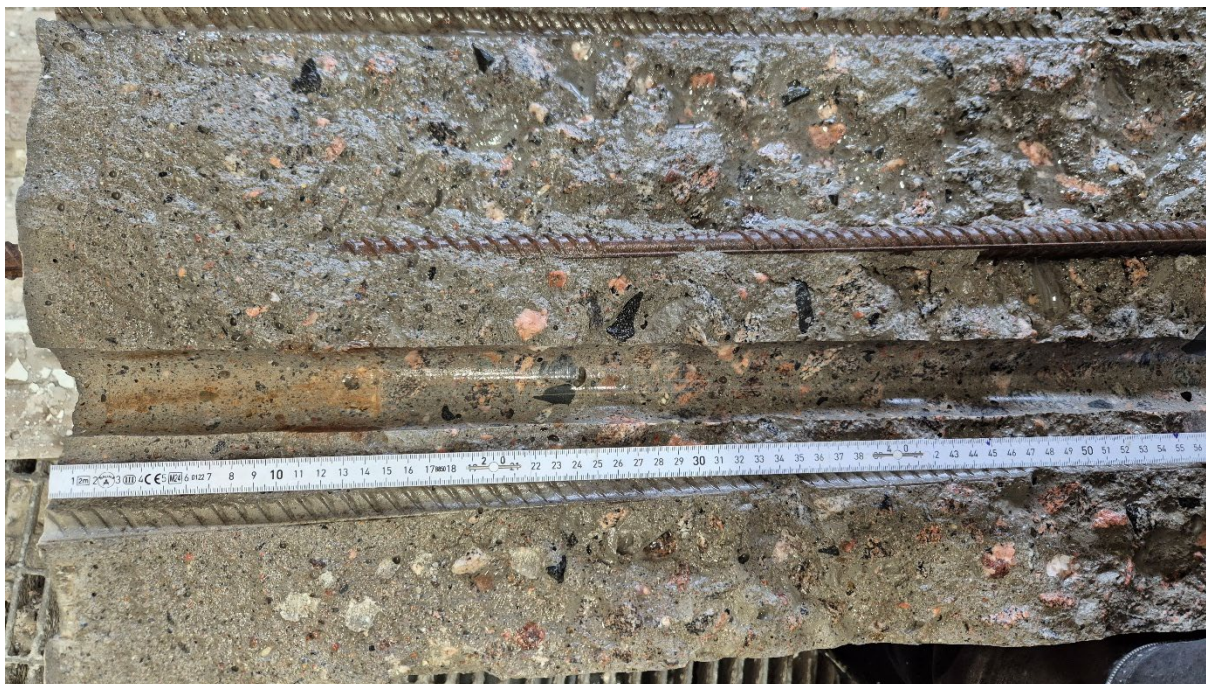
	5	50	100	150	200	250	300	350	395
5	50,5	51,5	51	51	50	50	49,5	49	48,5
25	51	51,5	51	50,5	50	50	49,5	49	48,5
45	51	51,5	51	50,5	50	49,5	49,5	49	48,5

**Figur 3:      Betongytans nivå efter gjutning i formtyp 2, etapp 2, mått i cm.**

## Foton från besiktning



**Bild 1:** Snitt vid första armeringsraden med hänseende till gjutrörets placering



**Bild 2:** Anslutning mellan armering och betong såg bra ut. vid första armeringsraden med hänsenande till gjutrörets placering. Bilden visar även en viss sten separation.



**Bild 3:** Snitt vid andra armeringsraden med hänseende till gjutrörets placering. Man ser en viss sten separation men inget som påverkade så pass att hållfastheten inte blev godkänd.

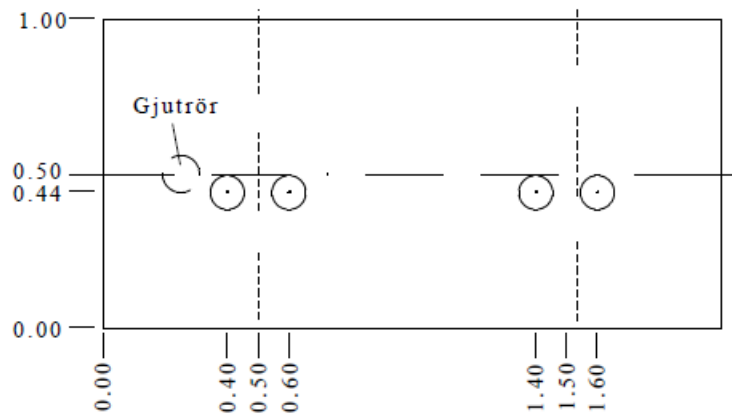


**Bild 4:** Anslutning mellan armering och betong såg bra ut. vid andra armeringsraden med hänsyn till gjutrörets placering



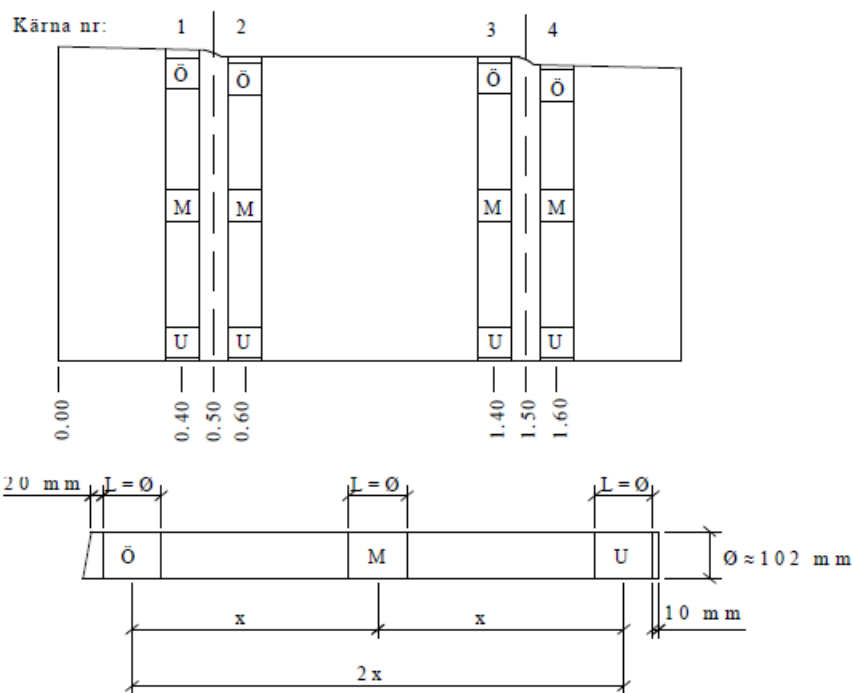
**Bild 5:** Utborrade kärnor, den översta kärnan på bild är uttagen närmast gjutrörets placering. Kärnan längst ner på bild är uttagen längst ifrån med hänsyn till gjutrörets placering. Överytan till vänster och botten till höger i bild. Se bilaga 5 för att se vart proverna är uttagna.

## Provplatser för utborring av kärnor



----- Armerings läge och spräckningslinjer  
för betongen

Borrhålen ska placeras mitt för en av  
armeringsstängerna närmast centrumlinjen i  
provkroppens längslinje



**Bild 1:** Spräcklinjer samt orientering hos utborrade kärnor från gjutning i form typ 1.