



BACHELOROPPGAVE:

*Hvilke skadelige  
påvirkninger har ulike  
salter på betongbruer?*

FORFATTERE:

Himdad Junas Qader

Sangar Hussein Sangasari

Dato: 19.05.2014

## SAMMENDRAG

Tittel:	Hvilke skadelige påvirkninger har ulike salter på betongbruer?	Dato : 19.05.14
Deltakere	Sangar Sangasari og Himdad Junas Qader	
Veileder:	Guri krigsvoll	
Evt. oppdragsgiver:	Statens vegvesen	
Stikkord/nøkkelord (3-5 stk)	Betong, Salt, Kloridinntrengning, bru	
Antall sider/ord:63/10536	Antall vedlegg: 103	Publiseringsavtale inngått: ja/nei
<p>Salting på vegene generelt og spesielt på betongbruer er nødvendig, og det er Statens vegvesen som har ansvaret for dette. Skader på betongbruer av salting er et kjemiskfenomen. Kloridinntrengning og armeringskorrosjon i betongkonstruksjoner er et stort problem, både nasjonalt og internasjonalt. Det er derfor viktig å kunne vurdere og bestemme betongens motstandsevne mot kloridinntrengning. Det fins alternativer til vanlig salt (NaCl), som bl a MgCl<sub>2</sub> med andre egenskaper, både med tanke på virkningsområdet i forhold til temperatur og effekter med hensyn til støvbinding.</p> <p>I denne oppgaven ble effekten av både NaCl og MgCl<sub>2</sub>-løsninger undersøkt på betongkvaliteter B30 og B45. I denne sammenhengen ble det utført lab-forsøk ved hjelp av kloriddiffusjonstester (hb.14643). Vi har i denne oppgaven sett nærmere på hvilke skadelige påvirkninger ulike salter har på betongbruer. Derfor vil vi fokusere kun på to typer betongkvaliteter (B30 og B45) og to typer salter (NaCl og MgCl<sub>2</sub>). Videre har vi tatt boreprøve i hver eksisterende bru som er nevnt nedenfor . I resultatet kommer det frem at kloridinntrengningen i bruene har nådd det kritiske kloridnivået (0,07) på sidekantene, men de øverste sjiktene har stor ulikhet i kloridverdi. Saltforbruket på Hunnselva II var mer enn det som ble brukt på Sandvold brua, mens resultatet på kloridinnholdet i de øverste sjiktene var høyere på Sandvold.</p> <p>Resultatene var overraskende for oss, men etter analysering og diskusjon har vi funnet frem at det er andre faktorer, blant annet fartsgrense som forårsaker dette. Saltsprut pga høy fartsgrense er hyppigere på Sandvold som har 80 km/t, mens Hunnselva II har fartsgrensa på 50 km/t.</p> <p>Det kom også frem at påvirkningen av salttypene har nesten samme effekt med hensyn til kloridinntrengningen, mens det er observert stor forskjell av motstandsevne i hver av betongkvalitetene (B30, B45).</p>		



## ABSTRACT

Title:	What harmful effects does different salts have on concrete bridges?	Date : 19.05.14
Participants	Sangar Sangasari og Himdad Junas Qader	
Supervisor	Guri krigsvoll	
Employer:	Norwegian Public Roads Administration	
Keywords (3-5)	Concrete, Salt, Chloride penetration, Bridge.	
Number of pages/words:63/10536	Number of appendix: 103	Availability (open/confidential):
<p>Salting the roads in general and especially on concrete bridges is necessary and the State Road Authority is responsible for this. Damage to concrete bridges from salting is a chemical phenomenon. Chloride penetration and corrosion of reinforcement in concrete structures is a major concern, both nationally and internationally. It is therefore important to evaluate and determine the resistance of concrete to chloride penetration.</p> <p>There are alternativwzazves to common salt (NaCl ), like MgCl<sub>2</sub> with other properties both in terms of effective area in relation to temperature, and effects with respect to dust binding .</p> <p>In this paper the effect of both NaCl and MgCl<sub>2</sub> solutions was examined for concrete qualities B30 and B45. In this connection laboratory experiments were carried out using chlorid diffusion tests ( hb.14643 ). In this paper we have looked at what harmful effects different salts have on concrete bridges. For this reason we will focus only on two types of concrete qualities ( B30 and B45 ) and two types of salts (NaCl and MgCl<sub>2</sub>). Furthermore we have made test drillings of each existing bridge as mentioned beneath.</p> <p>The result reveals that chloride penetration in bridges has reached the critical chloride level (0.07) on the edges, whereas the upper layers show strongly varying chloride level. Salt consumption in Hunnselva II was more than what was used on Sandvold bridge, while the result of the chloride content in the upper layers was more on Sandvoll.</p> <p>The results were surprising to us, but after analysis and discussion, we found out that there are other factors including speed limit causing this. Salt splash because of high speed limit is much more frequent on Sandvold, which has 80 km / h, while Hunnselva II has a speed limit of 50 km / h.</p> <p>It also transpired that the impact of salt types has almost the same effect due to chloride penetration. However, there have been obeserved great differences of resistance in each of the concrete qualities (B30, B45).</p>		



# 1 Forord

Denne bacheloroppgaven er vår avsluttende oppgave ved fullføring av treårig utdanning på Høgskolen i Gjøvik. Vi har begge valgt å studere til byggingeniør med retning innenfor konstruksjon. Denne oppgaven gjennomføres i samarbeid med Statens Vegvesen for å belyse problemer ved skader av ulike typer salter på betongbroer.

Vi bestemte oss tidlig for at vi ville ha en oppgave som omhandlet betongbroer, så derfor valgte vi en av de problemstillingene som handlet om konsekvenser av ulike salter på betongbroer. Vi valgte denne problemstillingen etter gjesteforelesning av Statens Vegvesen høsten 2013 ved Mustad.

For å finne skadepåvirkningen på betongbroer følge av salting, har vi valgt å se på kloridinntrengningen i betongen som utgangspunkt. For å løse oppgaven bestemte vi oss å se på kloridinntrengningen i betong med tidlig alder og eksisterende betongkonstruksjoner.

Ut i fra det prinsippet velgte vi to eksisterende betongbroer i Oppland (Hunnselva bru i Gjøvik kommune og Sandvold bru på Jaren i Gran kommune).

Videre har vi støpt 6 klosser i tilsvarende betongkvaliteter og bestandighet som broene har (SV40). Klossene ble støpt i samarbeid med Unicone betong produsent på Raufoss.

Forsøket ble gjennomført i sentrallaboratoriet i Oslo etter metode som er nevnt i hb.14 (Avansert lab metode for kloridinnhold i betongen).

Vi vil rette en stor takk til kontaktpersonen vår Anders Sveen fra Driftsavdeling på Gjøvik, Knut Kjuul og Ferhat Khan som lab-veileder ved Statens Vegvesen, som alltid har vært tilgjengelig med råd og hjelp. Vi vil takke veilederen vår ved Høgskolen i Gjøvik, Guri Krigsvoll som er supervisoren i denne oppgaven.

Sted /dato

Gjøvik 19.Mai 2014

Sangar Hussein Sangasari

Himdad Junas Qader

## 2 Innholdsfortegnelse

1	Forord.....	i
2	Innholdsfortegnelse.....	ii
3	Tabelliste.....	v
4	Figurliste.....	vi
5	Definisjoner/forklaringer.....	viii
6	Innledning.....	1
6.1	Bakgrunn.....	1
7	Valg av problemstilling.....	2
7.1	Avgresninger.....	2
7.2	Metodevalg.....	2
7.3	Metodebeskrivelse.....	3
7.4	Vurdering av datamaterialet.....	3
7.5	Validitet.....	3
7.6	Relabilitet.....	4
7.7	Ingeniørfaglig grunnlag.....	4
8	Teori.....	5
8.1	Generelt om salt.....	5
8.1.1	Alternative kjemikalier for salt.....	5
8.1.2	Egenskaper til de viktige kjemikaliene.....	11
8.1.3	Ulike vegtyper.....	12
8.1.4	Salting på veger.....	13



8.2	Betong .....	15
8.2.1	Generelt om betong og overdekning .....	15
8.2.2	Bestandighetsklasser og eksponeringsklasser .....	15
8.2.3	Egenskaper som har innvirkning på betongens bestandighet .....	16
8.2.4	Betongens sugsevne .....	17
8.2.5	Transport av væsker i betong .....	19
8.2.6	Kloridinntrengning på betongen.....	20
8.3	Betongbroer .....	23
8.3.1	Hunnselva II bru i Gjøvik.....	23
8.3.2	Sandvold bru på Jaren .....	24
8.3.3	Klossene .....	24
9	Gjennomføring av lab-testing .....	25
9.1	Gjennomføring .....	25
9.2	Konsekvenser av metodevalg .....	25
9.3	Boreprøver av broene .....	26
9.3.1	Kloridinntrengning analyse .....	29
9.3.2	Prøver av klossene.....	30
10	Analyse av resultater .....	39
10.1	Kloridanalysering for Hunnselva II bru.....	39
10.2	Kloridanalysering for Sandvold brua.....	40
10.3	Sammenligning av kloridinntrengningene på broene .....	41
10.4	Kloridanalyse for klossene .....	44
10.4.1	Sammenligning av kloridinntrengning på (B30, B45) i NaCl –løsningen .....	44

10.4.2	Sammenligning av kloridinntrengningen på (B30, B45) i MgCl <sub>2</sub> -Løsningen.....	46
10.4.3	Sammenligningen av kloridinntrengningen på B30 i begge saltløsningene (NaCl, MgCl <sub>2</sub> ) .....	47
10.4.4	Sammenligningen av kloridinntrengningen på B45 i begge saltløsningene (NaCl, MgCl <sub>2</sub> ) .....	48
11	Konklusjon.....	50
11.1	Videre arbeid og alternative metoder.....	52
11.1.1	Gjentagelse av lab-forsøket.....	52
11.1.2	Andre metoder som anbefales.....	52
12	Kilder.....	53
13	Vedlegg.....	55

10536 ord uten vedlegg.

### 3 Tabelliste

Tabell 1 Egenskaper for ulike salter.....	11
Tabell 2 Tiltak og tiltakstid for veger med forskjellig ÅDT for strategi bar veg .....	12
Tabell 3 Bruksområder og anbefalte mengder ved salting (Statens Vegvesen 2012). .....	14
Tabell 4 Grupper med ulike betongkvaliteter i forskjellige saltløsninger .....	36
Tabell 5 Fullstendig oversikt over de sjiktene av 3 prøvestykker i NaCl- løsningen .....	37
Tabell 6 Fullstendig oversikt på de sjiktene av 3 prøvestykker i MgCl <sub>2</sub> -løsningen .....	38
Tabell 7 Kloridinntrengning på Hunnselva II bru .....	39
Tabell 8 Kloridinntrengning på Sandvold bru.....	40
Tabell 9 Totalt saltbruk i sesongene 2003-2011 på strekningene broene ligger .....	43
Tabell 10 Oversikt på parametrene og kloridinntrengningene broene har .....	44
Tabell 11 Viser Kloridinnhold i B30 og B45 .....	45
Tabell 12 Viser Kloridinnhold i B30 og B45 .....	46
Tabell 13 Viser Kloridinnhold i B30 i begge saltløsningene (NaCl, MgCl <sub>2</sub> ).....	47
Tabell 14 a,b, c Viser Kloridinnhold i B45 i begge saltløsningene (NaCl, MgCl <sub>2</sub> ).....	48

## 4 Figurliste

Figur 1 korrosjonsskade på armering som følge av kloridinntrengningene (Bildet er hentet fra Norut) .....	9
Figur 2 Pittingkorrosjon, anode og katode (Bygg uten grenser) .....	10
Figur 3 Fasediagrammer for ulike kjemikalier gjengitt i Tabell 1 for rene stoffer.....	11
Figur 4 Betongens poresystem er sterkt avhengig av masseforholdet (v/c-tallet).....	18
Figur 5 Passiv lim rundt armeringsjern .....	20
Figur 6 Passiverende film rundt armeringen som forhindrer korrosjon .....	22
Figur 7 Volumøkningen vil føre til sprengning av betong .....	22
Figur 8 Hunnselva bru (fotograf Sangar Sangasari).....	23
Figur 9 Sandvold brua (fotograf Sangar Sangasari) .....	24
Figur 10 Hunnselva II bru (fotograf Sangar Sangasari) .....	26
Figur 11 Gjennomføringen på boreprøver av Hunnselva II bru (fotograf Sangar Sangasari) .....	27
Figur 12 Gjennomføringen på boreprøver av Sandvold bru (fotograf Sangar Sangasari).....	27
Figur 13 Varmeskap og eksikator (fotograf Himdad Junas Qader).....	28
Figur 14 Kokeplate (fotograf Himdad Junas Qader).....	28
Figur 15 Utstyr til bruk ved filtrering. Stativ med markerte kolber og trakter. (fotograf Himdad Junas Qader) ..	28
Figur 16 Etter skylling med destillert vann både av begerglasset og filtrert (fotograf Himdad Junas Qader) .....	29
Figur 17 Titreringsmaskin (fotograf Himdad Junas Qader) .....	29
Figur 18 Gruppe 1: 1A, 1B, 1C-B30 (fotograf Himdad Junas Qader) .....	30
Figur 19 Gruppe 2: 2A, 2B, 2C -B45 (fotograf Himdad Junas Qader) .....	30
Figur 20 kloss i fire deler (fotograf Himdad Junas Qader) .....	31
Figur 21 Kapping 10mm (Rest) (fotograf Himdad Junas Qader).....	31



Figur 22 veiing av prøvestykkene og i Ca(OH <sub>2</sub> )-løsningen (kalsiumhydroksid) (fotograf Sangar Sangasari).....	32
Figur 23 påføring av epoksy (fotograf Sangar Sangasari).....	33
Figur 24 Illustrasjon av fresemasking (Statens Vegvesen HB 014).....	36
Figur 25 Fresing av 3 prøvestykker i 8 sjikt (fotograf Sangar Sangasari).....	36

## 5 Definisjoner/forklaringer

**Endotermisk:** Ved en endotermisk reaksjon er det behov for 100 % tilførsel av ekstern varme for å løse opp saltet.

**Eksotermisk:** At et salt er eksotermisk vil si at saltet avgir varme når det går i løsning. Dette skjer på den måten at når saltkornene absorberer fuktighet, utvikles det varme som øker smeltehastigheten.

**Eutektisk temperatur:** Den laveste temperaturen (teoretisk) blandingen forblir i løsning konsentrasjonen og tilhørende konsentrasjon.

**Fasediagram:** Beskriver løseligheten av et ismeltemiddel og relaterer den kjemiske konsentrasjonen til frysetemperaturen.

**Friksjonskoeffisient:** Friksjonskoeffisienten benevnes med den greske bokstaven  $\mu$ , og er et mål for kreftene som virker mellom to flater. For is vil friksjonskoeffisienten vanligvis ligge i området 0,15-0,20 og for snøføre i området 0,25-0,30. En friksjonskoeffisient på 0,15

tilsvarer en bremselengde på 168 m ved en fart på 80 km/t. Med samme fart og friksjonskoeffisient på 0,30 er bremselengden 84 m

**Hygroskopisk:** Hygroskopiske kjemikalier kan absorbere fuktighet fra omgivelsene. Denne egenskapen gjør at smelteprosessen kan starte selv om det ikke er vann til stede

**Statistisk signifikant:** Dersom konfidensintervallene for gjennomsnittsverdien av to grupper av data ikke overlapper hverandre, er forskjellen statistisk signifikant.

**Reologiske egenskaper:** Reologiske egenskaper er egenskaper knyttet til betongens mulighet til å la seg støpe ut. For å oppnå en bestandig betongkonstruksjon er det viktig å støpe ut betongen slik at det omslutter armeringen fullstendig og det ikke oppstår hulrom.

**ÅDT:** Års døgn trafikk på veg.

## 6 Innledning

### 6.1 Bakgrunn

Oppgaven omhandler bruken av salt på vinterveger, det vil si kjemiske metoder for snø-og is fjerning og friksjonstiltak. Hensikten med oppgaven er å samle mest mulig tilgjengelig kunnskap når det gjelder bruk av salt. Effekten av salt er beskrevet med hensyn på påvirkningen av betongbroer og de konsekvensene som salting medfører.

I vinteren 2003/2004 ble befukting med magnesiumkloridløsning ( $MgCl_2$ ) brukt av Statens Vegvesen region Øst, avd. Gjøvik som et preventivt virkemiddel ved lavere temperaturer enn forsvarlig med  $NaCl$ . Ut i fra rapporten (Statens vegvesen, des, 2005) ble det funnet interessant å knytte forsøk med  $MgCl_2$  til vegnettet rundt Gjøvik og Toten. I samme rapporten ble det anbefalt å sjekke hvilke salttyper ( $NaCl$  &  $MgCl_2$ ) som er mest skadelig for betongen.

Kloridene kan forårsake korrosjonsskade på armeringen som følge av kloridinntrengning.

Kloridene kan ha vært tilstede i betongen fra byggestart. Kloridene har da blitt innblandet under produksjonen av betongen. Sement og silika inneholder klorider i en mengde som tilsvarer en vektprosent på 0,01 til 0,05, men dette anses ikke som noen fare for korrusjondannelse da det ligger under det kritiske kloridnivået på 0,07.

Kloridene kan også ha trengt inn via diffusjon eller kapillærsug fra overflaten på den herdeste betongen. Dette ved konstruksjoner i kontakt ved sjøvann eller ved bruk av salt på vegene.

## 7 Valg av problemstilling

Kloridinntrengingen på betongen er grunnlaget for denne oppgaven. Derfor har vi valgt problemstillingen;

*Hvilke skadelige påvirkninger har ulike salter på betongbroer?*

Vi ønsker å finne ut hvilke konsekvenser de ulike saltene har på betongbroer.

### 7.1 Avgresninger

For å begrense problemstillingen har vi valgt å fokusere på kloridinntrengningen fra NaCl og MgCl<sub>2</sub> i betong kvaliteter B30 og B45 og sammenligningen skal gjennomføres.

### 7.2 Metodevalg

Som litteraturstudie i denne oppgaven har vi gjennomgått relevante bachelor- og masteroppgaver, samt relevante prosjekter fra Svv. I tillegg gjennomførte vi flere lab-undersøkelser og feltprøver. I lab-forsøkene følger vi hb.14 i Statens Vegvesen sine retningslinjer.

Generelt kan vi si at metodene vi benytter oss av innen samfunnsvitenskapen har som mål

*”å samle inn, organisere, bearbeide, analysere og tolke sosiale data på en så systematisk måte at andre kan kikke oss i kortene”*

Det må imidlertid påpekes at metodelære ikke er noe mål i seg selv, men et redskap til å nå andre mål av undersøkelses- og forskningsmessig karakter.



### *7.3 Metodebeskrivelse*

Ved valg av forskningsstrategi står valget mellom kvantitativ eller kvalitativ strategi. Kvantitativ forskningsmetoder holder seg til kvantifiserbare størrelser som systematiseres ved hjelp av ulike former for statistisk metode. Tall og statistikk er imidlertid ikke selvforklarende, derfor unngår fortolking som et sentralt element også i kvantitativ forskning.

I oppgaven vår valgte vi å benytte oss av kvantitativ metode, da denne var best egnet for vår oppgave. For kvantitative metode er det utviklet spesielle statistiske prosedyrer og strukturer for datainnsamling og analyse. Denne metoden er velegnet til å gjøre sammenligninger, og sier også noe om hvor stort omfang et fenomen er.

### *7.4 Vurdering av datamaterialet*

For å vurdere om metodene man har valgt er tilstrekkelige, bør man vurdere datamaterialets reliabilitet, validitet, generaliserbarhet og objektivitet. Vi vil vurdere datamaterialet som er frembrakt i denne studien med henblikk på i validitet og reliabilitet. Et viktig spørsmål å stille er om datamaterialet gir grunnlag for å belyse fenomenet salting på betongbroer.

### *7.5 Validitet*

For å sikre bacheloroppgavens validitet, som betyr overførbarhet, (Leksikon, 2005-2007) har vi benyttet tre framgangsmåter.

- Beskrive de kontekster som studien er gjennomført i.
- Gjennomføre casestudie ved to broer, og dessuten sammenligne de med hverandre.
- Vurdere hvorvidt resultatene stemmer med etablert teori. Dette har vi fått i fra betongklossene i tidlig alder utsatt på salting via standardiserte målemetoder i hb.014.

I hvilke grad dette er gyldige resultater kan diskuteres, men alle resultatene blir vurdert i forhold til anbefalte løsninger og krav, og er i noen sammenhenger blitt bekreftet av en

tredjepart gjennom lab-ansvarlig og erfaren fagpersoner. Vi mener derfor de kvalitative observasjonens validitet er god.

Vi anser validiteten til sekundærdataene til å være god, da vi trekker slutninger basert på bruk av flere kilder, og ofte med henvisning til originalkilder.

## **7.6 Reliabilitet**

*”Reliabilitet, eller pålitelighet, går på om gjentatte målinger med samme måleinstrument gir samme resultat.” (Leksikon, 2005-2007)*

Vi mener at vi har en god reliabilitet på vårt forskningsområde. Lab-undersøkelsene er utført av samtidige to gruppedeltakere, samt at resultatene er bygget opp på standardiserte metoder.

Vi bruker standardiserte metoder som har høy reliabilitet, hb 014. Høy reliabilitet betyr at uavhengige målinger skal gi tilnærmet identiske resultater. Med andre ord skal man få samme resultat dersom man gjentar forsøkene.

## **7.7 Ingeniørfaglig grunnlag**

Det ingeniørfaglige grunnlaget for oppgaven er hvordan kjemisk reaksjoner som følge av salting påvirker de statiske og materialtekniske egenskapene til betongen i broer over tid, i forhold til den kunnskapen vi har opparbeidet oss gjennom ingeniørstudiet.

## 8 Teori

En teori er en forenklet bilde av virkeligheten. Teorikapitlet i denne prosjektoppgaven omhandler generelle og grunnleggende kunnskaper om betong og salttyper, samt kloridinntrengningsprosess. Vi går gjennom den kjemiske prosessen som er grunnen til korrosjon i armeringen.

Vi vil undersøke betongoppbyggingen i prøveklossene som ble brukt under lab-forsøket og resepten for betongen er vedlagt i vedlegg 4.

Mengden salt som benyttes på veger er avhengig av ulike faktorer. Blant annet vegtype, ÅDT, fartsgrense og temperatur, derfor måtte vi undersøke ulike vegtyper og finne ut i hvilken kategori broene vi undersøkte befinner seg i.

I nøkkeldata for broene, som er vedlagt i vedlegg 1 og 2, finnes det ÅDT, kategorier og planskisser for broene. Dette har vi fått fra bru-avdelingen Svv. Ut i fra disse dataene analyserer vi resultatene vi får fra lab-forsøket og det trekkes konklusjon for hvordan hver enkelt oppgave kan gjøres.

### 8.1 Generelt om salt

#### 8.1.1 Alternative kjemikalier for salt

I underliggende punkter går vi gjennom en del alternative kjemikalier og tilsetningsstoffer for NaCl. Blant annet egenskaper som frysepunktnedsettelse og smeltekapasitet. Tabellen som ligger i kapittel 7.1.2 viser egenskapene til de forskjellige materialene som brukes i vegsalting. Ut i fra vår avgrensning fokuser vi kun på to typer, NaCl og MgCl<sub>2</sub>. Som er blitt brukt på broene i vår casestudie og det er disse som undersøkt under lab-forsøket (Statens Vegvesen 2004). Ulike salttyper blir delt på to hovedgrupper:

##### 1. Mineralske salter:

- Natriumklorid NaCl.
- Magnesiumklorid MgCl<sub>2</sub>.

- Kalsiumklorid  $\text{CaCl}_2$

## 2. Organiske salter:

- Eddiksyresalter
  - ❖ Kalsium magnesium
  - ❖ Acetat (CMA)
  - ❖ Andre acetater og formater
- Maursyresalter
  - ❖ Natriumformiat
  - ❖ Kalsium formiat

For å utføre vegsalting er det flere metoder som vurderes for spredningen, de ulike spredemetodene er:

- Tørt salt
- Befuktet salt
- Saltløsning

I vår oppgave analyserer Natriumklorid ( $\text{NaCl}$ ) og Magnesiumklorid ( $\text{MgCl}_2$ ), som er mineralskesalter. Det er viktig å bemerke at forskjellige salter har ulike egenskaper og kan derfor ikke brukes ukritisk under alle forhold.

I vår tilfelle  $\text{NaCl}$  ble brukt både som tørt salt og i løsning mens  $\text{MgCl}_2$  ble brukt som befuktet salt. For å benytte andre kjemikalier enn Natriumklorid ( $\text{NaCl}$ ) må dette spesielt avtales med Statens Vegvesen (Statens Vegvesen 2004).

I vinterdriften benyttes kjemikalier enten som preventive tiltak eller som is-smeltemiddel, og bruken av kjemikalier bestemmes i kontrakt mellom Statens Vegvesen og entreprenør (Engen 2007).



### 8.1.1.1 Magnesiumklorid $MgCl_2$

Magnesiumklorid har vist positive egenskaper i form av utvidet temperaturintervall der avisingen kan foregå, bedre støvbindingsegenskaper, redusert mengde påført saltmengde samt forbedret veigrep.  $MgCl_2$  har høy løselighet i vann, og reaksjonen er eksotermisk, det vil si at det avgis varme når saltet går i oppløsning.  $MgCl_2$  leveres både som granulat og i flak.

Granulatet er 20 prosent dyrere enn flak. Det er ingen forskjell på løseligheten. Det er derfor naturlig å bruke flak for å produsere saltløsning. I tørr form er flak vanskelig å kontrollere, og i slike tilfeller bør  $MgCl_2$  eventuelt benyttes i form av granulat.  $MgCl_2$  kan benyttes både til befuktning og som ren saltløsning.

$MgCl_2$  løst i vann har en eutektisk temperatur på  $-33,3\text{ }^\circ\text{C}$ , ved en konsentrasjon på 21,6 vektprosent og da er den hygroskopisk.  $MgCl_2$  har følgende kjemiske egenskaper:

- Tetthet: 1,569
- Løselighet i kaldt vann: 1670 g/l
- Løselighet i varmt vann: 3670 g/l

Det vil si at løseligheten er vesentlig større i varmt enn i kaldt vann. Den har da høyere egenvekt og et annet fasediagram enn  $NaCl$ , som gir andre karakteristiske egenskaper for  $MgCl_2$  enn  $NaCl$ :

- Bedre vedheft, mindre tap
- Lavere saltforbruk
- Raskere tineeffekt
- Effektiv ved lavere temperaturer
- Homogent og kontrollert strøbilde ( Statens Vegvesen, 2005).

I denne oppgave brukes  $MgCl_2$  som antifrostmiddel i form av vegsaltyng på betongbroer, Vårt formål er å se på kloridinntrengningen i fra saltet.

### 8.1.1.2 Natriumklorid NaCl

Natriumklorid NaCl, blir brukt i 99,5% som kjemisk strømiddel under vinterdrift i Norge. Det er velkjent at NaCl har en god del negative påvirkninger, blant annet i forhold til miljø og nedbrytning av betong i vegkonstruksjoner. Det er derfor et stort fokus på å finne alternative materialer for bruk under vinterdriften.

NaCl leveres både som sjøsalt og steinsalt, og kan også produseres som vakuumsalt. Vakuumsalt er det reneste produktet og lages ved å tørke under vakuum en løsning som framstilles ved å injisere vann inn i dype underjordiske saltforekomster.

I dag opererer man med 4 ulike måter å salte med NaCl på:

- Tørt salt
- Befuktet salt
- Slurry
- Saltløsning

Valg av metode er avhengig av temperatur og føreforhold i henhold til en anbefalt salttabell. Både befuktet salt og slurry tilsettes væske i en viss mengde. Befuktningen kan skje ved bruk av vann, men det bør fortrinnsvis benyttes en kjemikalieløsning. Det mest vanlige i Norge er å benytte en løsning basert på NaCl (SINTEF Bygg og miljø 2002).

Natriumklorid løst i vann har en eutektisk temperatur på  $-21,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  ved en konsentrasjon på 21,6 vektprosent. Praksis i Norge er at det er satt en temperaturgrense for bruk av NaCl på  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . I litteraturen er det imidlertid angitt at NaCl er effektivt ned til  $-8$  til  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ , og kan under ideelle forhold kan det benyttes helt ned til  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Løsningsprosessen for NaCl er en endotermisk reaksjon, dvs det behov for 100 prosent tilførsel av ekstern varme for å løse opp saltet, og det tar dermed lenger tid før smelteprosessen starter for NaCl enn for salt som frigjør varme. På grunn av dette samt den lave hygroskopiteten gjør at NaCl starter smelteprosessen saktere enn kalsiumklorid og magnesiumklorid (SINTEF Bygg og miljø 2002).

### 8.1.1.3 Sammenlikning mellom saltegenskaper

Sammenlikning mellom saltegenskapene  $MgCl_2$  og  $NaCl$

$MgCl_2$	$NaCl$
Eksotermisk reaksjon	Endotermisk reaksjon
Effekt til støvbinding under trafikk påvirkning	Ikke effektiv til støvbinding
Kan brukes ved lavere temperatur enn -10	Brukes ved temperatur til -10
Bedre hygroskopitet	Lav hygroskopitet
Eutektisk temperatur på -33	Eutektisk temperatur på -21
Høy egenvekt	Lavere egenvekt enn $MgCl_2$

### 8.1.1.4 Korrosjon i betong

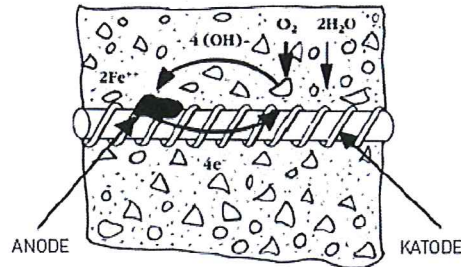
En betongbru i Norge er alltid utsatt for skader som følge av salting. Klorider vil trenge inn i betongen og fører til korrosjonsskade på armeringen. (Primax byggeteknikk). (se figur 1).



Figur 1 korrosjonsskade på armering som følge av kloridinntrengningene (Bildet er hentet fra Norut)

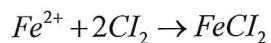
Kloridinitert korrosjon fører til at det dannes gropene i armeringen det miljøet blir surt. Disse gropene kalles pitting. Pittings fører til en kraftig reduksjon av tverrsnittet. Skaden er vanskelig å oppdage, da det ikke fører til noen volumutvidelse eller avskalling.

Pittingkorrosjon forårsakes av en elektrokjemisk prosess med anode og katode, (se figur 2).



Figur 2 Pittingkorrosjon, anode og katode (Bygg uten grenser)

Pitting oppstår når anodearealet er mye mindre enn katodearealet. En mulig reaksjon er:  $Cl^-$  (kloridionene) bindes til oksidfilmen, og  $FeCl$  dannes. Kloridionene trenger altså inn til stålets og bryter ned oksidfilmen (Liven, D.S 2003). Dette illustrert ved reaksjonslikningen:



Selve kloridangrepet skjer etter at  $FeCl$  har blitt dannet. Dette ved hydrolyse (spalting med vann, det vil si at vann tas opp) av den dannede  $FeCl$  (Liven, D.S 2003). Det vil si at  $FeCl_2$  reagerer med vann og danner  $HCl$ :  $FeCl_2 + 2H_2O \rightarrow Fe(OH)_2 + 2HCl$

Opprettholdelse av en pit forekommer som følge av at syre (som  $HCl$ ) blir dannet ved anoden (Liven, D.S 2003).

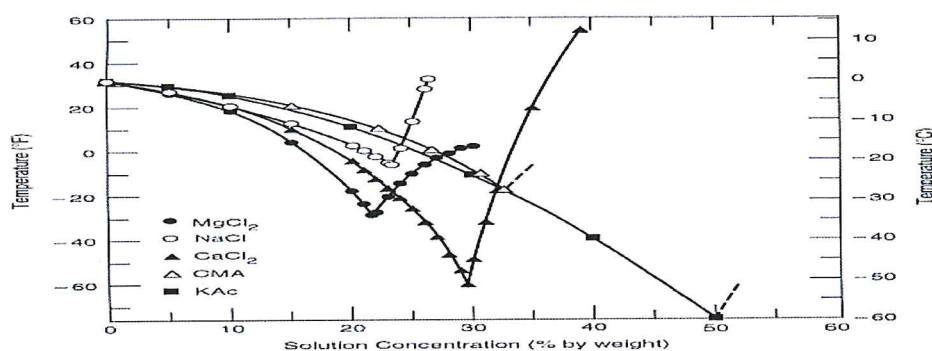
## 8.1.2 Egenskaper til de viktige kjemikaliene

Vi ser at i **Tabell 1** er det satt opp en oversikt over egenskapene til de viktigste kjemikaliene som brukes som is-smeltemiddel (SINTEF Bygg og miljø 2002).

Tabell 1 Egenskaper for ulike salter

Kjemikalium	Teoretisk frysepunkt (eutektisk) °C, tallet i parentes angir vekt% tørrstoff	Effektiv temperatur	Endotermisk/eksotermisk reaksjon	Hygroskopitet
NaCl	-21 (23,3 %)	-8 - -12	Endotermisk	Lav
CaCl <sub>2</sub>	-51,6 (29,8 %)	-15 - -35	Eksotermisk	Høy
MgCl <sub>2</sub>	-33,3 (21,6 %)	-10	Eksotermisk	Høy, og høyere enn for CaCl <sub>2</sub>
CMA	-10 - -28	-10		Høy
Natrium Acetat NaCH <sub>3</sub> COO <sub>2</sub>	ikke funnet	lavere enn for CMA		Høy
Kalsium Acetat CH <sub>3</sub> COOK	-40 (50 %)			Høy
Natrium Formeat NACOOH	-14 (21 %)			
Kalsium Formeat Ca(COOH) <sub>2</sub>	-11 (13 %)	-4,4 - 8,5		
Urea	-11,7 (32,6 %)	-3 - -9		

Ut ifra denne tabellen ser vi at det er store forskjeller mellom de ulike kjemikaliene, spesielt mellom de saltene vi fokuserer på i denne oppgaven.



Figur 3 Fasediagrammer for ulike kjemikalier gjengitt i Tabell 1 for rene stoffer.

Generelt sett avtar frysepunktet for en saltløsning med økende konsentrasjon opp til det eutektiske frysepunktet som oppnås ved en bestemt konsentrasjon, jfr. Tabell 1. Frysepunktet for saltløsning vil deretter stige etter hvert som konsentrasjonen øker ut over det eutektiske punktet. Saltløsninger som har en konsentrasjon som er lavere enn det eutektiske punktet, har



et frysepunkt som er lavere enn smeltepunktet for ren is (0 °C). I praktisk bruk i vinterdriften, særlig ved fjerning av is, er det viktig å operere med saltløsninger som er så nært som mulig, men mindre enn det eutektiske punktet (SINTEF Bygg og miljø 2002).

### 8.1.3 Ulike vegtyper

Håndbok 111 som er standard for drift og vedlikehold gjelder i praksis for alle riksveger og fylkesveger. Alle regioner og distriktskontorer velger standard i forhold til strategi bar veg og strategi vinterveg. Disse strategiene er:

- Strategi vinterveg:  
Det gjelder veger som er akseptabelt med snø – og isdekke hele eller deler av vinteren.
- Strategi bar veg:

Omfatter veger som skal være snø- og isfrie hele vinteren. Denne strategien omfatter omtrent 15% av riksveinettet i Norge. Strøing med salt er det tiltaket som i størst grad skiller strategi bar veg fra strategi vinterveg. Under strategi bar veg er det hovedsakelig salt (NaCl) som benyttes for å bedre friksjonen (Statens Vegvesen 2003:2).

Tabell 2 Tiltak og tiltakstid for veger med forskjellig ÅDT for strategi bar veg

<i>Tiltak</i>	<i>Tiltak og tiltakstid ved forskjellige ÅDT</i>		
	<i>under 3000</i>	<i>3001 - 5000</i>	<i>over 5000</i>
<i>Preventiv salting</i>	<i>Iverksettes hvis det forventes friksjon under 0,4</i>	<i>Iverksettes hvis det forventes friksjon under 0,4</i>	<i>Iverksettes hvis det forventes friksjon under 0,4</i>
<i>Etter snøfall: Bar veg innen</i>	<i>6 timer</i>	<i>4 timer</i>	<i>2 timer</i>

Håndbok 111 opplyser også at når vegen av tekniske grunner ikke kan driftes etter strategi bar veg, kan den i slike perioder driftes etter strategi vinterveg etter høyeste ÅDT-klasse. Hovedmålet er at en saltet veg normalt skal være snø- isfri samt ha gode friksjonsforhold når forholdene ligger til rette for salting. For å oppnå dette må det saltes preventivt (Statens Vegvesen 2003:2).

Broene som vi har tatt boreprøve av er veger som skal være snø- isfrie hele vinteren, det vil si strategi bar veg.

#### 8.1.4 Salting på veger

Vinterdriften består av en rekke arbeidsoppgaver, blant annet salting som iverksettes for å gi tilfredsstillende kjøreforhold og ivareta andre forhold som for eksempel god trafikkikkerhet, sikt, tilgjengelighet, funksjon av drenering (Øystein, L 2011).

Salting av veger i Norge er avhengig av ulike faktorer blant annet; vegtype, temperatur, fartsgrense og ÅDT. Salt skal ikke benyttes under strategi vinterveg, men det er tillatt å bruke salt under denne strategien i overgangsperiodene høst/vinter og vinter/vår. Det brukes kjemiskemetoder for å fjerne snø og is på veger som er definert som strategi bar veg og vinterveger som er definert av Statens Vegvesen. På begge disse strategivegene må vegen brøytes før salting kan utføres (Øystein, L 2011).

##### 8.1.4.1 TT Faktor (Trafikk og Temperatur)

For å oppnå bar veg under vinterforhold brukes kjemiske metoder. En effektiv bruk av salt kan normalt ikke utføres ved dekketemperaturer lavere enn ca.  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  da det kan oppstå fare for gjenfrysing ved uttynning av saltblandingen. Under slike forhold aksepteres drift etter strategi vinterveg. For at salt skal virke effektivt er man avhengig av en vis trafikk for å knuse ned saltkorn og fordele det over vegbanen slik at det blir en saltløsning (Sakshaugen 2007).

Trafikk under salting er viktig for sluttresultatet. Det er viktig å etterstrebe at tiltak utføres før perioder med rushtrafikk. For å få best mulig effekt av saltet bør trafikken ikke være stille, derfor ser vi at salting av veger utføres tidlig på morgnen mens folk drar på jobb eller midt på dagen (Sakshaugen 2007).

Saltene blir mere effektive med økende fart, noe som gir en bedre kvalitet på issmeltingen.

Veger med lavere ÅDT enn 1500 anses derfor ikke som egnet for bruk av salt (larsen 2007).

I vår case har vi to ulike broer med forskjellige ÅDT som indikerer på at saltmengden som ble brukt har vært ulik. Sandvold bru på Jaren har 10000 ÅDT mens Hunnselva bru har 13000-14000 ÅDT.



### 8.1.4.2 Salt mengde

Mengde påført salt har mye å si, underliggende punkter forklarer fordeler ved bruk av mindre salt:

- Mindre vegsalt betyr at vegdekke kan tørke fortere opp. Tørr veg bidrar til mindre sporslitasje og ulemper for trafikantene. Dette vil også føre til mindre tilsmussing av kjøretøy og omgivelser rundt.
- Gir mindre miljøpåkjenninger.
- Mindre saltmengder vil kunne redusere vinterdrifts kostnader.

Tabell 3 Bruksområder og anbefalte mengder ved salting (Statens Vegvesen 2012).

	<b>VEILEDENDE SALTTABELL I GRAM PR. M<sup>2</sup></b>							
	SALTLØSNING		SLURRY		BEFUKTET		TØRT SALT	
	Gram	Gram	Gram		Gram		Gram	Gram
	0 - +5	+5 - +10	TØRT + LØSN.		TØRT + LØSN.		0 - +5	+5 - +10
<b>Tørr veg</b>	10	15	3+2	4+3	4+2	8+3	IKKE AKTUELT	
<b>Fuktig</b>	15	20	4+3	5+3	8+3	9+4	IKKE AKTUELT	
<b>Våt</b>	IKKE AKTUELT		7+4	9+6	14+6	18+4	10	15
<b>Rimfrost</b>	15	20	4+3	6+3	8+3	11+5	IKKE AKTUELT	
<b>Tynn is</b>	30	40	7+4	9+6	14+6	18+8	IKKE AKTUELT	
<b>Tykk is</b>	IKKE AKTUELT		IKKE AKTUELT		18+8	21+9	IKKE AKTUELT	
<b>Før nedbør</b>	IKKE AKTUELT		7+4	9+6	14+6	18+8	IKKE AKTUELT	
<b>Underkjølt regn</b>	IKKE AKTUELT		IKKE AKTUELT		21+9	28+14	IKKE AKTUELT	
<b>Snøvær</b>	IKKE AKTUELT		IKKE AKTUELT		20+0	25+0	20	25

Tabellen er veiledende og angir hvor mye tørrsalt + løsning det skal innstilles på i gram / m<sup>2</sup>  
 Dersom det benyttes vanlig BEFUKTNINGSSPREDER INNSTILLES DENNE PÅ  
 SUMMEN AV ANGITT SALTMENGDE.

## 8.2 Betong

### 8.2.1 Generelt om betong og overdekning

Betong er en av de viktigste byggematerialene og en selvfølgelighet i dagenes arkitektur. Den er fornybar og har høyt fasthet og lang levetid. Betong blir sett som et vedlikeholdsfritt materiale. Støpt betong som er utført riktig vil vare i generasjoner, men uheldigvis så ser virkeligheten annerledes ut (Statens Vegvesen 2003).

Dårlig kvalitet på det utførte arbeidet, overbelastning og setninger er dessverre vanlig. Samt atomsfærestoffene som salting, kulde, fuktighet og liknende vil gjøre at betongen får redusert sin levetid (Statens Vegvesen 2003).

De vanlige skadetyperne på betongbroer er armeringskorrosjon/betingavskaling, frostforvitring, riss og sprekker, støpesår og slitasje. Både Hunnselva II bru og Sandvold bru er betongbroer med asfaltdekke som slitasjelag. De går under strategi bar veg som betyr kraftig salting. Men kantdragene er mest utsatt for saltpåvirkning, ut ifra de nøkkeldataene vi har fått, ser vi at overdekningen er mye mindre enn dagens krav.

Overdekkingen i følge data fra SvV er 50 mm på begge broene (vedlegg 1 og 2) og det er  $C_{nom}$  som ble grunnlaget i forsøket vårt. Overdekkingen er bestemt av NS 3474, i gamledager da broene ble bygd. Mens dagens minimum overdekning er litt strengere, den er på  $75 \pm 15$  mm. Overdekningstykkelsen er avgjørende for kloridinntrengningen i betongen på broene (Standard Norge).

### 8.2.2 Bestandighetsklasser og eksponeringsklasser

For at betongkonstruksjoner skal tåle de miljøpåkjenningene de blir utsatt for, må betongsammensetningen tilfredsstillende krav. Grenseverdier for betongsammensetning styres av bestandighetsklasser. Bestandighetsklassene bestemmes etter NS-EN 206-1 og styres av eksponeringsklasser. Eksponeringsklassen klassifiseres ut fra hvilke miljøpåkjenninger betongen og dens armering blir utsatt for i konstruksjonens levetid (Standard Norge).

Et nasjonalt tillegg i NS-EN 206-1 gir grenseverdier for største masseforhold, minste luftinnhold og minste effektive bindemiddelmengde, samt hvilke sementtyper som kan benyttes avhengig av bestandighetsklasser (Standard Norge). Bestandighet klassene som er benyttet er: SV40 eller M40. Disse betongtypene ble benyttet i betongklossene som ble brukt i lab-forsøket i forbindelse med denne oppgaven (se vedlegg nr.4).

### 8.2.3 Egenskaper som har innvirkning på betongens bestandighet

De egenskapene i betongen som påvirker kloridinntrengningen er blant annet masseforhold (vann/semest – forhold, v/c-tall). En høyere vannmengde (v/c-tall over 0,40) fører til overskuddsvann. Dette overskuddsvannet vil danne **kontinuerlige kapilærporer** (se på figur 5, s 24). i betonglimet. Dette gir en kraftig økning av væske- gasstransporten, og øker dermed nedbrytningsfaren.

Tilslag i betongen har også betydning, dette betyr at tilslaget kan danne skadelige reaksjonsprodukter i alkalirik, fuktig betong. En bestandig betong må ha velgradert tilslag, og hovedgrunnen er for å oppnå lav hullromsprosent. Det kreves da mindre sementlim for å fylle ut og lime sammen de enkelte tilslags kornene. Betongen har reologiske egenskaper som gir mulighet å støype seg (Bygg uten grenser).

Tilsetningsstoffer har også mye å si for egenskapene til betongen. Det brukes for å endre egenskapene til fersk eller herde betong, og de mest vanlige tilsetningsstoffene er P-, SP- og L-stoff. P- og SP- stoffer er tilsetningsstoffer som har plastiserende effekt og gjør betong mer bestandig. De reduserer vannmengden i betongen uten at det reduserer støpeligheten.

Luftinnførende tilsetningsstoffer (L-stoff) forbedrer betongens bestandighet og gjør den frostbestandig (Bygg uten grenser).

Reseptene til prøvestykkene (fra Unicone betongleverandør) viser at det ble brukt Glenium SKY 615 og 601 som luftinnførende tilsetningsstoff (se vedlegg 4).

## 8.2.4 Betongens sugsevne

Kjemiske svinn og selvuttørking gjør betongen sugende, og den vil da kunne suge inn vann fra overflaten. Selvuttørking i sementpastaen er en konsekvens av kjemisk svinn. Porene som dannes på grunn av kjemisk svinn vil delvis tømmes for vann runnet den pågående hydratasjon. Dette fører til at den relative fuktigheten (RF) gradvis senkes i poresystemet. Derfor vil mye kjemiske svinn resultere i stor sugsevne såfremt betongens tetthet ikke stopper vanntransporten. Betongens sugsevne vil kunne ha innvirkning på eksempelvis inntrengningsevnen til klossene (prøvestykkene) av NaCl og MgCl<sub>2</sub> (Opsahl, M 2004).

### 8.2.4.1 Poresystemet

Når sement og vann reagerer kjemisk, blir vannet brukt på to ulike måter:

- En vannmengde tilsvarende et v/c- tall på ca. 0,25 er nødvendig for den kjemiske reaksjonen. Vannet blir kjemisk bundet og inngår i CSH- og CH- fasen.
- En vannmengde tilsvarende et v/c-tall på ca. 0,15 blir fysisk bundet til overflaten av reaksjonsproduktene som gelevann. Gelporene må være fulle for at hydratasjonen skal kunne fortsette.

Det vil si at det trengs et v/c- tall på ca. 0,40 for å oppnå 100% hydratisering av sementen (Opsahl, M 2004). Ved RF lavere enn 65%, vil hydratasjonen stoppe. Det må være fukt tilstede for at det skal være termodynamisk mulig for hydratasjonen å finne sted.

Poresystemet består av tre type porer;

- **Gelporer:** Gelporene er meget små og alltid fylt med vann. Dette vannet fordamper først ved uttørking ved en RF < 40%.
- **Luft/makro porer:** Er store (fra 0,1mm), og kan i stor grad ses med det blotte øye. Disse store porene har ingenting med hydratasjonen å gjøre, men er innblandede luftbobler og/eller små støpesår.



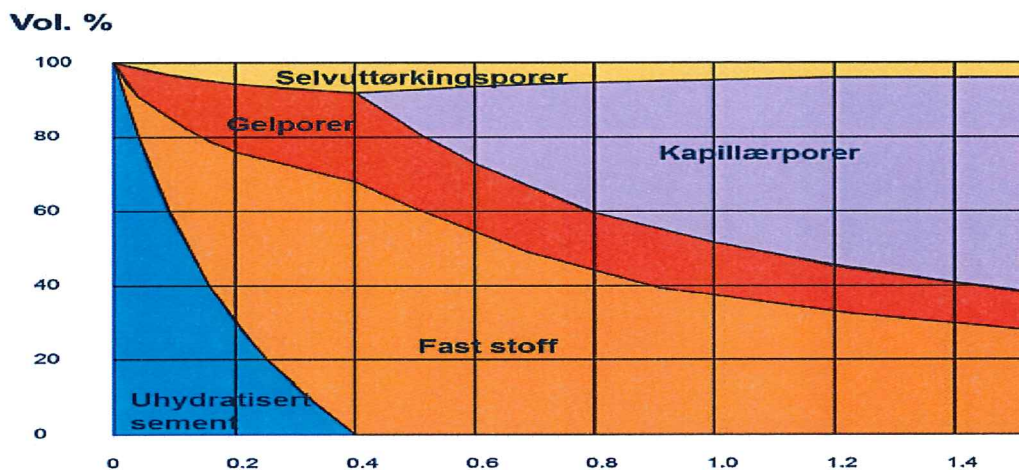
- **Kapillærporer (inkludert kjemisk svinn-porer, også kalt kontraksjonsporer):**

Er 1000 ganger større en gel porene, og dannes når pastaen herder. Kapillærporer dannes ved vannmengder utover hydratiseringsbehovet for sementen ( $v/c=0,40$ ). Når dette overskuddsvannet fordamper, etterlates relativt store kapillærporer.

Økende mengde slike porer gir økende permeabilitet (evnen til å transportere væske). Dette fordi kapillærporer har en forgreining mellom seg, så de er gode væsketransportører (Opsahl, M 2004).

Som nevnt er  $H_p$ -volumet mindre enn  $H_r$ -volumet, og denne reaksjonen tilsvarer et volum på ca. 25% av det vannet som blir kjemisk bundet. Volumreduksjonen foregår hovedsakelig etter at massen har blitt stiv, og det har oppstått kjemisk svinn-porer. Disse er relativt store og er en del av kapillærporesystemet (Norsk betongforening, 200).

Generelt kan man si at poresystemet er sterkt avhengig av  $v/c$  – tallet og hvor mye sement som har reagert (se figur 5).



Figur 4 Betongens poresystem er sterkt avhengig av masseforholdet ( $v/c$ -tallet)

## **8.2.5 Transport av væsker i betong**

### **8.2.5.1 Generelt**

For at kloridene skal kunne transporteres inn i betongen, må overflaten på betongen være i fysisk kontakt med vann som inneholder vannoppløselige klorider. Det vil si at en overflatebehandling som skal hindre kloridinntrengning, må kunne motstå inntrengning av vann. Transport av væsker i betong kan skje på flere ulike måter (Liven, D.S 2003).

### **8.2.5.2 Kapillærsug**

Kapillærsug er transport av flytende væske i porene grunnet undertrykk i betongens poresystem. Fine porer gir størst sugekraft, og dette medfører at en fin pore vil suge vann fra en grov pore. De mest finporøse materialene vil suge til seg vann inntil forskjellene i poretrykket er utjevnet. Kapillærsuget er avhengige av blant annet porens radius, porens fukttilstand og kontinuiteten mellom porene. Vannmettet betong suger ikke vann, dermed kapillærsuget er størst i tørr betong og vil avta etter hvert som vannmetningsgraden øker i betongens poresystem (Liven, D.S 2003).

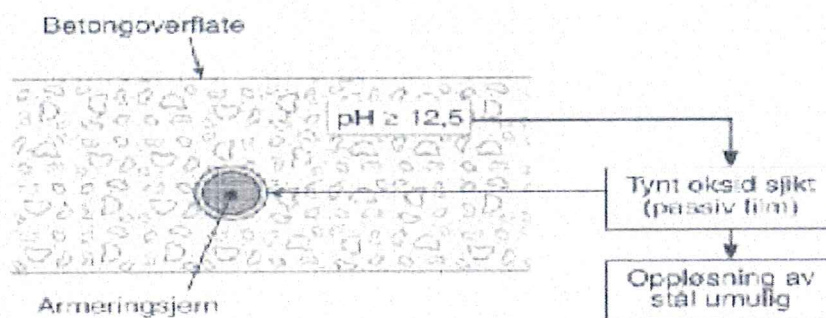
Betongens fuktighetstilstand og sugeevne i tidlig fase er i hovedsak bestemt av mengden kjemisk svinn og tilhørende selvuttørring.



## 8.2.6 Kloridinntrengning på betongen

### 8.2.6.1 Generelt

Karbonisering og kloridinntrengning kan foregå samtidig og hver for seg (Seeto.no 2007).



Figur 5 Passiv lim rundt armeringsjern

Denne oppgaven vil ta sikte på kloridinnhold på betongen som følge av salting, derfor kommer vi å fokusere på kloridinntrengningen og ikke på karboniseringen.

Kloridinntrengning foregår ved at klorid-ioner trenger inn i betongen og nå armeringen.

Kloridene kan komme inn i betongen via tilslag, tilsetningsstoffer, tilsetningsmaterialer eller salting. Veg-saltingen løses opp i vann og danner en saltløsning som trenger inn i betongen og vil med tiden nå armeringen. Fuktighet og vann både utenfor og i betongen spiller stor rolle i transporteringen av kloriden inn i betongen (Seeto.no 2007).

Hastigheten av inntrengningen av skadelige stoffer blant annet kloridinntrengningen styres av:

- Betongsammensetning
  - Masseforhold
  - Bindemiddel
- Eksponeringsbetingelser
  - Kloridkonsentrasjon
  - Temperature
  - Fuktinnhold
- Tid

### 8.2.6.2 Diffusjon

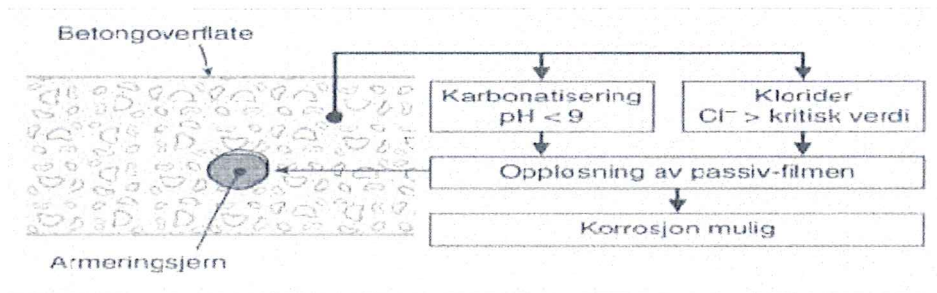
Diffusjon er spredning av stoff fra høy til lav konsentrasjon i væske eller gass. Kjemisk vil dette si at det foregår en likevektsinnstilling av partialtrykk for gasser, og konsentrasjonsgradienter for ion. Den går alltid i retning av lavere trykk og/eller konsentrasjon, og skjer helt eller delvis vannfylte porer (Liven, D.S 2003).

#### Skademekanisme ved kloriddiffusjon

Nesten alle betongkonstruksjoner inneholder stål i form av armering. Som regel benyttes vanlig jern som er nokså korrosjonsømfintlig. Armeringen beskyttes av den høye pH-verdien som er i betongen. Betong er et sterkt alkalisk medium, men pH-verdi i området 12,5-14. Dette skyldes høyt innhold av kalsiumhydroksid og alkalier fritt oppløst i betongens porevann. På grunn av den høye pH-verdien dannes en tett beskyttende oksidfilm (passiverende film) rundt armeringen som forhindrer korrosjon, se figur 6.

Når denne filmen ødelegges ( $\text{pH} < 9$ ) er ikke armeringen lenger korrosjonsbeskyttet, og den vil begynne å korrodere. Høyt innhold av klorider er en av grunnene til at den passiverende filmen ødelegges, se figur 6. Det mest forekommende saltet, koksalt  $\text{NaCl}$ , er en av de største og vanligste kildene til klorider i betong. Koksaltet som blant annet brukes til veisaltning, løses opp i vann og danner en saltløsning ( $\text{Na}^+\text{Cl}^-$ ). Denne saltløsningen vil med tiden trenge inn i betongen og etter hvert nå armeringen (Liven, D.S 2003).

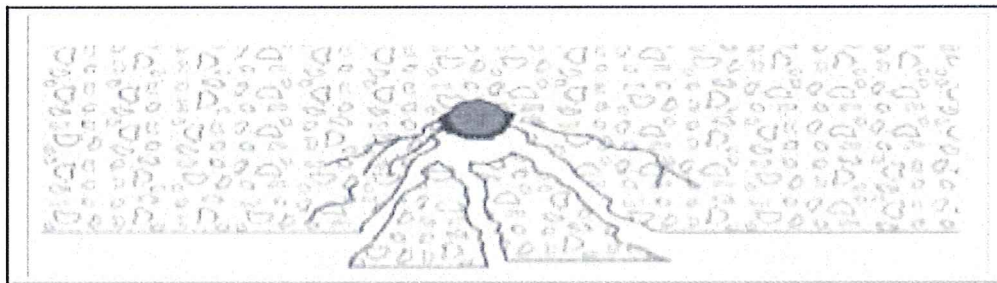
Tiden det tar for kloridene å nå armeringen kaller initieringsperioden. Denne tiden er avhengig av betongens poresystem som igjen er avhengig av betongens tetthet. Tiden etter initieringsperioden kalles korrosjonsperioden. Den passiverende filmen blir ødelagt og det er da "fritt frem" for jernet å korrodere, se figur 7. Det må imidlertid legges til at inntrengingshastigheten vil avhenge av flere faktorer som fuktighetsnivå, oksygentilgang, temperatur og elektrisk ledningsevne (Liven, D.S 2003).



Figur 6 Passiverende film rundt armeringen som forhindrer korrosjon

Det er i korrosjonsperioden at de virkelige skadene vil oppstå. Det største problemet er at korrosjonsproduktet (rust) er mer voluminøst enn jernet selv. Det oppstår en volumøkning på opptil 5-7 ganger når jernet forvandles til rust. Volumøkningen vil føre til sprekning av betong, se figur 7.

Overdekningen vil løsne og armeringen vil være totalt eksponert. Da er skaden svært omfattende, og det tar kort tid før armeringsjernet er totalt gjennomrustet. Dette er det verste tilfellet, da betong uten armering vil miste sin bæreevne og konstruksjonen vil kunne bryte sammen (Liven, D.S 2003).



Figur 7 Volumøkningen vil føre til sprekning av betong

### 8.3 Betongbroer

I Norge er det totalt ca. 16 700 broer på riks- og fylkesveiene og nesten 6000 broer på kommunale veger, det bygges 120-150 nye broer pr. år (Sentralbyrå, S 2004). Det er like viktig å vedlikeholde bruer som å bygge de. Dermed spiller drift og vedlikehold av broer en stor rolle når det gjelder levetiden på broene. Som vi tar utgangspunkt i denne oppgaven, er salting et viktig både for drift og vedlikehold av vegnettet.

I brusammenheng er betong det klart mest dominerende materialet. Det er tre forhold som gjør betongen spesielt anvendelig, betong er relativt bestandig, har stor styrke og er et svært formbart materiale. Med dagens regelverk for nybygging, de europeiske standarder og Statens Vegvesens egne retningslinjer, forventes det at man oppnår en levetid på 100 år for de nyere betongbroene (Opsahl, M 2004).

#### 8.3.1 Hunnselva II bru i Gjøvik



Figur 8 Hunnselva bru (fotograf Sangar Sangasari)

Hunnselva bru er på Rv4 (Gjøvik kommune) i Oppland fylke. Bruen er bygget i betong i 1986 med betongkvalitet C55 som er plasstøpt og C35 som prefabrikerte betongelementer i hovedbjelkene. Bruen benyttes i dag av alle motorkjøretøyer. Bruen har 1 kjørefelt i hver retning og fartsgrense er 50 km/t. I 2013 ble det registrert en gjennomsnittlig års døgntrafikk (ÅDT) 13000-14000. Vedlegg 1 inneholder fullstendig skisse og data om brua.



### 8.3.2 Sandvold bru på Jaren



Figur 9 Sandvold brua (fotograf Sangar Sangasari)

Sandvold bru er på Rv4 (Gran kommune) i Oppland fylke. Bruen er bygget i betong i 1988 med betongkvalitet C55 som er plasstøpt og C35 som prefabrikerte betongelementer i hovedbjelkene. Bruen benyttes i dag av alle motorkjøretøyer. Bruen har 1 kjørefelt i hver retning og fartsgrense er 80 km/t. I 2009 ble det registrert en gjennomsnittlig års døgntrafikk (ÅDT) 10000. Om lag hvert tiende kjøretøy er en buss eller lastebil. Dette tilsier at vi hadde en meget overbelastet vei allerede da (Vedlegg 2) inneholder fullstendig skisse og data om brua.

### 8.3.3 Klossene

I forbindelse med lab-forsøkene har vi støpt 6 stk. betong klosser med betong fra Unicon, betongkvaliteten av klossene er tilnærmet samme betongkvalitet av de 2 broene som vi har tatt boreprøver av.

Betongbroene ble lagd av betongkvalitet C35 og C55, de kvalitetskodene er ikke tilgjengelige i dag men de tilsvarer B30 og B45. I tillegg har vi brukt Statens Vegvesen kode Sv40 som er spesielt betongbestandighetsklasse for brukonstruksjoner, derfor mener vi at det kan regnes som samme betongkvalitet som er brukt i bruene. Vedlegg nr.4 viser fullstendig data og resept for klossene.

Klossene ble utstøpt i henhold til de samme betongkvalitetene som ble brukt i 1986 og 1988 på de to betongbroene. For hver av betongkvalitetene støpt det ut tre kvadratiske terninger 100mm x 100mm i samarbeid med Unicon (betong produsenten i Raufoss).

## 9 Gjennomføring av lab-testing

### 9.1 Gjennomføring

Gjennomføringen av lab-testene er i samarbeid med Svv Region Øst, avd. Gjøvik. Lab-testene gjennomføres på Sentrallaboratoriet i Oslo, som er hovedbetonglaboratorium i landet. Der Statens Vegvesen utfører de ulike kvalitetskontrollene på materialstyrken både lokalt, regionalt og nasjonalt.

Vi fikk kontinuerlig veiledning fra lab ansvarlig Knut Kjul og hans kolleger for å gjennomføre analyseringen av testen både for klossene og feltprøvene. Feltoppdraget handlet om boreprøver på de to broene som er nevnt overfor.

Lab-forsøket omfatter analysering av kloridinntrengning i betongen.

### 9.2 Konsekvenser av metodevalg

Valget av metode for testingen er meget ressurskrevende, både materialer og gjennomføringsprosessen på laboratorium. Et annet sentralt punkt er at vi etter lab-forsøket er gjennomført ikke vil være i stand til å påvirke eller rette opp feil eller mangler som blir avdekket underveis.

Lab-forsøket gir oss konkrete data i form av tall og diagrammer som skal tolkes ved hjelp av kjemikalietabeller om tillat grensetilstand for kloridinnhold i betongen før den danner korrosjon. For å kunne utføre disse lab-forsøkene var det nødvendig å lære seg denne kunnskapen om instrumentene/maskinene som ble brukt på laben. Det var også nødvendig å kunne forstå kjemiske begreper som står i metodene.

Vi hadde 6 klosser som prøvestykker, mens metoden anbefaler minst 12 prøvestykker. Etter anbefaling fra lab-ansvarlig fikk vi forenklet metode (hb.14643) som gir samme resultat med litt mindre disimaltall, og ikke hindrer formålet med forsøket.



### 9.3 Boreprøver av broene

I samarbeid med sentrallaboratorium-Oslo via Region Øst Svv avd. Gjøvik, ble det tatt 2 boreprøver på broene Hunnselva II bru i Gjøvik og Sandvold bru på Jaren.

Boreprøvene ble gjennomført på ulike datoer med samme fremgangsmåte og samme team. Vi bestemte å ta boreprøven i tre ulike dybder, 0-15 mm, 15-30 mm og 30-45 mm.

#### **GJENNOMFØRING AV BOREPRØVENE PÅ BROENE:**

Gjennomføring av boreprøvene i Hunnselva II bru ble gjort Mandag den 17.02.2014.

Temperaturen var cirka 0-1 °C. Etter en befaring og grundig vurdering valgte vi å ta boreprøve av den enden der det var synlig skade, se figur 10.



Figur 10 Hunnselva II bru (fotograf Sangar Sangasari)

Vi begynte med å skrape/fjerne is og salt som hadde samlet seg på overflaten av det stedet prøven ble tatt. Først begynte vi med å bore fra 0-15mm og samlet all støvet ned i en liten pose og merket posen med navn på bru og dybde. Vi behandlet dybdene 15-30mm og 30-45mm på samme måte, se figur 11.



Figur 11 Gjennomføringen på boreprøver av Hunnselva II bru (fotograf Sangar Sangasari)

Gjennomføring av boreprøven i Sandvold brua ble gjort Onsdag den 26.02.2014. Temperaturen var cirka 0-1 °C. Gjennomføringen av boreprøvene ble gjort på samme måte som ved Hunnselva II bru, se figur 12.



Figur 12 Gjennomføringen på boreprøver av Sandvold bru (fotograf Sangar Sangasari)

### **Fremgangsmåte filtrering:**

Fremgangsmåten for filtrering gjelder for både betongstøvet og støvet fra fresing av klossene (boreprøvene av broene og fresing av klossene). Det blir samme fremgangsmåte.

Tørk prøver i varmeskap v/110 °C i en time. Etter tørking plasseres de i en eksikator i minimum 30 minutter, se figur 13.



Figur 13 Varmeskap og eksikator (fotograf Himdad Junas Qader)

Tilsett 10ml 10% destillert vann, og la det koke opp på en kokeplate. La det koke i 1-2 minutter, ved cirka 175-200 °C. Rør godt i blandingen, se figur 14.



Figur 14 Kokeplate (fotograf Himdad Junas Qader)

Prøvene filtreres over i 200ml eller 250ml målekolbe. I dette tilfellet ble det brukt en kolbe på 250ml. Her er det viktig å merke kolbene nøyaktig, slik at prøvene ikke blir blandet. Målekolben blir satt inn på en stativ med tilhørende trakt, se figur 15.



Figur 15 Utstyr til bruk ved filtrering, Stativ med markerte kolber og trakter. (fotograf Himdad Junas Qader)



Etterskyll med destillert vann i begerglass og filtertrakt. Det etterskylles helt til en ikke kan påvise noen klorider på vannet, se figur 16 og 17.



Figur 16 Etter skylling med destillert vann både av begerglasset og filtrert (fotograf Himdad Junas Qader)



Figur 17 Titreringsmaskin (fotograf Himdad Junas Qader)

### 9.3.1 Kloridinntrengning analyse

Håndbok 14.643 beskriver prosedyren for fremgangsmåten for bestemmelse av kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering. Vedlegg nr. 6 viser fullstendig oversikt på overnevnte metode.

#### **Utregning av totalt inntrengt mengde klorider av betongbroene:**

Basert på målt kloridinnhold (klorid i % av betongvekten, se vedlegg nr. 3) i de ulike dybdene av betongbroene (fra 0-15mm, 15-30mm, 30-45mm) fra titreringen, ble det beregnet en verdi på totalt inntrengt mengde klorider i hvert dybde.

Til denne beregningen ble tørrdensiteten anslått til 220 kg/m<sup>3</sup>, etter anbefaling fra veileder. Ble 0-nivå av klorider i betongen 0,02 %. (0-verdi – antatt kloridinnhold i betongen før saltpåkjønning. Disse kloridene kan komme fra blandevannet, eller fra andre forurensende bestanddeler i betongen)

### 9.3.2 Prøver av klossene

Utstøping av klossene ble det gjort hos Unicon og gjennomføring av forsøk ved Sentrallaboratoriet, Statens Vegvesen. Vi har fått et oppdragsnummer: 6140003 ved gjennomføring av forsøket. Fremgangsmåten ble gjort i henhold til hb. 14. Klossene ble kappet i forskjellige deler i følge metoden( hb.14.651)

#### Gjennomføring av prøver:

#### Dag 1 kapping av klossene:

Vi grupperte klossene i to hoved grupper: Gruppe 1 med betongkvalitet B45 og Gruppe 2 med betongkvalitet B30 (Se figur 18 og 19).



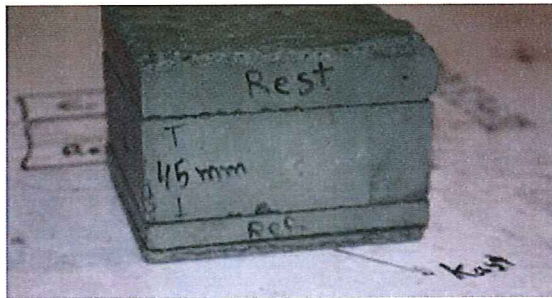
Figur 18 Gruppe 1: 1A, 1B, 1C-B30 (fotograf Himdad Junas Qader)



Figur 19 Gruppe 2: 2A, 2B, 2C -B45 (fotograf Himdad Junas Qader)

### Gruppe 1: 1A, 1B, 1C B30

Vi begynte med å kappe klossene en etter en. Hver terning ble kappet i fire deler. Fremgangsmåten er det samme på begge gruppene (Se figur 20).



Figur 20 kloss i fire deler (fotograf Himdad Junas Qader)

Første 10mm som skal kastes (Se figur 21).



Figur 21 Kapping 10mm (Rest) (fotograf Himdad Junas Qader)

Andre del på 12-13mm skal knuses og blir referanse til sin egen klosse. Denne delen skal ikke tilsettes saltløsning.

Tredje delen/ midtdelen 45mm (prøvestykke). Vi merket eksponeringsflaten på oversiden, mens de andre delene skal smøres med to lag med epoksy og skal settes i saltløsningen i cirka 35-40 dager slik som er beskrevet i metoden hb.14.651.

Fjerde delen er på cirka 32 mm og ble kalt rest delen, skal oppbevares som reserve. Vi lot klossene tørke slik at vi kunne merke/skrive på. Etter at vi hadde merket alle klossene så måtte vi fylle ut noen skjemaer. Vi måtte ha 6 skjemaer for alle seks klossene som ble nummerert, i tillegg skal vi ha et skjema for fremdriftsplanen for videre arbeid i lab-



prosessen. Skjema 1 for 1A, skjema 2 for 1B, skjema 3 for 1C, skjema 4 for 2A, skjema 5 for 2B og skjema 6 for 2C. (Se vedlegg 7).

I følge metoden hb-14 må alle prøvestykkene (45 mm) måles/veies og kontrolleres hver 24 time. Etter at vi har målt/veid alle prøvestykkene må vi legge de tilbake i (kalsiumhydroksid)  $\text{Ca}(\text{OH}_2)$ -løsningen og skal fortsette med veiing hver 24 time inntil vekten ( $m_{sd}$ ) ikke endrer seg mer enn 0,1 vektprosent pr. døgn, og føres på skjema, Se figur 22.

### Gruppe 2: 2A, 2B, 2C B45

Dette ble gjort på samme fremgangsmåte som gruppe 1.



Figur 22 veiing av prøvestykkene og i  $\text{Ca}(\text{OH}_2)$ -løsningen (kalsiumhydroksid) (fotograf Sangar Sangasari)

## Dag 2: Epoksy

Etter stikkprøvene ble målt/veid og stabilisert påførte vi Epoksy på alle sidene av klossen, bortsett fra eksponeringsflaten som senere skal freses.

Epoksy er en herdeplast og begrepet er en fellesbetegnelse for en stor gruppe stoffer med ulike egenskaper. Felles for dem alle er at de reagerer ved tilsetning av herder, og danner et uopløselig, meget sterkt produkt som er motstandsdyktig mot kjemikalier. Det fester seg i tillegg godt til de fleste stoffer. Epoksy har god alkalibestandighet, høy fasthet, god tetthet mot skadelige gasser, samt stor kjemisk bestandighet og god aldringsbestandighet.

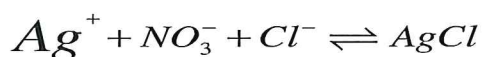
I dette tilfellet ble epoksy brukt for å hindre at fukt og klorider kunne trenge inn i betongen andre steder bortsett fra eksponeringsflaten. Ved bruk av epoksy er det viktig med verneutstyr (hansker og avtrekk), da det kan gi allergiske reaksjoner ved kontakt med hud og ved innånding, se figur 23, som viser korrekt påføring av epoksy.



Figur 23 påføring av epoksy (fotograf Sangar Sangasari)

### Saltløsninger av NaCl og MgCl<sub>2</sub> :

Vi har laget to saltløsninger av både NaCl og MgCl<sub>2</sub>. Temperatur ble jevnlig avlest/målt av saltløsningene og ble notert på et skjema, se vedlegg 7.



$$n_{Ag} = n_{AgCl}$$

### Beregning av NaCl-konsentrasjon:

$$\begin{aligned} \%NaCl &= \frac{EPI[AgNO_3] \cdot F_V[NaCl] \cdot 0,1}{Sample.size.i.g} \\ &= \frac{3.110 \cdot [0,102] \cdot [58,44] \cdot 0,1}{0,112} = 16.55\% \end{aligned}$$

Molar av NaCl = 35.45 + 22.99 = 58,44 (Periode system)

Sample size i gram. Er satt til 0,112 og EPI=3.110, vedlegg 13 Lab-rapport s.4

### Beregningen av MgCl<sub>2</sub>-Løsningen:

$$\begin{aligned} \%MgCl_2 &= \frac{EPI[AgNO_3] \cdot F_V[MgCl] \cdot 0,1}{Sample.size.i.g} \\ &= \frac{3.107 \cdot [0,102] \cdot [95,211] \cdot 0,1}{0,109} = 27.68\% \end{aligned}$$

Verdien av Sample size i gram er satt til 0.109, og EPI= 3.107, vedlegg 13 Lab-rapport s.5

Molar av MgCl<sub>2</sub> = 35.45 × 2 + 24.30 = 95.211 (Periode system)

NB: i lab-rapporten står ikke MgCl<sub>2</sub> konsentrasjonen i %, instrumentet er basert på NaCl molar derfor må vi regne om konsentrasjonen til MgCl<sub>2</sub>.

### 9.3.2.1 Diffusjon test hb.14.651

Kloridinntrengning, neddykket diffusjon test. Denne metoden beskriver en måte å bestemme parametere man benytter for å anslå motstand i herdet betong mot kloridinntrengning. Betongprøven kan være utstøpte sylindre/klosser eller borkjerner. Kloridekspionert betong skal ikke brukes.

### 9.3.2.2 Hb 14.673, fresing av betongprøver til støv i mm-sjikt

Metoden omfatter en enkel fremgangsmåte for fresing av betong i mm-sjikt til støv for kloridanalysering i profiler. Betongen som freses kan være for eksempel uthugde prøver eller borkjerner fra konstruksjonen som skal undersøkes.

Kloridinnholdet i betongstøvet kan analyseres ved forskjellige metoder, jf. 14.641, 14642 og 14.643, vedlegg nr. 6 viser fullstendig oversikt på overnevnte metoden.

### Dag 3 Fresing av klossene:

Metoder for fresing er etter hb 014, gjeldende prosess er 14673. Vi har 6 prøvestykker med to forskjellige betongkvaliteter som vi har delt i to hovedgrupper. Denne gangen måtte også dele det i to hovedgrupper til de to forskjellige saltløsninger.

Gruppe 1: (1A, 1B) med B30 og (2A) med B45 som var i NaCl-løsningen.

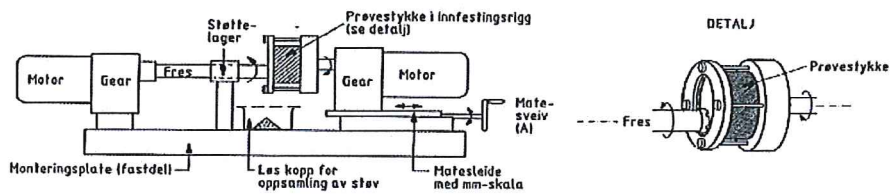
Gruppe 2 : (1C) med B30 og (2B, 2C) med B45 som var i MgCl<sub>2</sub>-løsningen.



Tabell 4 Grupper med ulike betongkvaliteter i forskjellige saltløsninger

Gruppe 1 i NaCl-løsningen	Med Betongkvalitet	Gruppe 2 i MgCl <sub>2</sub> -løsningen	Med Betongkvalitet
1A	B30	1C	B30
1B	B30	2B	B45
2A	B45	2C	B45

Fresing av prøvene ble gjort umiddelbart etter at prøvestykkene ble tatt ut av saltløsningene. Ved å frese samler en opp betongstøv, som senere blir analysert. Dette gjøres for å finne ut hvor langt kloridene har trengt inn, se figur 24 og 25.



Figur 24 Illustrasjon av fresemaskin (Statens Vegvesen HB 014)



Figur 25 Fresing av 3 prøvestykker i 8 sjikt (fotograf Sangar Sangasari)



I alt ble det frest 3 prøvestykker fra hver gruppe fra NaCl-løsningen, og MgCl<sub>2</sub>-løsningen. Det ble tatt prøve i minst 8 sjikt av hvert prøvestykke. 1A, 1B, 2A var i NaCl-løsningen, mens 1C, 2B og 2C var i MgCl<sub>2</sub>-løsningen. Se tabell 4.

Tabell 5 Fullstendig oversikt over de sjiktene av 3 prøvestykker i NaCl-løsningen

Gruppe 1: 3 prøvestykker: 1A, 1B, 2A	Sjikt av hver prøvestykke
1. sjikt	0 – 3 mm
2. sjikt	3 – 5 mm
3. sjikt	5 – 7 mm
4. sjikt	7 – 9 mm
5. sjikt	9 – 12 mm
6. sjikt	12 – 16 mm
7. sjikt	16 – 20 mm
8. sjikt	20 – 25 mm

**Tabell 6 Fullstendig oversikt på de sjiktene av 3 prøvestykker i MgCl<sub>2</sub>-løsningen**

Gruppe 2: 3 prøvestykker: 1C, 2B, 2C	Sjikt av hver prøvestykke
1. sjikt	0 – 3 mm
2. sjikt	3 – 5 mm
3. sjikt	5 – 7 mm
4. sjikt	7 – 9 mm
5. sjikt	9 – 12 mm
6. sjikt	12 – 16 mm
7. sjikt	16 – 20 mm
8. sjikt	20 – 25 mm

**Utrekning av totalt inntrengt mengde klorider i klossene:**

Basert på målt kloridinnhold (klorid i % av betongvekten) i de ulike sjiktene fra titreringen, ble det beregnet en verdi på totalt inntrengt mengde klorider i hvert av prøvestykkene. Maks klorid innhold er mellom 0,02-0,05 % i vårt tilfelle er det 0,01-0,02 %, resept fra Unicon vedlegg 4, beregnet ut ifra sement typen som brukt på betongen i klossene.

## 10 Analyse av resultater

### 10.1 Kloridanalysering for Hunnselva II bru

Resultatet fra kloridinntrengningen vises i tabell 7 nedenfor. Vi ser at i øverste dybden (0-15mm) er kloridverdien 0,16 % av betongvekten. I det neste sjiktet (15-30 mm) er kloridinnholdet 0,15 %. Mens i det dypeste sjiktet som er rett over armeringen er kloridinnholdet på 0,10%. Her ser vi at kloridinnholdet er passert den kritiske kloridverdien (0,07%), som er nok for å danne korrosjon i armeringen. Fullstendig oversikt vises i vedlegg 3.

Tabell 7 Kloridinntrengning på Hunnselva II bru

Kloridtesting, Bachopp. HIG / Hunnselva bru på Gjøvik			Prøve/Resept:	Hunnselva bru	
Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader
	x	y			
3-1	0	15	7,5	0,16	KRITISKE KLORID ER PÅ
3-2	15	30	22,5	0,15	0,07
3-3	30	50	40,0	0,10	
			0,0		
			0,0		
			0,0		
			0,0		
			0,0		

MERKNADER: KRITISKE KLORID INNHOLD FØR KORROSJON ER 0.07

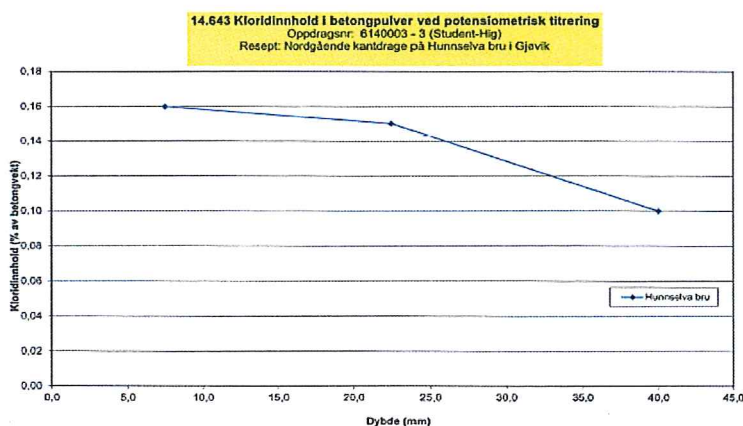


DIAGRAM 1: Viser kloridinntrengning på Hunnselva bru

## 10.2 Kloridanalysering for Sandvold brua

Resultatet fra kloridinntrengningen vises i tabell 8 nedenfor. Ut i fra kloridanalyseringen ser vi at kloridinnholdet i det øverste sjiktet (0-15 mm) er 0,33 % av betongvekten, og i det andre sjiktet (15-30 mm) 0,25 %. Mens i dybde (30-50 mm) som er over armeringen er kloridinnholdet på 0,11 % . Igjen ser vi at 0,11% er passert det kritiske kloridnivået. Fullstendig oversikt vises i vedlegg 3.

Tabell 8 Kloridinntrengning på Sandvold bru

Kloridtesting, Sandvoll bru på Jaren			Prøve:	Sandvoll bru	
Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader
	x	y			
4-1	0	15	7,5	0,33	
4-2	15	30	22,5	0,25	
4-3	30	50	40,0	0,11	
			0,0		
			0,0		
			0,0		
			0,0		
			0,0		

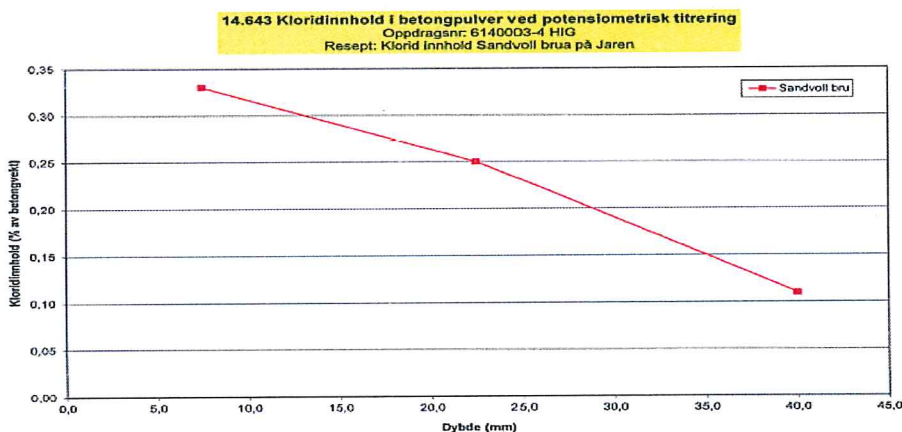


DIAGRAM 2: Viser kloridinntrengning på Sandvold brua

### 10.3 Sammenligning av kloridinntrengningene på broene

Resultatene fra kloridinntrengningen viser at vi har stor forskjell fra de ulike broene både på øverste (0-15mm) og midterste sjiktet (15-30mm). Mens tredje (dypeste sjiktet 30-50 mm) har nesten samme kloridverdi (0,11 og 0,10%).

Vi måtte undersøke og analysere noen faktorer som kan være årsaker til de ulike resultatene for øverste og midterste sjiktet i hver bru. Fra diagram 3 ser man at det er mer klorid på Sandvold enn på Hunnselva II.

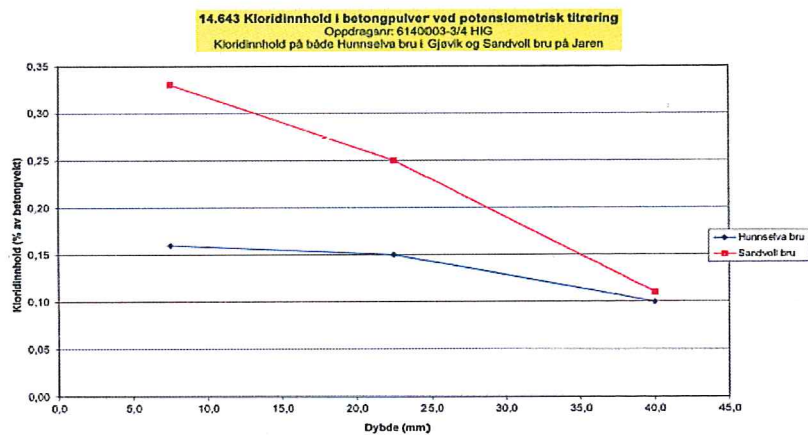


DIAGRAM 3: Viser ulike kloridinnhold på brune

#### Felles faktorer for broene:

Faktorene som er felles for de to undersøkte broer er betongkvalitet (C55=B45), overdekning og byggeår, vedlegg 1, 2.



### **Ulike faktorer for broene:**

En av de viktigste faktorer som avgjør bruken av salt på vegene er ÅDT, og årsaken til det kan være proporsjonaliteten mellom effekten av saltet og antall kjøretøy, dette kommer av økt vibrasjon av saltkornene i vegbanen. Det vil si jo mer trafikk desto mer effektivt blir saltet som smelter isen.

ÅDT er 13000-14000 på Hunnselva II bru, mens Sandvold har ÅDT på 4000-10000. Dessuten har vi to ulike fartsgrense på broene, 80 km/t på Sandvold og 50 km/t på Hunnselva II, noe som er nevnt i teorikapitlet 7.3.1 og 7.3.2. Høy hastighet fører til mer saltsprut på sidekantene og dermed forårsaker mer kloridinntrengning i overflaten. Åsaken til den økte kloridinntrengningen er at betongen blir eksponert for et fuktig miljø med vannopløselige klorider over en lengre periode. Denne eksponeringen fører igjen til at kapilærsuget i betongen trekker kloridene lenger inn i betongen. Dermed øker faren for at armeringen utsettes for kloridpåvirkning, som resulterer i pittingkorrosjon (lokal korrosjon) og kan utvikle seg til avskalling og oppsprekking.

Tabell 9 viser at mengde forbrukt  $MgCl_2$  er ubetydlig i hele tidsperioden vi har sett på. Det forbrukte  $MgCl_2$  er brukt som befuktningssalt og ikke som rent salt. Slik vi ser det har  $MgCl_2$  ingen reel påvirkning på kloridinntrengningen i våre analyser.

Tabellen er en oppsummering av mange ulike tabeller, som vist i vedlegg 14.

Tabell 9 Totalt saltbruk i sesongene 2003-2011 på strekningene broene ligger

Sesong	Bru – navn	MgCl <sub>2</sub> - mengde i tonn	NaCl- mengde i tonn	Saltbruk tonn/km	Totalt saltbruk i tonn
03 / 04	Hunnselva	0	1995	27,3	1995
	Sandvold	0	746	10,3	746
04 / 05	Hunnselva	120	1696	15,7	1816
	Sandvold	0	798	11,0	798
05 / 06	Hunnselva	48	1966	18,4	1814
	Sandvold	0	997	13,8	997
06 / 07	Hunnselva	0	1945	17,5	1945
	Sandvold	0	874	12,1	874
07 / 08	Hunnselva	0	2495	23,5	2495
	Sandvold	0	929	12,8	929
08 / 09	Hunnselva	0	2057	18,4	2057
	Sandvold	0	758	10,5	758
09 / 10	Hunnselva	0	2216	19,8	2216
	Sandvold	0	773	10,7	773
10 / 11	Hunnselva	0	1402	18,2	1402
	Sandvold	0	694	8,7	694

Vi måtte bearbeide på dataene fra Statens Vegvesen og har utregnet et gjennomsnitt av saltbruk på broene. 19,85 (totalt saltbruk i tonn) på Hunnselva II bru og 11,24 (totalt saltbruk i tonn) på Sandvold bru. Hensikten med tabellen er å vise en fullstendig oversikt på de ulike parametrene broene har, samt kloridinntrengningene. Vi ser at broene har ulik ÅDT, hastighet og gjennomsnittlig forbrukt salt, mens de har samme betong kvalitet.

Tabell 10 Oversikt på parametrene og kloridinntrengningene broene har

Broene	ÅDT	Hastighet	Gj.Saltbruk 03-11 pr. km	Klorid-inntrengning 0-15 mm	Klorid-inntrengning 15-30 mm	Klorid-inntrengning 30-50 mm	B-kvalitet
H	13 / 14000	50km/t	19,85	0,16	0,15	0,10	C55/B45
S	10000	80km/t	11,24	0,33	0,25	0,11	C55/B45

## 10.4 Kloridanalyse for klossene

Etter at prøvestykkene ble tatt ut fra saltløsningene (NaCl, MgCl<sub>2</sub>), ble de umiddelbart frest og kloridinnhold ble analysert. Gjennomføringen foregikk greit og uten noe komplikasjoner. Resultatene var stor sett som forventet i forhold til tidligere lab-rapporter (Statens vegvesen, 2005).

I en av de klossene oppdaget vi at kloridinntrengningen var for høy, mer detaljer kommer under kapittel 9.4.2.

### 10.4.1 Sammenligning av kloridinntrengning på (B30, B45) i NaCl – løsningen

Det er relativt stor forskjell på kloridinntrengningen mellom de to betongkvalitetene. Kloridinntrengningen i de ulike sjiktene i forhold til betongkvalitet er vist i vedlegg 9.

Tabell 11 gir et eksempel på de ulike verdier på kloridinnholdet i klossene med ulik betongkvalitet.

Tabell 11 Viser Kloridinnhold i B30 og B45

Kloridtesting, studentoppgave HIG					Prøve/Resept:	Pr. 1A(B45) i NaCl
Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader	
	x	y				
1A-1	0	3	1,5	0,88	1A= B30	
1A-2	3	5	4,0	0,60		
1A-3	5	7	6,0	0,38		
1A-4	7	9	8,0	0,24		
1A-5	9	12	10,5	0,11		
1A-6	12	16	14,0	0,03		
1A-7	16	20	18,0	0,02		
1A-8	20	25	22,5	IKKE PÅVIST	< 0,02 %	

Kloridtesting, studentoppgave HIG					Prøve: B30	Pr. 2A (B45) i NaCl
Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader	
	x	y				
2A-1	0	3	1,5	0,81	2A= B30	
2A-2	3	5	4,0	0,30		
2A-3	5	7	6,0	0,12		
2A-4	7	9	8,0	0,05		
2A-5	9	12	10,5	0,03		
2A-6	12	16	14,0	IKKE PÅVIST	< 0,02	
2A-7	16	20	18,0	IKKE PÅVIST	< 0,02	
2A-8	20	25	22,5	IKKE PÅVIST	< 0,02	

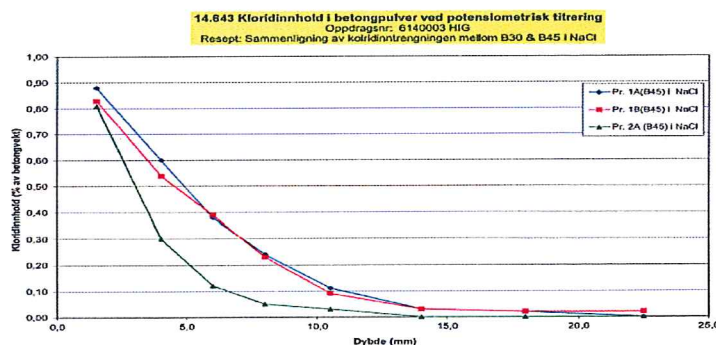


DIAGRAM 4: Viser kloridinnhold i ulike betongkvaliteter (B30, B45) i NaCl- løsning

Kloridinntrengningen i de ulike sjiktene i B30 høyere enn i B45. Årsaken til dette kan være oppbygningen av betongtypene, samt v/c forholdet i hver av betongkvalitetene, som er forklart i kapittel 7.2.3.

Som det vises i reseptene til B30, B45 i vedlegg 4, v/c forholdet til B45 er ca. 0,40 mens B30 har ca. 0,57. Overskuddsvannet i B30 vil danne kontinuerlige kapillærporer i betonglimet. Dette gir dessuten høyere væsketransportevne til B30 enn i B45, og det samsvarer med teorien.



## 10.4.2 Sammenligning av kloridinntrengningen på (B30, B45) i MgCl<sub>2</sub>-Løsningen

Det er relativt stor forskjell på kloridinntrengningen mellom de to betongkvalitetene. Kloridinntrengningen av MgCl<sub>2</sub>- løsningen i de ulike sjiktene i forhold til betongkvalitet er vist i vedlegg 10.

Tabell 12 gir et eksempel på de ulike verdier på kloridinnholdet i klossene med ulik betongkvalitet.

Tabell 12 Viser Kloridinnhold i B30 og B45

Kloridtesting, studentoppgave HIG					Prøve/Resept:	Pr. 1C(B30) i MgCl <sub>2</sub>
Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader	
	x	y				
1C-1	0	3	1,5	0,91	1C= B30	
1C-2	3	5	4,0	0,44		
1C-3	5	7	6,0	0,26		
1C-4	7	9	8,0	0,15		
1C-5	9	12	10,5	0,07		
1C-6	12	16	14,0	0,02		
1C-7	16	20	18,0	0,02		
1C-8	20	25	22,5	0,02		

Kloridtesting, studentoppgave HIG					Prøve:	Pr. 2B(B45) i MgCl <sub>2</sub>
Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader	
	x	y				
2B-1	0	3	1,5	1,12	2B= B45	
2B-2	3	5	4,0	0,54		
2B-3	5	7	6,0	0,21		
2B-4	7	9	8,0	0,07		
2B-5	9	12	10,5	0,02		
2B-6	12	16	14,0	0,02		
2B-7	16	20	18,0	IKKE PÅVIST	< 0,02 %	
2B-8	20	25	22,5	IKKE PÅVIST	< 0,02 %	

14,643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titering  
Oppdragsnr: 6140003 - 1C, 2B, 2C  
Resept:

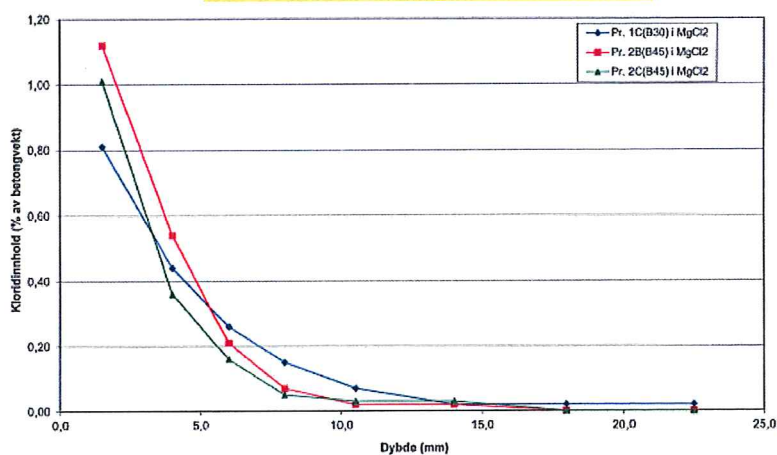


DIAGRAM 5: Viser kloridinnhold i ulike betongkvaliteter (B30, B45) i MgCl<sub>2</sub>-løsning

Vi ser at det er samme forskjell i kloridinntrengningen mellom B30 og B45 i begge saltløsningene, fordi det er samme faktorer som spiller inn i forhold til kloridinntrengningen som nevnt i slutten av kapittel 9.4.1, det vil si samme påvirkninger fra de ulike saltene på B30 og B45.



### 10.4.3 Sammenligningen av kloridinntrengningen på B30 i begge saltløsningene (NaCl, MgCl<sub>2</sub>)

Vi ser at påvirkningen av de to salttypene på B30 er nesten samme fra sjikt nr. 3 og nedover, mens på de to øverste sjiktene er det små forskjeller som vises i tabell 13. Grunnen til dette kan være ulikheter ved utførelse av utstøpingen (luftporeforskjeller), og kanskje neglisjeres dette. Fullstendig oversikt vises i vedlegg 11.

Tabell 13 Viser Kloridinnhold i B30 i begge saltløsningene (NaCl, MgCl<sub>2</sub>)

Kloridtesting, studentoppgave HIG				Preve/Resept:		Pr. 1A (B30) i NaCl	
Prevenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader		
	x	y					
1A-1	0	3	1,5	0,69	1A-B30		
1A-2	3	5	4,0	0,60			
1A-3	5	7	6,0	0,38			
1A-4	7	9	8,0	0,24			
1A-5	9	12	10,5	0,11			
1A-6	12	16	14,0	0,03			
1A-7	16	20	18,0	0,02			
1A-8	20	25	22,5	IKKE PÅVIST	< 0,02 %		

Kloridtesting, studentoppgave HIG				Preve:		Pr. 1B (B30) i NaCl	
Prevenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader		
	x	y					
1B-1	0	3	1,5	0,83	1B=B30		
1B-2	3	5	4,0	0,54			
1B-3	5	7	6,0	0,39			
1B-4	7	9	6,0	0,23			
1B-5	9	12	10,5	0,03			
1B-6	12	16	14,0	0,03			
1B-7	16	20	18,0	0,02			
1B-8	20	25	22,5	0,02			

14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering  
Oppdragsnr: 6140003 - (1A, 1B), 1C  
Resept: B30 i (NaCl) & MgCl<sub>2</sub>

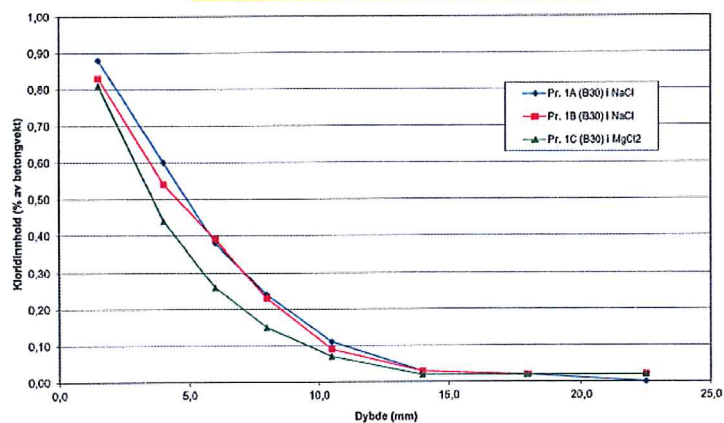


DIAGRAM 6: Viser kloridinnhold i B30 i begge saltløsningene (NaCl, MgCl<sub>2</sub>)

### 10.4.4 Sammenligningen av kloridinntrengningen på B45 i begge saltløsningene (NaCl, MgCl<sub>2</sub>)

I forhold til B30 har B45 en høyere betongkvalitet som har bedre bestandighet, mindre v/c forhold og væsketransportevne. Dette fører til at kloridinntrengningen blir lavere enn i B30.

Vi ser at kloridverdiene i de øverste sjiktene av MgCl<sub>2</sub>-løsningen er høye; grunnen til dette er observasjon av hull som var på eksponeringsflaten til prøvestykkene b og c (Tabell 14a, b, c). Disse hullene er trolig luftporer på overflaten som følge av feilstøping, dette bemerket vi da prøvestykkene ble tatt ut fra MgCl<sub>2</sub>-løsningen rett før fresing.

Tabell 14 a,b, c Viser Kloridinnhold i B45 i begge saltløsningene (NaCl, MgCl<sub>2</sub>)

Kloridtesting, studentoppgave HIG					Prøve/Resept:	Pr. 2A (B45) i NaCl	Kloridtesting, studentoppgave HIG					Prøve:	Pr. 2B (B45) i MgCl <sub>2</sub>				
Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader	Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader	Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader
	x	y					x	y					x	y			
20-1	0	3	1,5	0,61	20> B45	20-1	0	3	1,5	1,12	20> B45	20-1	0	3	1,5	1,01	20> B45
20-2	3	5	4,0	0,32		20-2	3	5	4,0	0,54		20-2	3	5	4,0	0,36	
20-3	5	7	6,0	0,12		20-3	5	7	6,0	0,21		20-3	5	7	6,0	0,16	
20-4	7	9	8,0	0,05		20-4	7	9	8,0	0,07		20-4	7	9	8,0	0,05	
20-5	9	12	10,5	0,03		20-5	9	12	10,5	0,02		20-5	9	12	10,5	0,03	
20-6	12	16	14,0	IKKE PÅVIST	< 0,02 %	20-6	12	16	14,0	0,02		20-6	12	16	14,0	0,03	
20-7	16	20	18,0	IKKE PÅVIST	< 0,02 %	20-7	16	20	18,0	IKKE PÅVIST	< 0,02 %	20-7	16	20	18,0	IKKE PÅVIST	< 0,02 %
20-8	20	25	22,5	IKKE PÅVIST	< 0,02 %	20-8	20	25	22,5	IKKE PÅVIST	< 0,02 %	20-8	20	25	22,5	IKKE PÅVIST	< 0,02 %

a

b

Kloridtesting, studentoppgave HIG					Prøve:	Pr. 2C (B45) i MgCl <sub>2</sub>					
Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader	Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader
	x	y					x	y			
20-1	0	3	1,5	1,01	20> B45	20-1	0	3	1,5	1,01	20> B45
20-2	3	5	4,0	0,36		20-2	3	5	4,0	0,36	
20-3	5	7	6,0	0,16		20-3	5	7	6,0	0,16	
20-4	7	9	8,0	0,05		20-4	7	9	8,0	0,05	
20-5	9	12	10,5	0,03		20-5	9	12	10,5	0,03	
20-6	12	16	14,0	0,03		20-6	12	16	14,0	0,03	
20-7	16	20	18,0	IKKE PÅVIST	< 0,02 %	20-7	16	20	18,0	IKKE PÅVIST	< 0,02 %
20-8	20	25	22,5	IKKE PÅVIST	< 0,02 %	20-8	20	25	22,5	IKKE PÅVIST	< 0,02 %

c

14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering  
Oppdragsnr: 6140003 - 2A, 2B, 2C(B45)  
Resept: Sammenfjøning på B45 i NaCl og MgCl<sub>2</sub>

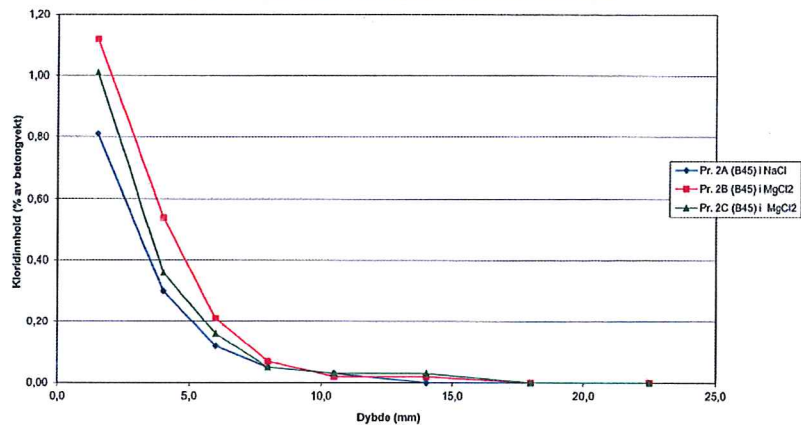


DIAGRAM 7: Viser kloridinnhold i B45 i begge saltløsningene (NaCl, MgCl<sub>2</sub>)

Videre ser vi at fra sjikt nr.4-8 på alle 3 prøvestykkene er kloridinnholdet i begge salttypene nesten er den samme. Det er noe som samsvarer med teorien, siden bestandighetsklassen er den sammen vil forskjellen være liten.

## 11 Konklusjon

Faktoren som i stor grad påvirker kloridinntrengningen er overdekningen. Desto lenger armeringsjernet er fra betongens overflate, desto lenger tid tar det for kloridene å trenge inn.

Ut i fra resultatene kom vi frem til at saltene (NaCl, MgCl<sub>2</sub>) har nesten samme påvirkning på betongen. Vi kom også frem til at påvirkningen av saltypene er forskjellige på ulike betongkvaliteter, det vil si at betongkvaliteter spiller en stor rolle i kloridinntrengning.

Bruk av MgCl<sub>2</sub> på Gjøvik som befuktningssalting hadde effekt på redusering av saltforbruket, men skademessig hadde MgCl<sub>2</sub> litt effekt for mere inntrengning i betongen. Vi konkluderer med å støtte resultatet fra rapport 2415 (Statens vegvesen, des, 2005). Det ble opplyst i henviste rapport at det totale saltforbruket over hele sesongen var 2,50 kg/m<sup>2</sup> med MgCl<sub>2</sub> befuktning og 2,68 kg/m<sup>2</sup> uten MgCl<sub>2</sub> befuktning, saltforbruket var 7 % lavere.

Rapporten anbefaler labforsøk for å finne effekter av salttyper på betongen som videre arbeide. Vårt forsøk konkluderte med at effekten av de ulike saltene er ubetydelig. Ut i fra saltforbruksrapporter ser vi at saltforbruket er mindre i de årene som MgCl<sub>2</sub> er brukt som befuktning. Vi anbefaler dermed bruk av MgCl<sub>2</sub> som befuktning.

Resultatene vi fikk fra lab-forsøket tyder på at kloridene har trengt inn til armeringsstålet og armeringen har begynt å korrodere, det vil kunne ta opptil 3-5 år før skadene er synlige og dermed fører til at lastekapasiteten til konstruksjonen svekkes. Korrosjon som skyldes klorider skjer svært raskt og lokalt (pitting).

I dataene som vi fikk fra Statens Vegvesen viser at det er mangelfull betongoverdekning i forhold til dagens standard som er nevnt i resultatkapitalet. Riss eller sprekker i betongen kan resultere i lokale angrep. Kloridene vil da lett kunne trenge inn i sprekke og angripe.

Det er observert noe skader på asfalten over hovedbjelken til Hunnselva II bru (hovedbjelken er lagd av prefabrikatelementer med betongkvalitet B30), se vedlegg 15. Det er knyttet usikkerhet til hvilken negativ effekt riss har på korrosjon av armering, og dermed i hvilken grad riss bidrar til redusert levetid på betongen. Men som vi så på forsøk med klossene der disse hadde luftporer i overflaten, så vi en høyere kloridinntrengning enn på de flatene uten



luftporer. Ut i fra dette perspektivet kan man si at kloridinntrengningen vil være større på de områder med sprekker på asfalten. Vi har analysert i resultatkapitlet at saltpåvirkningen er større på B30 enn den er på B45.

Å ikke oppdage skadene i tidlig fase vil medføre et større skadeomfang. Det er derfor vi mener at det må settes inn forebyggende tiltak for å hindre skadeforløpet.

Det viser med bakgrunn i resultatene at korrosjon er i gang på begge broene og er i tidlig fase som kan utvikles til oppsprekking og avskaling over tid.

Resultatene fra lab-forsøket som omhandler prøvestykkene av klossene i  $MgCl_2$  og  $NaCl$  er ikke direkte sammenlignbare med boreprøvene som ble tatt i broene på grunn av ulike saltkonsentrasjoner.

Forbruket av  $MgCl_2$  på Hunnselva II bru var for ubetydelig i både mengde og tid til å gi forskjell i kloridinntrengningen.  $MgCl_2$  ble brukt bare 2 år og da kun som befuknings salt.

Ved et likt forbruk av de ulike saltene under samme tidsintervall vil man kunne observere forskjeller på kloridinntrengningen.

Tabell 9 viser at mengde forbrukt  $MgCl_2$  er ubetydelig i hele tidsperioden vi har sett på. Det forbrukte  $MgCl_2$  er brukt som befukningssalt og ikke som rent salt. Slik vi ser det har  $MgCl_2$  ingen reel påvirkning på kloridinntrengningen i våre analyser.



## ***11.1 Videre arbeid og alternative metoder***

### **11.1.1 Gjentakelse av lab-forsøket**

Vi hadde 6 klosser som prøvestykker, mens metoden anbefaler minst 12 prøvestykker. Etter anbefaling fra lab-ansvarlig fikk vi forenklet metode som gir samme resultat med litt mindre desimaltall og ikke hindrer formålet med forsøket.

En av anbefalingene vi foreslår til videre arbeid: Gjenta samme prøvemethode med flere prøvestykker altså minst 12 klosser, og ha flere sjikt til fresing i hver klosse med pålitelig utstøping på laben etter metodene, dette for å unngå luftporer på eksponeringsflaten.

En annen anbefaling for videre arbeide er: Å bore flere punkter på konstruksjonen under feltarbeidet, dette for å oppnå grundigere resultater.

### **11.1.2 Andre metoder som anbefales**

Det finnes flere metoder for å analysere innholdet av klorid i betongen. En metode som kalles Quantab går ut på at en pulverprøve av materialet først oppløses i saltpetersyre. Ved hjelp av en fargeskala kan man lese av kloridinnholdet. Denne metoden er svært enkel og pålitelig, og den er utviklet for feltmålinger. En annen metode som kalles RCT (Rapid Chlorid Testing) er også utviklet for feltmålinger. Denne metoden fungerer på den måten at det vil danne seg et potensiale mellom en referanseelektrode og en kloridelektrode. Dette potensialet vil da forandre seg med kloridinnholdet.

## 12 Kilder

Bygg Uten Grenser, "Bestandighet", u.å (online): URL:

<http://www.byggutengrenser.no/fordeler/armeringskorrosjon>

Lese dato: 31.03.2014

Engen (2007), Trainee Mesta AS. Personlig kommunikasjon i løpet av våren 2007.

Fejzic, D., "kloridinntrengning", Høgskolen i Østfold, 2006, (online): URL :

<http://prosjektexpo.hiof.no/expo06/h06b04/prosjektdirektiv.html> Lese dato: 22.03.2014

Leksikon, S. N. 2005-2007. Relabilitet.

Leksikon, S. N. 2005-2007. Validitet.

Liven, D.S., "Overflatebehandling av betong med vannavvisende materialer", Hovedoppgave, NTNU, 2003.

McGonnell, B, "klorider", u.å

Norsk Betonforening, "praktisk betongteknologi for produksjons- og kontrollleder, formann/bas (UI) – Del 1", 2005.

Norut, "Images", u.å (online): URL:

<http://norut.no/en/news/doctoral-degrees-concrete-scientists>

Lese dato: 03.04.2014

Opsahl, M, Gjerp, P. og Smepllass, S. "Grunnleggende betongteknologi", 2utg., BA-forlaget, 2004, ISBN 82-8021-035-0

Primax byggeteknikk, "nedbrytningsmekanismer", u.å. (online): URL:

<http://www.primax.no/Tilstand.html>

Lese dato: 31.03.2014

Sakshaug, T. V. O. K.(2007).”salting av veger, Et kunnskap oversikt” (SINTEF) (online):

Statens Vegvesen.URL: [http://www.vegvesen.no/\\_attachment/69720/binary/34090](http://www.vegvesen.no/_attachment/69720/binary/34090)

Lese dato: 23.03.2014

Sentralbyrå, S. (2004). “Samfunnspeilet.” (online):URL:

<http://www.ssb.no/ssp/utg/200401/200402/> (lese dato:02.03.14)

Seto.no,”Btong, kap 1 og 2”, 2007(online): URL:

<http://www.seeto.no/gem/servlet/getGemObject?id=8960>

Lese dato:11.04.14

SINTEF Bygg og miljø (2002), Vinterfrikasjonsprosjektet – forsøk med befruktning medmagnesiumkloridløsning i Oslo sesongen 2001 / 2002

Standard Norge, NS-EN 206-1, “Betong – Del 1: Spesifikasjon, egenskaper, fremstilling og samsvar”2000.

Statens Vegvesen, “Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser”, 1997, ISBN 82-7207-451-6

Statens Vegvesen (2004), Kurs i vinterdrift 23. – 27. august 2004, Perm utgitt i forbindelse med kurset, ukjent(e) forfattere, 2004.

Statens Vegvesen (des 2005), Teknologirapport nr 2415. (online):URL:

[http://www.vegvesen.no/\\_attachment/69711/binary/34081](http://www.vegvesen.no/_attachment/69711/binary/34081) Lese dato: 15.03.14

Statens Vegvesen (2003:2), Temahefte til Håndbok 111 – Standard for drift og vedlikehold, Vegdirektoratet, november 2003.

Øystein, Larsen, A. G. S., Bård Nonstad og kai Rune Lysbakken (2011). ”Vinterdrift.”

(online), URL: [http://www.vegvesen.no/\\_attachment/290264/binary/512534](http://www.vegvesen.no/_attachment/290264/binary/512534).

Lese dato: 04.03.14

## 13 Vedlegg

- Vedlegg 1:** Nøkkeldata for Sandvold bru
- Vedlegg 2:** Nøkkeldata for Hunnselva bru
- Vedlegg 3:** Kloridinntrengning- Sandvold og Hunnselva
- Vedlegg 4:** Informasjon fra leverandør (Resept)
- Vedlegg 5:** Prosedyrer for Sentrallaboratoriet, Statens Vegvesen
- Vedlegg 6:** Prøvemethoder fra Håndbok 014, Laboratorieundersøkelse
- Vedlegg 7:** Kontrolltabeller for veiing, Epoksy, Saltkonsentrasjoner og fresing
- Vedlegg 8:** Kontroll av Temperatur og RF
- Vedlegg 9:** B30 og B45 i NaCl med diagram
- Vedlegg 10:** B30 og B45 i MgCl<sub>2</sub> med diagram
- Vedlegg 11:** B30 i NaCl og MgCl<sub>2</sub> med diagram
- Vedlegg 12:** B45 i NaCl og MgCl<sub>2</sub> med diagram
- Vedlegg 13:** Eksemplar Lab-rapporter
- Vedlegg 14:** Driftsstatistikken fra entreprenøren, kontrakten  
på saltbruket Gøvik/Hadeland
- Vedlegg 15:** Inspeksjonsrapporter for broene Sandvol og Hunnselva II

**Vedlegg 1:** Nøkkeldata for Sandvoll bru





# 05-1564 - Sandvold

Statens vegvesen

Anders Brenne (ANDBRE)

19.02.2014

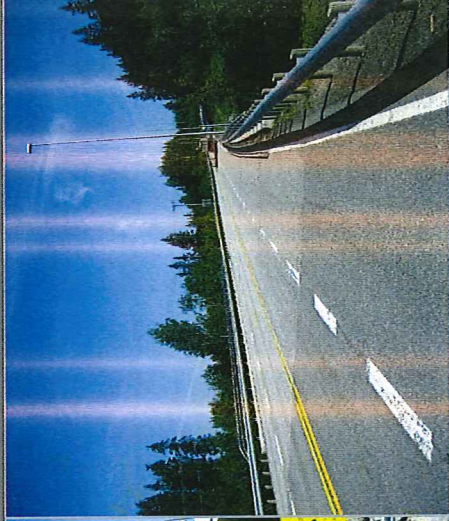
## Nøkkeldata

Fylke	Oppland
Kommune	Gran
Driftskontraktområde	
Hovedvegreferanse	P/RV 4 4 0
Byggeår	1988
Restlevetid	74 år
Status/-år	Trafikkert / 1989
Vedlikeholdsansvar	Vegvesenet/Staten
Forsterkning/ombygging	
Byggverkskategori	Vegbru
Hovedbyggverkstype	Platebru, massiv, m/overliggende
Materiale	Betong
Lengde	37.2 m.
Spenn antall/største	3 / 15.7 m.
Verste skade	

## Lastdata

Brukslast/Forskriftslast	Bk 10/50 / SVV 1986
Veggruppe	A
Klassifiseringsår	1989

## Brubilder





Min side

Byggverk

Tiltak/Inspeksjon

Hjelp

## 05-1564 Sandvold

Oversikt

Generelt

Beskrivelser

Vegreferanser

Bæreevne

Inspeksjon

Tiltak

Sikkerhetsstyring

Arkiv

## Byggverkskategori / type

Kategori : 1 - Vegbru

ID	Type	Beskrivelse	Materiale	Statisk system	Fra	Til
214		Platebru, massiv, m/overliggende kantforsterkning	Betong	Kontinuerlig	1	4

## Størrelser

Lengde	Bredde	Skjevhet start	Skjevhet slutt	Areal	KB areal	G/S areal
37,20 m	15,40 m	17,78 °	17,78 °	572,88 m <sup>2</sup>	539,40 m <sup>2</sup>	

## Elementer

Filtrer: 

Element	Merknad	Fra	Til
E3 - Kantdrager			
B4 - Fylling			
C1 - Landkar		1	1
H11 - Lager m/lageravsats		1	1
H13 - Fuge/fugekonstruksjon		1	1
D1 - Plate (hovedbæresystem)		1	4
E2 - Slitelag/fuktisolasjon		1	4
H15 - Rekkverk		1	4
H16 - Vannavløp/drenssystem		1	4
C2 - Pilar		2	2

## Elementdetaljer

Materiale

Kvalitet

Overflatebehandling

Kantdragertype

Areal

Plassering

## ▼ Akser





Statens Vegvesen

# Brutus

v. 4.0.3.20

Anders Brenne |

Min side

Byggverk

Tiltak/Inspeksjon

Hjelp

## 05-1564 Sandvold

Oversikt

Generelt

Beskrivelser

Vegreferanser

Bæreevne

Inspeksjon

Tiltak

Sikkerhetsstyring

Arkiv

### Vegreferanser



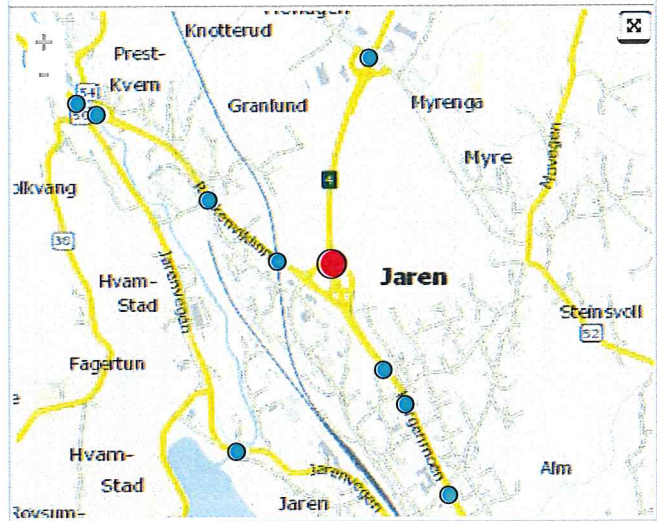
ID	Fylke	Bel.	Bru over	Kat.	Status	Vegnr.	Fra HP	Fra meter	Til HP	Til meter	Navn	Merknad	Valg
	Oppland	På		Riksveg	Eksist...	4	4	0	4	37			
	Oppland	Over	Bilveg	Riksveg	Eksist...	4	80	12 321	80	12 336			

### Vegreferansedetaljer



Føringsbredder vegbane		Føringsbredder G/S-bane	
Antall kjørefelt	1	Plassering	Ingen
Bredde venstre	14,5m		
Bredde høyre			
Bredde o/ føring	14,7m		

### Oversiktskart - Viser 11 av 11





Statens Vegvesen

# Brutus

v. 4.0.3.20

Anders Brenne |

Min side

Byggverk

Tiltak/Inspeksjon

Hjelp

## 05-1564 Sandvold

Oversikt

Generelt

Beskrivelser

Vegreferanser

Bæreevne

Inspeksjon

Tiltak

Sikkerhetsstyring

Arkiv

Hovedinspeksjon

Enkel inspeksjon

2013  
2000

2014  
2010

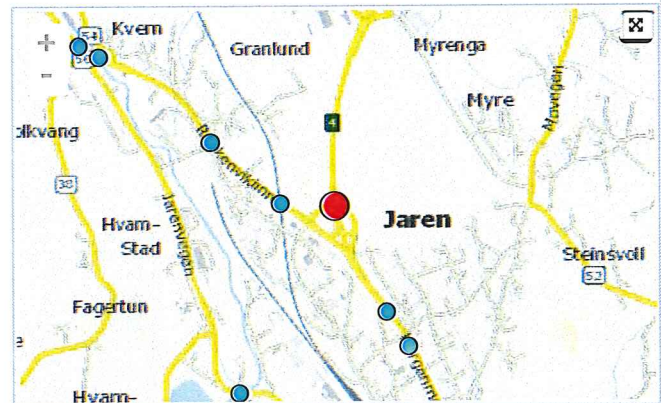
2015  
2020

2030

### Nøkkeldata

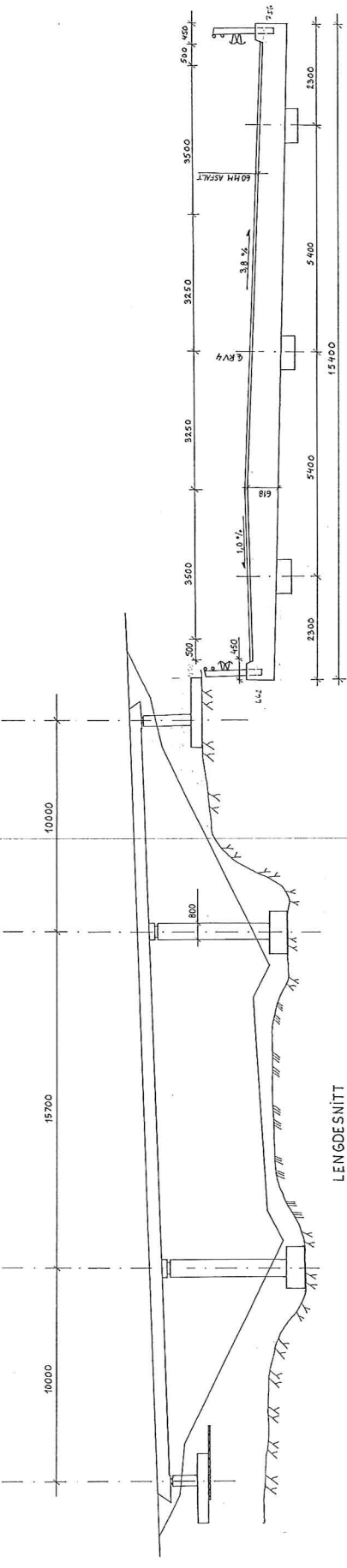


Fylke	Oppland
Kommune	Gran
Driftskontrakt	
Hovedvegident	P/RV 4 4 0
Byggeår	1988
Restlevetid	74 år
Status / -år	Trafikkert / 1989
Vedlikeholdsansvar	Vegvesenet/Staten
Forsterkning/ombygging /	
Byggverkskategori	Vegbru
Hovedbyggverkstype	Platebru, massiv, m/overliggende kantforsterkning
Materiale	Betong
Lengde	37,20 m
Spenn antall/største	3 / 15,70 m
Verste skade	
Lastdata	
Brukslast/Forskriftslast	Bk 10/50 / SVV 1986
Veggruppe	A
Klassifiseringsår	1989



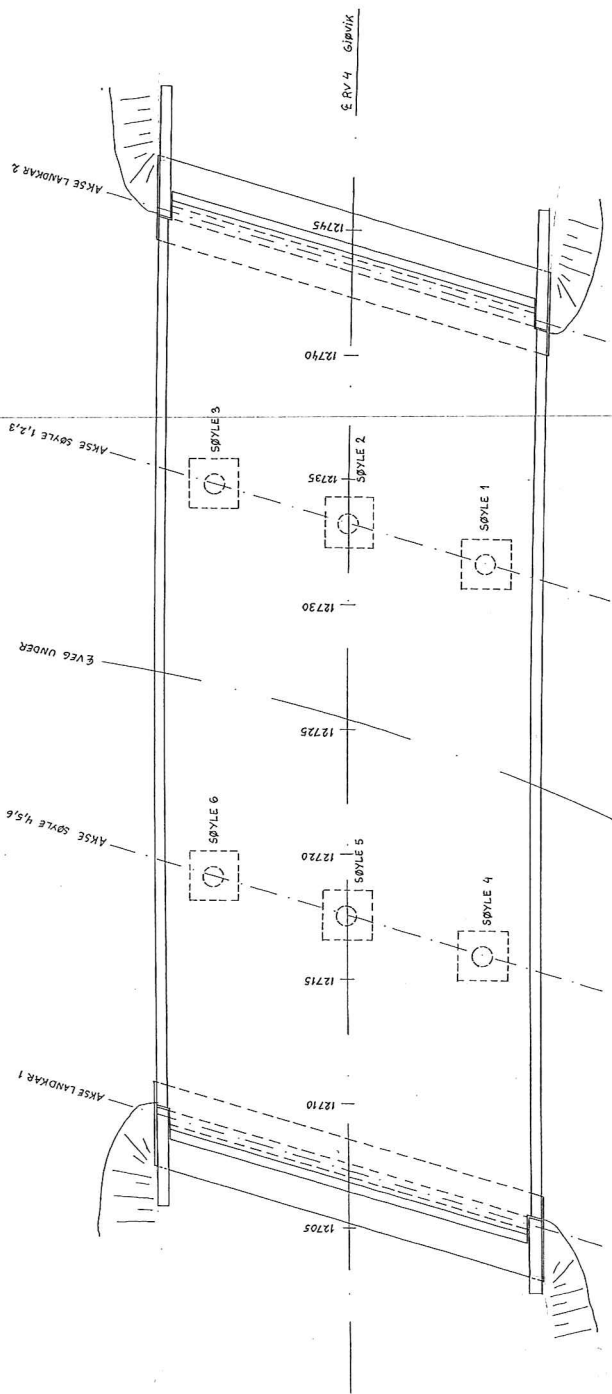
PROFILNR.  
 PROFILHØYDE  
 VERTIKAL KURVATUR  
 HORIZONTALKURVATUR

12705	12710	12715	12720	12725	12730	12735	12740	12745
1057,56*	1057,56*	1057,56*	1057,56*	1057,56*	1057,56*	1057,56*	1057,56*	1057,56*
23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93	23,93
A = 300		R <sub>1</sub> = 5000		R = 1100				
10000		15700		10000				



LENDESNITT  
 M = 1:100

TVERRSNITT  
 M = 1:50



GRUNNRIS  
 M = 1:100

**ANMERKNINGER**

- LASTFORSKRIFTER FOR BRUER OG FERJER KJØRER I DET OPPELVEDE VEGBRETT (1986).
- NORMAL KONTROLL NS 3174
- BETONG: C35
- ARMERING: K 400 TS
- OVERDERNING: D.K. RUNDENHETER 50 MM FORPANS 35 MM
- ALLE SYN-LIGE HJØRNER OG KANTER AVRÅSES MED TREKANTLISTER
- REKVERK: HÅNDBOK 100 PAR. 142.1

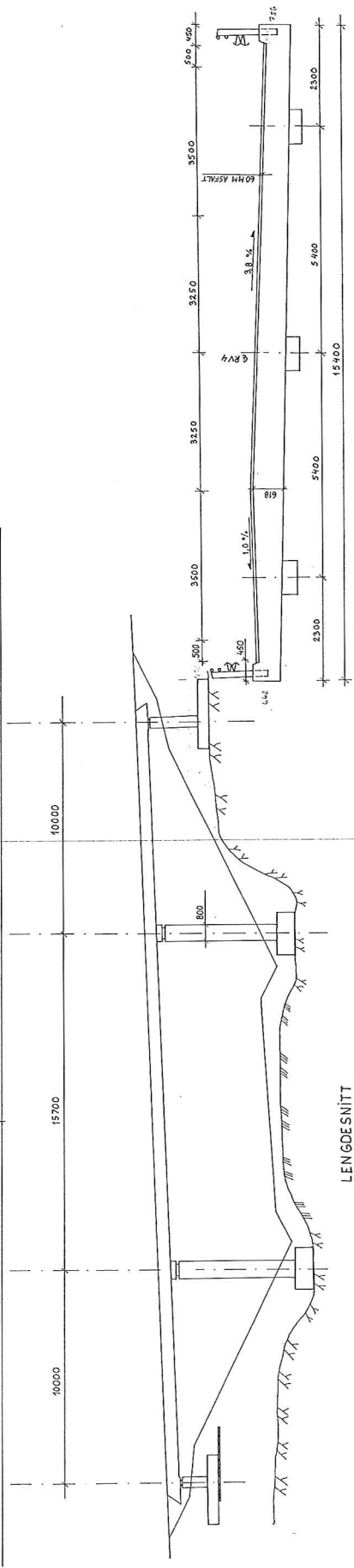
1569

Utvalgt Avsnitt	Revisjonsnummer	Dato
Opplynd Vegkontor, Lillehammer	1569	15.04.17
Planavdelingen	ML	15.04.17
RV 4	HF: 05	Minibok
ParSELL: JAREN - AMUND RUD	1:100, 1:50	1:100, 1:50
SANDVOLD BRU		
DYPERIKSTEGNING		
Figur nr.	K 31	
Blad nr.	111 A. 35	



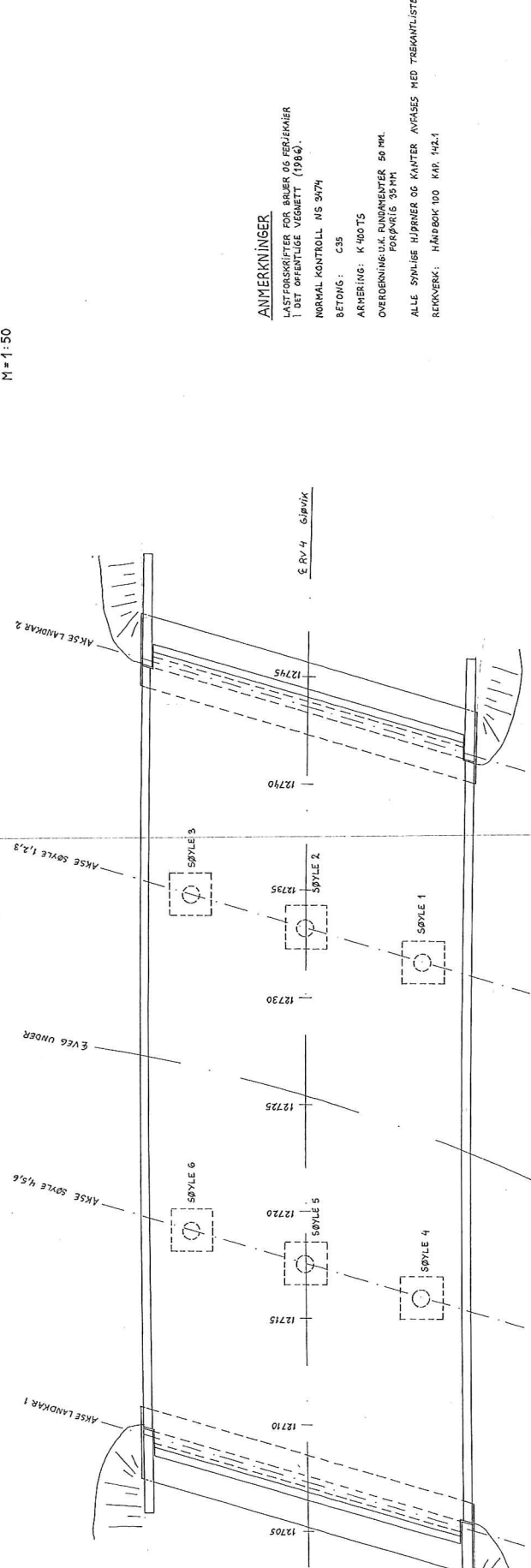
PROFILNR.  
 PROFILNØYDE  
 VERTIKALKURVATUR  
 HORIZONTALKURVATUR

12705	12710	12715	12720	12725	12730	12735	12740	12745
1020,58	1270,58	1270,58	1270,58	1270,58	1270,58	1270,58	1270,58	1270,58
23,28	23,28	23,28	23,28	23,28	23,28	23,28	23,28	23,28
A = 300		R = 5000		R = 1100				



LENDESNITT  
 M = 1:100

TVERRSNITT  
 M = 1:50



GRUNNRIS  
 M = 1:100

**ANMERKNINGER**  
 LASTFORSLÆT FOR BÅRE OG FERJELIKER  
 I DET OPPENLIGGE VEGNETT (1984).  
 NORMAL KONTROLL NS 3174  
 BETONG: C35  
 ARMERING: K 400 T5  
 OVERDEKNING/LIK. BUNDMENETER 50 MM.  
 FORPÅRIS 35 MM.  
 ALLE SPYLIBE HJØRNER OG KANTER AVFÆSES MED TREKANTLISTER  
 REKKEVEK: HÅNDEK 100 KR. 142.1

15264

Prosjekt	Arbeidsnummer	Dato
OPPLAND VEGKONTOR, LILLEHAMMER		
PROJEKT	15264	
AVHANDLINGEN		
AV: 05		
PÅSLE: JAKEN - AHUJØRUD		
SANDVOLD BRU		
OVERSIKTSTEGNING		
Tegnede	K 31	
Arbeidet	T. A. 35	

**Vedlegg 2:**

Nøkkeldata for Hunnselva bru

## 05-1516 Hunnselva II

## Nøkkeldata

Fylke	Oppland
Kommune	Gjøvik
Driftskontrakt	
Hovedvegident	P/RV 4 8 3662
Byggeår	1986
Restlevetid	73 år
Status / -år	Trafikkert / 1986
Vedlikeholdsansvar	Vegvesenet/Staten
Forsterkning/ombygging	/
Byggverkskategori	Vegbru
Hovedbyggverkstype	Bjelkebru, NIB, forspente m/samvirke
Materiale	Spennbetong
Lengde	38,40 m
Spenn antall/største	2 / 29,23 m
Verste skade	

## Lastdata

Brukslast/Forskriftslast	Bk 10/50 / SVV 1986
Veggruppe	A
Klassifiseringsår	1986

SNITT C-C

1-20

MERKNADER:

TRAFIKKLASTER: PRELIMINÆRE NORDISKE  
LASTFORSKRIFTER AV 9DES. 1971

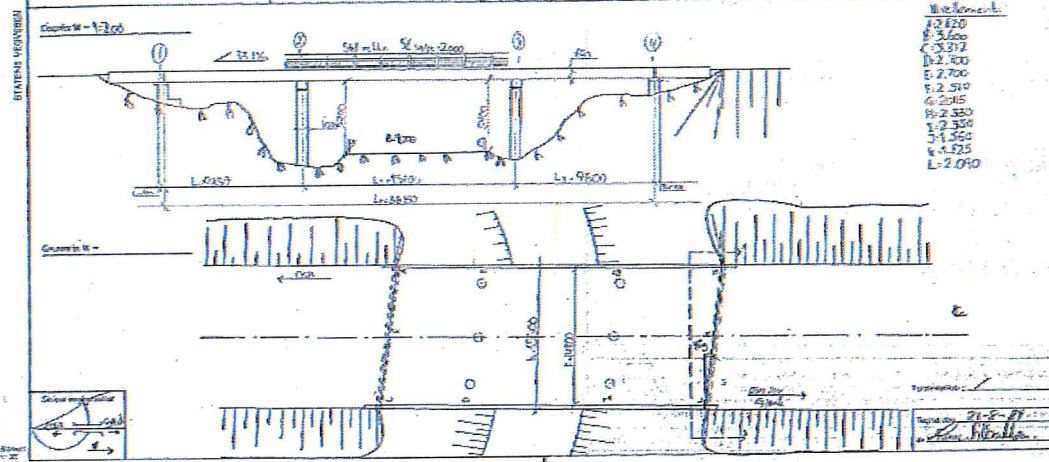
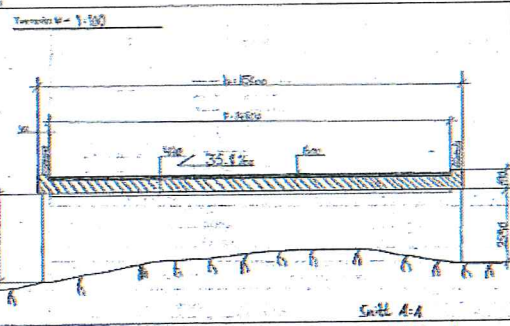
BETONG: PLASSTØPT, C35, NS 3474  
NIB-BJELKER 500/1400 C55, NS 3474  
OPPLAGRING: NEOPRENE-LAGERE.  
REKKVERK: IFLG. STATENS VEGVESEN, HÅNDBOK 100.  
AVFASING MED 20MM TREKANTLIST  
8stk. NIB-BJELKER, L=29795mm.  
ARMERES ETTER BRUHÅNDBOKA 001-10-04/02  
BJELKENUMMER 302.

1516

E	MÅSETTING KONSOLL	DDS	20 02 86
D	LAGERHØYDER	DDS	03 02 86
C	TILFOYD ENDEBJELKE	DDS	22 01 86
B	KOORDINATER, KOTER	DDS	14 01 86
A	TVERRFALL	DDS	08 01 86

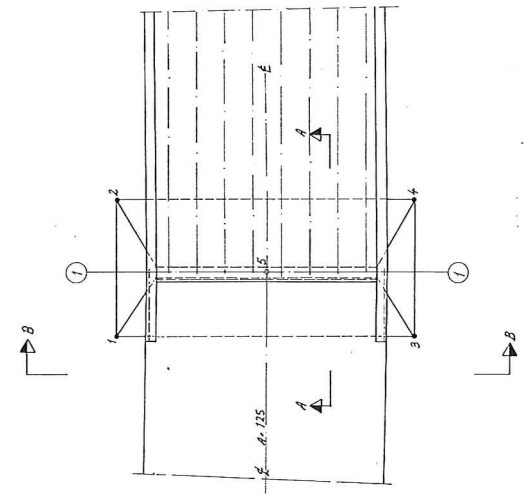
OPPLAND VEGKONTOR		Elev. skaler		G J Ø B R U	
BRU OVER HUNNELVA PR 9150		1:100	1:50	1:100	1:50
		1:20		1:100	1:50
				1:100	1:50

Ferdibrutering	SANDHOLM	REGN	VE	VEI	3387	
	STADT	STADT	STADT	STADT	STADT	STADT
	REPLAND	P/RUM	OH	8.005/8	8.005/8	
	Felt	Vegetasjon	Vegetasjon	Vegetasjon	Vegetasjon	
	Ferdetype	PLATON MESSIG MED FLEKKEKORREKTIV VIKTIGT FOR ANBEFALING				
	Konstruksjon	BETONG, S. KRETTMERT, BOKS, SPENN, KRETTMERT, S. SPENN				
	Styrkeklasse	BETONG, BOKS, S. SPENN, KRETTMERT, S. SPENN				
	Landbruk	KRETTMERT, S. SPENN, KRETTMERT, S. SPENN				
	Planlegg	S. SPENN, KRETTMERT, S. SPENN, KRETTMERT, S. SPENN				
	Material	BETONG				
Spennvidde L <sub>1</sub> = 9150 L <sub>2</sub> = 15808 L <sub>3</sub> = 9600		Tverrsnitt L <sub>1</sub> = 36150				
Bokshøyde h <sub>1</sub> = 7800		Tverrsnitt h <sub>1</sub> = 19000				
Løsløst 17 SVF 1995		Ferdetype OO		Ferdetype OO		
Dokument BK 78-10/89		Ferdetype OO		Ferdetype OO		
Kontrollert		Ferdetype OO		Ferdetype OO		
Kontrollert		Ferdetype OO		Ferdetype OO		

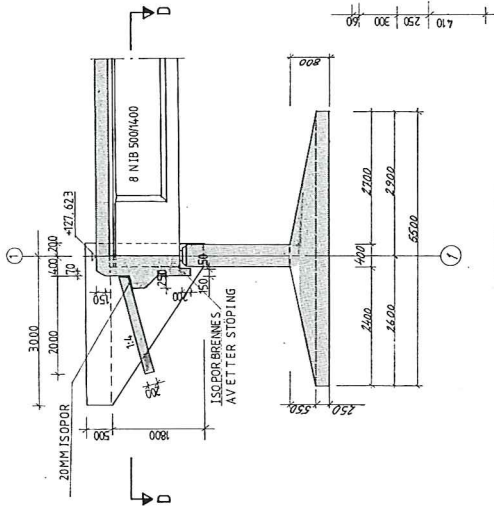


Hovedinspeksjon				Antall bruer(stk)	Lengde(m)	Arealm2)	Bruflitt(stk)	Foto(stk)	Ul(stk)	Fundamenter(stk)						
Oppland(Gjøvik,Nordre Land, Østre Totna,Vestre Totna)				Sum 161	3 181	27 438	14	20	8	11						
2014							Klanning(stk)									
							2									
Hovedregion				Bruddata							Hovedinspeksjon under vann					
Beliggenhet	Vegnr	Flp	Metar	Bruar	Brueravn	Kategori	Byggverkstype	Lengde	Arealm	Byggedr	Tilkomsf	Foto	Undervannspeksjon	Antall Fundament (ukerunder vann)	Antall spenn	Merknad
PIRV	4	5	6824	05-0817	Einesvoll	EF	Rør, korugert	4,2	46,6	1971			X	1	1 spenn	
PIRV	4	5	6919	05-0820	Eyja	EF	Rør, korugert	3,7	46,5	1971			X	1	1 spenn	
LIRV	4	6	12000	05-1513	Bruflatt ga-bru	GS	Ståljelkebru	32,0	115,2	2009		X				
PIRV	4	6	12023	05-0529	Bruflatt	VB	Platebru	32,0	313,6	1963						
ORV	4	6	15971	05-1760	Aklevold	VB	Bjplatebru	33,0	283,1	2004		X				
ORV	4	6	16171	05-1761	Roksvoll	GS	Bjplatebru	48,0	195,8	2006		X				
ORV	4	7	108	05-1763	Wordenud	VB	Bjplatebru	33,0	217,1	2006		X				
PIRV	4	7	1394	05-1764	Dragerskogen	EF	Kulvert, p.ref.	3,4	42,0	2004		X				
ORV	4	7	2783	05-1765	Nærby	VB	Platebru	33,0	217,1	2005		X				
ORV	4	7	3834	05-1766	Karsrudskogen	VB	Bjelkebru plass	30,0	296,7	2006		X				
PIRV	4	7	4434	05-1767	Vestrum	VB	Platebru	21,0	232,7	2004		X				
ORV	4	7	5358	05-1768	Bergeland	VB	Bjelkebru plass	50,1	279,1	2006		X				
PIRV	4	7	6237	05-1769	Åkersveen	VB	Platebru	30,0	437,4	2004		X				
PIRV	4	7	6711	05-1772	Grendalen	VB	Bjplatebru	17,0	252,5	2006		X				
ORV	4	7	7658	05-1773	Dalborskogen	VB	Bjelkebru plass	48,9	247,9	2006		X				
PIRV	4	7	9666	05-1774	Dalbormarka	VB	Ribbeplatebru	48,0	835,7	2006		X				
PIRV	4	8	348	05-1775	Metlibruetsvingen	EF	Kulvert, plassp	12,3	190,0	2005		X				
ORV	4	8	1590	05-1797	Kallenud ga-bru	GS	Platebru	32,9	119,9	2008		X				
PIRV	4	8	3662	05-1516	Hunnøeka II	VB	Bjelkebru, NIB	36,4	374,0	1986						
PIRV	4	9	1645	05-1455	Gjøvik Vannverk	VB	Bjelkebru, NIB	49,0	459,1	1984						
ORV	4	9	3242	05-1449	Briestad OIRV 4	VB	Bjelkebru, NIB	30,4	146,5	1985						
PIRV	4	9	3382	05-1446	Briestad	VB	Bjelkebru, NIB	52,7	751,0	1985	Bruflitt					
PIRV	4	9	11530	05-0952	Stokke	VB	Platebru	30,2	435,5	1974						
PIRV	4	9	11596	05-0955	Stokke Ny	VB	Bjelkebru, NIB	61,0	770,4	1974	Bruflitt		X	1	3 spenn	
PIRV	4	10	3006	05-0589	Skulhus	VB	Platebru	8,2	90,2	1964						
PIRV	4	10	4557	05-0775	Sandvold	EF	Kulvert, plassp	3,9	38,3	1969			X	2	1 spenn	

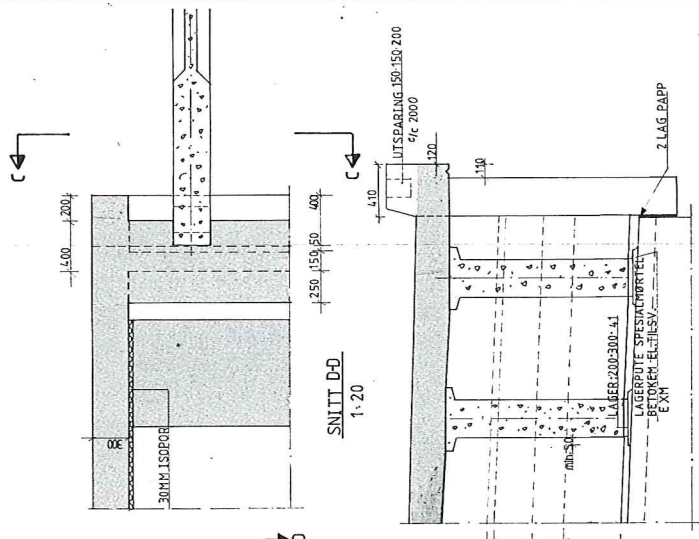




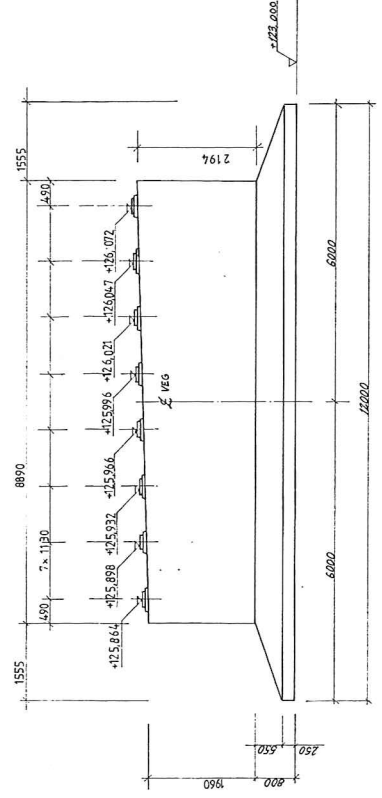
PLAN  
1:100



SNITT A-A  
1:50



SNITT D-D  
1:20



OPPRISS B-B  
1:50

koordinater, fundament abso

PH.	X	Y
1	311.168,151	-1131.567
2	311.173,800	-1132.818
3	311.170,941	-1112.877
4	311.174,215	-1121.178
5	311.172,071	-1124.338

SNITT C-C  
1:20

MERKNADER:

- TRAFIKKLASTER: PRELIMINÆRE HJØRDISKE LASTFORSKRIFTER AV 9DES, 1971
- BETONG: PLASSTØPT, C35, NS 3474
- NIB-BJELKER 500/700 C55, NS 3474
- OPPLAGRINGSDRENE-LAGERE.
- REKVERIFLGSTATENS VEGVESSENHÅNDBOK 100.
- AVFASING MED 20MM TREKANTLIST
- 8+h. NIB-BJELKER, L=29795mm.
- ARMERES ETTER BRUHANDBOKA 001-10-04/02
- BJELKENUMMER 302.

ISIG

E		HÅSETTINGSKONROLL	
D	LAGERHØDER	005	2022,84
C	TILFØDD EMBEJELVE	005	4392,88
B	OPPLAGRINGSDRENE	005	278,196
A	TRAFIKKLASTER, HØDER	005	1000,000
		sum 005	7493,924

OPPLAND VEGKONTOR	
BRU OVER HUNNSELVA PR 9150	
1:100	11.10.2018
1:50	11.10.2018
1:20	11.10.2018
1:50	11.10.2018

LANDKAR AKSE 1	
FUNDAMENT M/ FRONTVEGG	

Taugbøl og Øverland AS

1355-01E

**Vedlegg 3:** Kloridinntrengning- Sandvoll og Hunnselva med diagramer og sammenlikning

Kloridinnhold og Arbeidsskjema for Sandvoll brua----- S1, S2

Kloridinnhold og Arbeidsskjema for Hunnselva ----- S3, S4

Sammenligningsdiagram for broene ----- S5



Statens vegvesen

Region Øst

Sentrallaboratoriet / Regionlaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

## 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr.: 6140003-3 HIG Utført dato: 20.02.2014 Signatur: FTK,HJQ,SS

Prosjekt: Kloridtesting, Bachopp. HIG / Hunselva bru på Gjøvik Prøve/Resept: Hunselva bru Støpedato: 01.03.1986

Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader
	x	y			
3-1	0	15	7,5	0,16	KRITISKE KLORID ER PÅ
3-2	15	30	22,5	0,15	0.07
3-3	30	50	40,0	0,10	
			0,0		
			0,0		
			0,0		
			0,0		
			0,0		

MERKNADER: KRITISKE KLORID INNHOLD FØR KORROSJON ER 0.07



## 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Arbeidsskjema

Oppdragsnr.: 6140003-3 Hunselva bru på Jæren *GSPURV.*

Utført dato : 20.02.14

Signatur : FTK

HJQ,SS

Prøvenr. Sjikt nr.	Sjikt (mm)	Analyse dato	Masse begergl. (g)	Masse begergl. og pr. (g)	Innveid prøve (g)	Innveid dest.vann (g)	Titrert volum (ml)	Konsentr. av HNO <sub>3</sub> (%)	Molaritet av AgNO <sub>3</sub> (mol/l)	Titrert innvekt (g)	Forbruk av titrervæske AgNO <sub>3</sub> (ml)	Totalt innhold av klorid i ppm	Middel av paralleller (ppm)	Klorider av betongvekt (%)
3 - 1	0-15	20.02.14	50,974	55,954	4,980	250	50	10	0,101	0,996	0,429	1557	1565	0,16
											0,433	1572		
3 - 2	15-30	20.02.14	51,018	56,124	5,106	250	50	10	0,101	1,021	0,438	1551	1542	0,15
											0,433	1533		
3 - 3	30-50	20.02.14	50,481	55,557	5,076	250	50	10	0,101	1,015	0,300	1069	1012	0,10
											0,268	955		

## MERKNADER

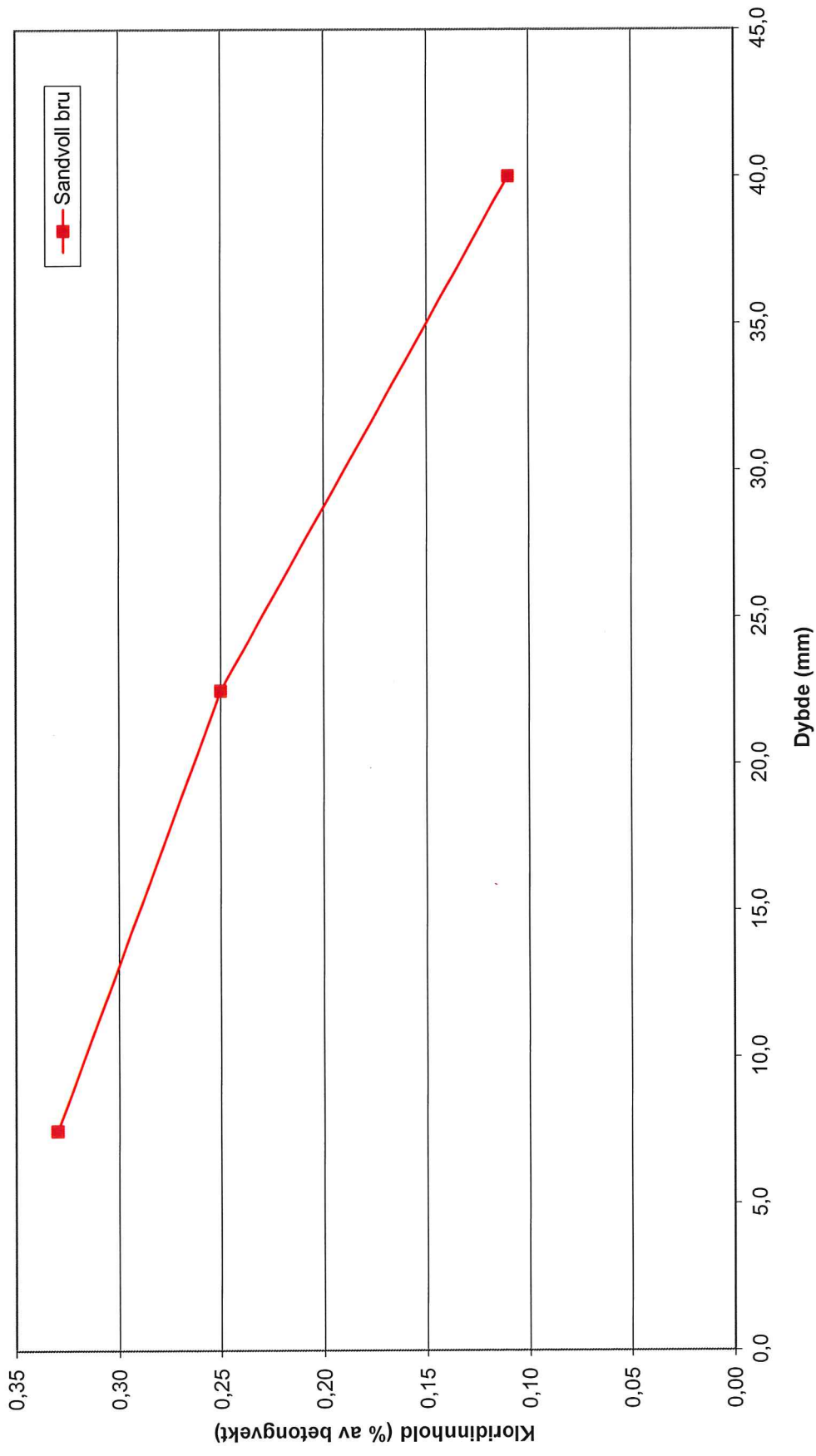
VEDLEGG ER RAPPORT Hunselva



### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr: 6140003-4 HIG

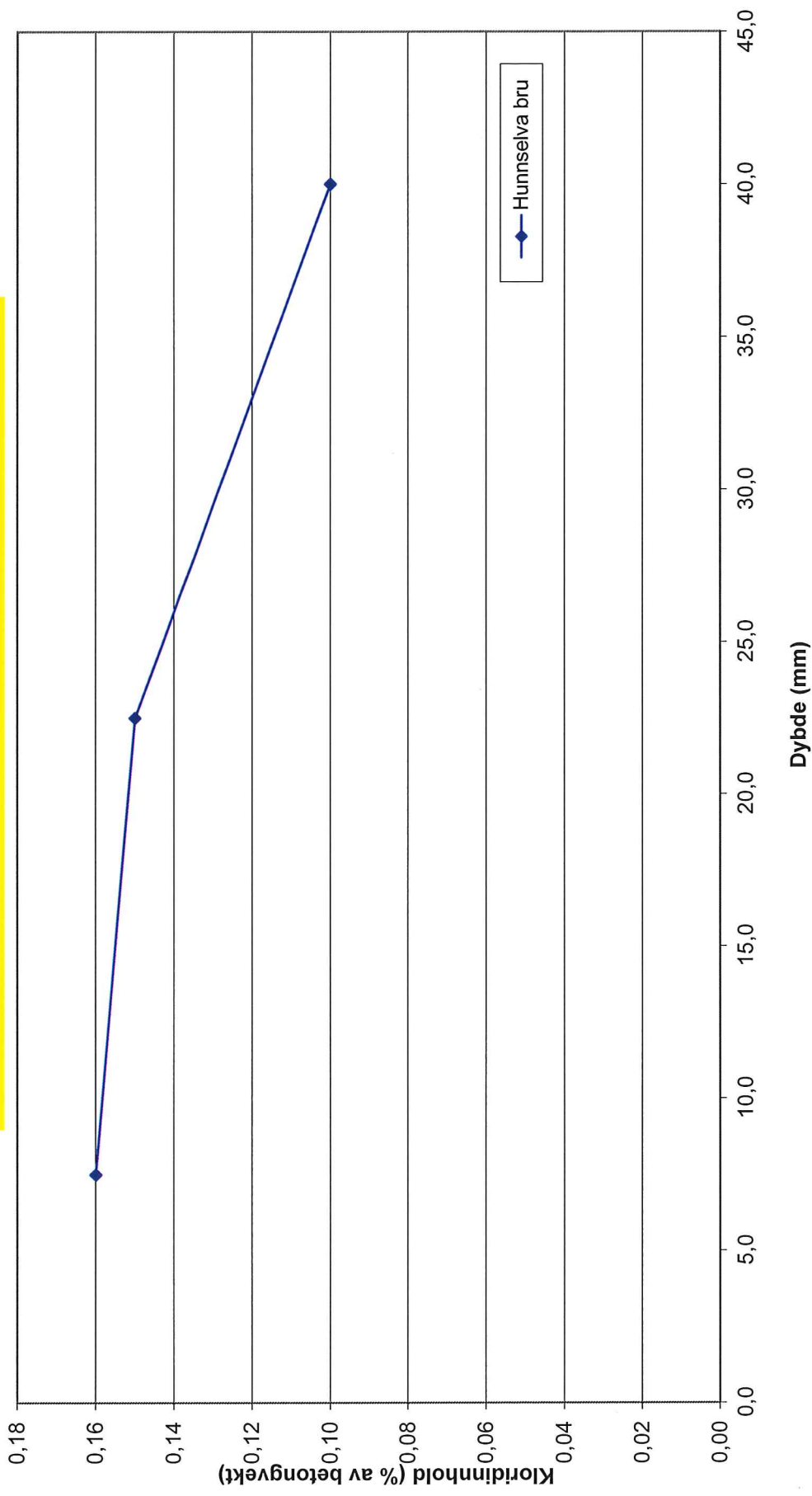
Resept: Klorid innhold Sandvoll bru på Jaren



### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr: 6140003 - 3 (Student-Hig)

Resept: Nordgående kantrage på Hunnseiva bru i Gjøvik





Statens vegvesen

Region Øst

Sentrallaboratoriet / Regionlaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr.: 6140003-4 HIG Utført dato: 07.03.2014 Signatur: FTK,HJQ,SS

Prosjekt: Kloridtesting, Sandvoll bru på Jaren Prøve: Sandvoll bru Støpedato: 01.05.1988

Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader
	x	y			
4-1	0	15	7,5	0,33	
4-2	15	30	22,5	0,25	
4-3	30	50	40,0	0,11	
			0,0		
			0,0		
			0,0		
			0,0		
			0,0		



## 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr.: 6140003-4 Jaren bru

Utført dato : 10.03.14

Signatur : FTK

Prøvenr. Sjikt nr.	Sjikt (mm)	Analyse dato	Masse begergl. (g)	Masse begergl.og pr. (g)	Innveid prøve (g)	Innveid dest.vann (g)	Titrent volum (ml)	Konsentr. av HNO3 (%)	Molaritet av AgNO3 (mol/l)	Titrent innvekt (g)	Forbruk av titrervæske AgNO3 (ml)	Totalt innhold av klorid i ppm	Middel av paralleller (ppm)	Klorider av betongvekt (%)
4 - 1	0-15	07.03.14	51,168	56,254	5,086	250	50	10	0,102	1,017	0,931	3310	3314	0,33
											0,933	3317		
4 - 2	15-30	07.03.14	43,919	49,067	5,148	250	50	10	0,102	1,030	0,699	2454	2444	0,253
											0,693	2433		
4 - 3	30-50	07.03.14	45,882	50,999	5,117	252	50	10	0,102	1,015	0,315	11223	6192	0,11
											0,326	1161		

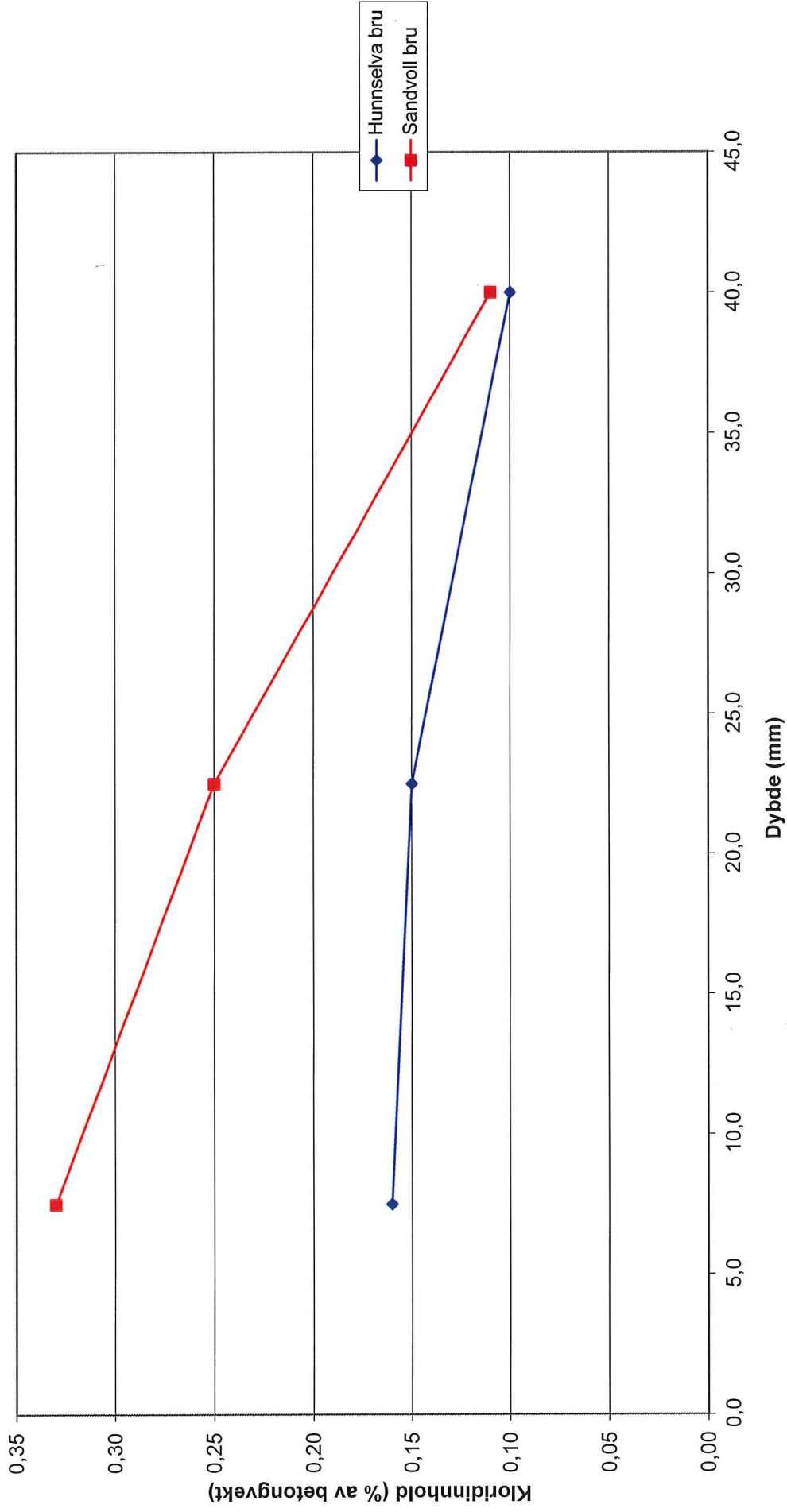
MERKNADER: Vedlegg rapport fra instrumentet



### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr: 6140003-3/4 HIG

Kloridinnhold på både Hunnselva bru i Gjøvik og Sandvoll bru på Jaren



**Vedlegg 4:**            Informasjon fra leverandør (Resept)

Resept for B30 ----- S1, S2

Resept for B45 ----- S3

**Betonkontrollattest**

v. 1.14

side 1 d. 18.02.2014 kl. 14:08



Inspec.lot no.: 040003834013 Prod. Id, SKAKO: 2014020420014

Salgsordre  
Prod.ordre  
Debitorkonto

Receipt UN22A-B000

Adresse

Ønsket temperatur 20 °C  
Ønsket konsistens 200  
Blandemester pawe  
Blander 000  
Vognnr. 537

Fabrik  
Følgeseddel

Produceret (m³) 6,01  
Blandedato 04.02.2014  
Blandetidspunkt 11:44

Sammensætning	Materialenavn	Fugt %	Densitet kg/m³	Tilsat(bør)	Blandet kg	1 m³(bør)	V.O.T.er	
Pulver	Aalborg Portland CEM I 52,5 N		3.160	2.436	2.437	406	417	
Pulver	Silicastøv k=2		2.200	128	129	21	22	
Tilslag	0-8 Myrvang	3,2	2.660	5.660	5.658	914	938	
Tilslag	8-16 Litra Åndalen	0,5	2.960	4.924	4.925	817	838	
Additiver	Glenium SKY 615	80,0	1.050	18,28	18,34	3,05	3,14	
Additiver	Amex 11 1:19	99,4	1.000	6,12	6,06	1,02	1,04	
Vand	Kaldt vann		1.000	18	26		4	
Vand	Kaldt vann		1.000	159	160	79	27	
Vand	Kaldt vann		1.000	99	99		17	
Vand	Varmt vann		1.000	554	553	92	95	
				Total fugt i tilslag			34	
				Total kg	14.003	14.011	2.334	2.396
				Volumen (liter)	6.001	6.000	983	1.000

	Bør værdi	Målt / bereg.	
Temperatur	20	22,000	°C
Total vand	175	167,4	l/m3
Ækvivalent cement målt/beregnet	449	460,9	kg/m3
Ækvivalent V/C- forhold målt/beregnet	0,390	0,363	*
Konsistens	200	170	mm
Blandetid målt/beregnet	60	117	sec
Målt luftindhold på frisk beton	5,0	4,1	%
Wattmeter målt/beregnet	70	68	
Beregning af densitet	2396		kg/m3

	Bør værdi	Målt / bereg.	
fugtbeton - Fugtmåling på færdigbeton			
Trykprøvning 2 døgn MPa			MPa
Middelværdi 2 døgn MPa			MPa
Trykprøvning 7 døgn MPa			MPa
Middelværdi 7 døgn MPa			MPa
Trykprøvning 28 MPa			MPa
Middelværdi 28 døgn MPa			MPa
Sylinderfasthet 28 d			kg
Raskhetstall 2d/28d			kg
Densitet 28 døgn [kg/m3]			kg/m3

B46

# Betonkontrollattest

v. 1.14

side 2 d. 18.02.2014 kl. 14:08



Inspec.lot no.: 040003834013 Prod. Id, SKAKO: 2014020420014

Prøve: Fugt 4

	Våd Før	Tør Efter	Vand/m <sup>3</sup> Delta
Fugtmåling på færdigbeton	1.511,0	1.401,0	167,3
Status på V/C	0,393	0,363	-0,030



# Blanderapport

v. 1.14

side 1 d. 18.02.2014 kl. 14:07



Inspec.lot no.: 040003833299 Prod. Id, SKAKO: 2014020420010 Antal satse: 2

Salgsordre  
Prod.ordre  
Debitorkonto

Receipt

UN53A-D000

Adresse

Ønsket temperatur 20 °C

Ønsket konsistens 200

Blandemester pawe

Blander 000

Vognnr. 536

Fabrik

Produceret (m<sup>3</sup>) 5,09

Følgeseddel

Blandedato 04.02.2014

Blandetidspunkt 10:43

Sammensætning	Materialenavn	Fugt %	Densitet kg/m <sup>3</sup>	Tilsat(bør)	Blandet kg	1 m <sup>3</sup> (bør)	V.O.T.er	
Pulver	Norcem Std FA CEM III/A-V 42,5R		2.990	1.682	1.676	330	335	
Tilslag	BETOFILL SA		2.700	94	92	18	18	
Tilslag	0-8 Myrvang	3,2	2.660	5.232	5.234	995	1.015	
Tilslag	8-16 Litra Åndalen	0,5	2.960	4.278	4.275	835	851	
Additiver	Glenium SKY 601	80,0	1.050	11,28	11,28	2,21	2,26	
Vand	Kaldt vann		1.000	169	170	91	34	
Vand	Kaldt vann		1.000	99	99		20	
Vand	Kaldt vann		1.000	16	12		2	
Vand	Varmt vann		1.000	484	485	95	97	
				Total fugt i tilslag			36	
				Total kg	12.065	12.054	2.366	2.412
				Volumen (liter)	5.099	5.094	981	1.000

	Bør værdi	Målt / bereg.	
Temperatur	20		°C
Total vand	188	191,3	l/m <sup>3</sup>
Ækvivalent cement målt/beregnet	330	335,4	kg/m <sup>3</sup>
Ækvivalent V/C- forhold målt/beregnet	0,570	0,570	
Konsistens	200		mm
Blandetid målt/beregnet	60	121	sec
Målt luftindhold på frisk beton	2,0		%
Wattmeter målt/beregnet	63	61	
Beregning af densitet	2366	2412	kg/m <sup>3</sup>

**Vedlegg 5:**      Prosedyrer for Sentrallaboratoriet, Statens Vegvesen

**14.6511 Akselerert kloridinntregning - neddykket kloriddiffusjon - side 1/2**

Oppdragsnr. 6140003-1 Utført dat : 14.02.2014 Signatur

Støpedato: 04.02.14

Prosjekt: Kloridtesting, studentoppgave, HIG

Student oppgave HIG

Prøvestykke(ne): (1A,1B,1C)=B30, (2A,2B,2C)=B45

Tabell 1. Tidsskjema

	Dato	Aktivitet
	24.02.14	prøvestart - saging av prøvestykker
	14.02.14	veiging av prøven - $m_0$ (vektendringen noteres i tabell 2a)
	28.02.14	prøven lagt i $\text{Ca}(\text{OH})_2$ løsning
ett. 24 t	25.02.14	prøven tørket av og veid for første gang, $m_1$ (vektendringen noteres i tabell 2a)
	28.02.14	lagt tilbake i $\text{Ca}(\text{OH})_2$ løsningen, veiingen fortsetter hver 24 timer
		stabil vekt oppnådd, $m_{sd}$ (vektøkningen mindre enn 0,1 vekt% pr.døgn to døgn på rad)
ett. 24 t	4 t. Etter 1. srøk	første lag epoxy påført (Tabell 2b)
		andre lag epoxy påført
ett. herdet belegg		veiging av prøven - $m_0$ (vektendringen noteres i tabell 2b)
		prøven lagt tilbake i $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -løsningen
		stabil vekt oppnådd, $m_{sd}$ (Tabell 2)
	07.03.14	prøven lagt i NaCl-løsning (165 gram pr. liter dest. vann)
		kloridkonsentrasjonen kontrollert før forsøksstart ( Tabell 3 )
ett. ca 17 døgn		kloridkonsentrasjonen kontrollert og evt.korrigert (Tabell 3)
ett. min 35 døgn	11/21.04.2014	kloridkonsentrasjonen kontrollert ( Tabell 3 )
start fresing		fresing i sjikt 2mm + 2mm + 2 mm + 4mm + 4mm + 4mm + 4mm + 6mm + 6mm
		Guppe 1A,1B,2A i NaCl
		1C,2C,2B i $\text{MgCl}_2$
maks 40 døgn		fresing innen dato... 22.04.14
		Kloridtesting 12.04 - 23.04



Klorid DIFFUSJON					
6140003-Kloridtesting, studentoppgave HIG					
Ukenr./ dato	Oppdragsnr.	Jobb som må utføres	Utføres av	Merknader	
8	6140003-1/2	Lage mettet $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -løsn. m/kalk og vann	BMG / HIG	6 Terningprøver, 3 prøver pr resept	
8	6140003-1/2	Merking av pr. på freseflate, veiing av pr. ( $m_0$ ) og ned i $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -løsn., veie pr.hver dag	KBK / HIG	Veiing av prøver i $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -løsn. (msd), sjekke metting hver dag til pr. har mindre enn 0,1% vektøkning	
9	6140003-1/2	Veiing av pr., ta på 1.OG 2. epoksytag på prøver, tillaging av saltløsninger	HIG / FTK	1. strøk kl: 10:00 2. strøk kl: 16:00	
9	6140003-1/2	Veiing av prøver , ned i $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -løsn.	FTK / HIG		
9	6140003-1	Veiing av pr., ned i NaCl-løsn.(16,5%), sjekke styrke		Pr. i kasse NaCl(1A,1B,2A)	
10	6140003-2	Veiing av pr., ned i $\text{MgCl}_2$ -løsn.(27,68%), sjekke styrke	HIG / FTK	Pr. i kasse $\text{MgCl}_2$ (2B,2C,1C)	
	6140003-1/2	Sjekke styrke i NaCl-og $\text{MgCl}_2$ -løsning	FTK / HIG	Frekvens: 3 gng, start, midt, slutt	
16	Uke 16/17	Veie pr. Start fresing Sjekke styrke i NaCl-og $\text{MgCl}_2$ -løsning	HIG / FTK	Siste frist for fresing: Mandag 21.04.2014	
17	Uke 18	Starte kloridanalyse			





## 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr.: 6140003-1/2

Utført dato : 15.06.14

Signatur : BMG,FTK

Prøvenr. Sjikt nr.	Sjikt (mm)	Analyse dato	Masse begergl. (g)	Masse begergl.og pr. (g)	Innveid prøve (g)	Innveid dest.vann (g)	Titrert volum (ml)	Konsentr. av HNO3 (%)	Molaritet av AgNO3 (mol/l)	Titrent innvekt (g)	Forbruk av titreringsvæske AgNO3 (ml)	Totalt innhold av klorid i ppm	Middel av paralleller (ppm)	Klorider av betongvekt (%)
REF-1A	Knust 2mm skive	16.04.14	47,376	52,493	5,117	250	50	10	0,010	1,023	0,070	24	24	
												MEP		
REF-1B	Knust 2mm skive	16.04.14	49,291	54,555	5,264	250	50	10	0,010	1,053	0,072	24	25	
											0,078	26		
REF-1C	Knust 2mm skive	16.04.14	46,219	51,512	5,293	250	50	10	0,010	1,059	0,225	75	92	
											0,326	109		
REF-2A	Knust 2mm skive	16.04.14	48,831	54,109	5,278	250	50	10	0,010	1,056	0,082	28	25	
											0,064	21		
REF-2B	Knust 2mm skive	16.04.14	50,177	55,439	5,262	250	50	10	0,010	1,052	0,076	26	24	
											0,061	21		
REF-2C	Knust 2mm skive	16.04.14	51,558	56,809	5,251	250	50	10	0,010	1,050	0,084	28	24	
											0,059	20		

MERKNADER:



**Vedlegg 6:**

Prøvemethoder fra Håndbok 014, Laboratorieundersøkelse

14.651 Kloridinntrengning, Neddykket diffusjonstest ----- S1, S2

14.643 Kloridinntrengning i betongpulver ved

potensiometrisk titrering ----- S3, S4

14.673 Fresing av betongpulver til støv i mm-sjikt----- S5



## 14.651 Kloridinntrengning, neddykket diffusjon test

Gjeldende prosess (nov. 1996): NY

**Omfang**

Denne metoden beskriver en måte å bestemme parametre man benytter for å anslå herdet betongs motstand mot kloridinntrengning. Betongprøven kan være utstøpte sylindrer eller borkjerner. Kloridekspontert betong skal ikke brukes.

**Prinsipp**

En vannmettet betongkjerne utsettes på en plan flate for påvirkning av natriumklorid-holdig vann. Etter en kjent eksponeringstid freses det tynne sjikt parallelt med prøvens eksponeringsflate, og sjiktens kloridinnhold ( $C_x$ ) måles. Betongens opprinnelige kloridinnhold ( $C_i$ ) måles i en passende stor dybde fra den eksponerte flaten. Kloriddiffusjonskoeffisienten ( $D$ ), og kloridprofilens randbetingelser på den eksponerte flaten beregnes (overflatekonsentrasjonen  $C_3$ ). Dette gjøres på grunnlag av de tilhørende verdier mellom dybder fra overflaten ( $x$ ), og deres målte kloridinnhold ( $C_x$ ).

**Referanser**

Nordtest 1154-94: *Concrete, hardened, Chloride penetration.*  
Nordtest, Esbo

**Utstyr**

- to-komponent epoxy
- pensel til påføring av epoxy
- tykk plastfolie
- trelister, f.eks. 1/2" • 1 1/2"
- vekt med nøyaktighet  $\pm 0,01$ g
- vannkjølt diamantsag
- 2 stk. plastkar med lokk (f.eks. 25 • 40 • 20 cm)
- termometer med nøyaktighet  $\pm 1$  °C
- tette plastposer med lynlås og skrivefelt
- freseutstyr for fresing av støv i 2 mm-sjikt
- utstyr for nedknusing av betong
- sikt med maskevidde 1,0 mm
- destillert vann
- kalsiumhydroksid ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )
- natriumklorid ( $\text{NaCl}$ )

**Fremgangsmåte****Prøvestykker**

En betongprøve skal bestå av minst 3 prøvestykker fra samme betong.

Borkjerner:

- Prøvestykkene sages med diamantsag, og skal ha minimum diameter 70 mm og lengde 100 mm.
- Kapp vekk de ytterste 10 mm fra ende-/ytterflaten. Denne sagflaten skal være eksponeringsflate dersom ikke noe annet er avtalt.

**Støpt sylinder:**

- Sylindren skal deles i to på tvers (vinkelrett på lengdeaksen gjennom sylindren), og eksponeringsflaten blir den avsagde flaten på en av de to halvdelene.
- Av den resterende delen av betongkjernen kappes det en 20 mm tykk skive.
- Skiven knuses ned med egnet knuseutstyr, og siktes gjennom en sikt, maskevidde 1,0 mm.
- Prøvematerialet kvarteres ned inntil man har en representativ prøve på ca. 20 g. Denne prøven emballeres i en tett egnet plastpose. Ved analysering utgjør denne prøven nullnivået, dvs. det initiale kloridnivået i betongen ( $C_i$ ).

**Preparering av prøvestykker**

- Lag en mettet  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -løsning med destillert vann. Rør godt.
- Vei prøvestykkene, ( $m_0$ ).
- Prøvestykkene legges i løsningen ved ca. 23 °C i lukket beholder. Det er viktig at plastkaret fylles helt opp med væske og at det tettes godt med lokk, slik at faren for karbonatisering av væsken minimaliseres.
- Etter 24 timer tas prøvestykkene opp, ett og ett, tørkes av med tørkepapir og veies i overflatetørr tilstand, vekten ( $m_{sd}$ ) bestemmes.
- Legg prøvestykkene tilbake i  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -løsningen, og fortsett med veiing én gang i døgnet inntil vekten ( $m_{sd}$ ) ikke endrer seg mer enn 0,1 vektprosent pr. døgn.
- Ta opp prøvestykkene og la de tørke i 3-4 timer med eksponeringsflaten ned mot underlaget.
- Legg tykk plastfolie på underlaget.
- Legg trelister på plastfolien, og legg prøvestykkene med eksponeringsflaten ned på dem slik at de ikke ligger på plastfolien.
- Bland tokomponent epoxy- eller polyuretanbelegg i hht. produsentens anvisning, og smør denne på alle flater bortsett fra eksponeringsflaten.

*Kommentar: Det lønner seg å benytte et belegg som er tyktflytende slik at det ikke renner for mye av det under påføring, og som ikke har altfor rask herdetid. Ikke bland mer i gangen enn det som skal benyttes og som i praksis kan brukes for herdeprosessen er i full gang! Pass på at det ikke kommer belegg på eksponeringsflaten.*

- Etter 24 timer påføres et nytt lag med belegg, slik at ev. hull og ikke dekkede partier tettes.
- Når belegget har herdet skal de igjen legges i  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -løsningen, og prosedyren med veiging gjentas inntil vektendringen ikke er større enn 0,1 vektprosent.

### Neddykking i NaCl-løsning

- Lag NaCl-løsning med konsentrasjon på  $165 \pm 1$  g pr. liter destillert vann.
- Kontroller kloridløsningens konsentrasjon en gang før, en gang underveis, og en gang etter avsluttet forsøk.

*Kommentar: Hvis konsentrasjonen avviker med mer enn  $\pm 3$  g NaCl pr. liter oppløsning skal eksponeringsvæskene justeres til  $165 \pm 1$  g NaCl pr. liter oppløsning.*

- Ta opp prøvestykkene fra  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -løsningen, og tørk av dem med tørkepapir før de legges ned i NaCl-løsningen ved ca. 23 °C.
- Løsningens temperatur skal måles daglig.
- La prøvestykkene ligge i NaCl-løsningen i minst 35 døgn og maksimalt 40 døgn.

### Fresing av betongstøv

- Ta prøvestykkene ut av løsningen, og start fresingen umiddelbart.
- Fresingen skal foretas parallelt med eksponeringsflaten og innover i prøvestykket.
- Fresingen skal foretas innenfor en diameter som er 10 mm mindre enn prøvestykkets diameter.
- Fres bort den ytterste 1 mm før fresing i sjikt på 2 mm begynner.
- Ta vare på støvet fra den ytterste millimeteren, i en tett prøveplastpose.
- Fres av minst 8 sjikt, dvs. 1-3 mm, 3-5 mm, 5-7 mm etc., inntil 15-17 mm.
- Lagre støvet fra hvert sjikt som freses av i tette plastposer med lynlukking.
- Mellom hvert sjikt som freses skal det rengjøres grundig vha. trykkluft.
- For bruk av freseutstyret vises til 14.673.
- Kloridanalyse foretas enten ved potensiometrisk titrering, spektrofotometri eller Volhardtitrering.

## Resultater

### Beregninger

De målte kloridkonsentrasjoner settes opp som funksjon av dybden under den eksponerte flaten. Verdiene av  $C_s$  og  $D$  bestemmes ved å tilpasse funksjonen til de målte kloridinnhold ved ikke-lineær regresjonsanalyse etter minste kvadraters metode. Profilets første punkt (det vil si den ytterste millimeteren mot eksponeringsflaten) utelates ved regresjonsanalysen. De øvrige punktene vektlegges likt.

$$C_{(x,t)} = C_s - (C_s - C_i) \cdot \operatorname{erf} \left( \frac{x}{\sqrt{4 D_e t}} \right)$$

hvor:

- $C_x$  = kloridkonsentrasjonen i masseprosent, målt i dybden ( $x$ ) ved eksponeringstiden ( $t$ )
- $C_i$  = det opprinnelige kloridinnholdet i masseprosent, målt på referanseprøven
- $C_s$  = beregnet overflatekonsentrasjon i masseprosent (randbetingelsene mot den eksponerte overflaten)
- $x$  = dybden under den eksponerte overflaten (til midten av et lag), i meter
- $D$  = kloriddiffusjonskoeffisienten ( $\text{m}^2/\text{s}$ )
- $t$  = eksponeringstiden i sekunder
- $\operatorname{erf}$  = feilfunksjonen, gitt ved følgende formel:

$$\operatorname{erf} z = 2/\sqrt{\pi} \cdot \int_0^z \exp(-u^2) du$$

Tabeller med verdier for feilfunksjonen finnes i alminnelige matematiske oppslagsverk.

Ønskes det ytterligere beregninger for å sammenligne resultater kan det utføres i henhold til Nordtest 1154-94.

## Rapportering

Rapporten skal minimum inneholde følgende opplysninger:

- navn og adresse på ansvarlig for prøvingen
- dato og rapportidentifikasjon
- prøvemethode (denne beskrivelsens navn og nummer)
- prøvingsresultat
- det opprinnelige kloridinnholdet ( $C_i$ ) og den beregnede overflatekonsentrasjonen ( $C_s$ ) oppgis i masseprosent av tørr betongvekt med to desimaler
- diffusjonskoeffisienten ( $D$ ) oppgis i  $\text{m}^2/\text{s}$  med to siffer.
- den gjennomsnittlige temperaturen under forsøket skal oppgis, og variasjonen skal fremstilles grafisk
- kloridkonsentrasjonen i løsningen ved de 3 målingene skal oppgis
- målt og kurvetilpasset kloridprofil fremstilles grafisk
- andre ting som kan være av interesse for senere bedømmelse av prøvingsresultatet
- eventuelle avvik fra metodebeskrivelsen





## 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Gjeldende prosess (nov. 1996): NY

### Omfang

#### Prinsipp

Prosedyren beskriver fremgangsmåten ved bestemmelse av kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering.

#### Utstyr

##### Beskrivelse

Eksempel på valgt titreringsutstyr med kombielektrode:

- Metrohm titreringsoppsats 682, 665-30
- Metrohm kombielektrode 6-0404.100
- eksikator
- vekt, f.eks. 160 grams vekt
- kokeplate
- filterpapir, hvit, 5,5 cm i diameter
- trakter til 5,5 cm filterpapir
- målekolber, 100 ml
- begerglass, 50 ml og 100 ml
- glasstaver, f.eks. 5 • 120 mm
- magnetrørere
- spruteflaske for destillert vann
- pipetter, 5 ml, 10 ml, 25 ml, 50 ml
- dråpeflaske, for sølvnitrat
- kjemikalier:
  - \* 10 % HNO<sub>3</sub>
  - \* 0,1 M AgNO<sub>3</sub>
  - \* 0,01 M AgNO<sub>3</sub>

Standardprøve:

- f.eks. betongpulver med kjent kloridinnhold

### Fremgangsmåte

#### 1. Tørring av betongpulver

Tilnærmet 5 g betongstøv tørkes i varmeskap ved 110 °C i minimum 1 time. Merkes med navn og nr. Det tørkede støvet settes i en eksikator for avkjøling. Nøyaktig innvekt noteres sammen med navn og nr. på prøven.

#### 2. Ekstraksjonen

10 ml destillert vann tilsettes, røres om med glasstav og settes til koking på kokeplate. Løsningen skal koke 1-2 min. Deretter tilsettes 10 ml 10 % HNO<sub>3</sub>. La denne løsningen koke 1-2 min. Platen slås av, og løsningen

avkjøles på kokeplaten. Når løsningen er kald, tilsettes nye 10 ml destillert vann. Løsningen røres godt om.

#### 3. Titrering, fortynning

Løsningen helles over i filteret. Filtreringen skal nå normalt gå unna på noen minutter. Deretter vaskes alle kloridene ut av prøven med destillert vann. Man sjekker vaskemiddelet ved å bruke AgNO<sub>3</sub>. Deretter justeres volumet opp til merket på kolben. Dette gjøres rett før titreringen, slik at man slipper å justere volumet etterpå. Løsningen rystes godt.

#### 4. Uttak av prøvemengde

Pipettere ut 10 ml ved høy konsentrasjon av Cl<sup>-</sup>  
 Pipettere ut 25 ml ved middels konsentrasjon av Cl<sup>-</sup>  
 Pipettere ut 50 ml ved lav konsentrasjon av Cl<sup>-</sup>  
 Pipettere ut 97 ml ved minimal konsentrasjon av Cl<sup>-</sup>

#### 5. Eksempel på bruk av Metrohm titrerings-

##### utstyr som metode

Klargjøring av Metrohm Titrator med dosimat med 0,1 M AgNO<sub>3</sub>. Sett på strømmen til Metrohmstyrete, 2 brytere. Vent til displayet viser "Get U + et siffer". Trykk "recall", 3 og enter, og displayet viser "Get U3". Dette er programmet for kloridmåling. Monter kombielektroden nr. 6-0404.100 i titreringsposisjon. Hold titreringsspissen ned i forlaget med AgNO<sub>3</sub>, trykk "GO" på titrandelen. Dette for å fjerne luft i sylindere med AgNO<sub>3</sub>. Når luft ikke sees i glassforlaget med AgNO<sub>3</sub>, monter titreringsspissen i posisjon. Sett korken/silkarøret på AgNO<sub>3</sub>-flasken igjen.

#### 6. Titreringen

F.eks. 25 ml filtrat pipetteres og overføres til et 50 ml begerglass. Begerglasset plasseres i titreringsposisjon, elektroden monteres i posisjon, og destillert vann tilsettes til elektrodehodet er dekket av væske. Tilsett ev. 2-3 dråper 7,5 M HNO<sub>3</sub>. pH skal være < 7. Start magnetrøreren 200 omdr./min. Etter omrøring sjekkes pH i prøven. Dersom pH er for høy, kan Ag<sub>2</sub>O felles ut. Innvekten av prøven tastes inn slik:

$$25 \text{ ml} \cdot \frac{\text{innveid prøve}}{\text{totalt volum}}$$

Trykk "sample size", displayet viser: COO = 0 g. Trykk innvekten og "enter".

### 7. Standard tilsetning

Dersom man får signal i millivolt som er svært lavt, eller at omslagspunktet ikke er registrert, kan man tilsette en kjent mengde standardløsning for å fange inn omslagspunktet. F.eks. 10 ml 300 ppm  $\text{Cl}^-$ -standard. Det er da viktig at man har titrert et antall standarder slik at volum sølvnitrat er trygt kjent.

### 8. Bestemmelse av kloridinnhold

Innveid prøvemengde er nå gitt for prøven. Magnetrører startes (200 omdr./min.). Trykk "GO" på Titrator for å avlese "U init". Denne avleses på displayet. Når "U init" er gitt, trykk "Stop". Titrator rapporterer "U init" skriftlig i mV. Med "Start U" forstås det punkt på spenningskalaen fintitreringen starter. Det er viktig at innstillingen av "Start U" i mV ligger ca. 5 enheter på den positive siden av avlest startspenning. Trykk på "parameters" inntil "Start U" vises på displayet. Innstill "Start U" 5 mV høyere enn avlest "U init". Når dette er gjort, trykk igjen på "GO" og titreringen starter. Titreringsforløpet kan følges på displayet da mV-tall forandrer seg fra minus til pluss inntil "Stop U" er nådd. Titrator rapporterer resultatet skriftlig. Kjør 2 paralleller av hver prøve og rapporter middelveien. Spyl elektrosele og titreringsspis med destillert vann etter hver prøve. Tørk forsiktig med mykt papir. Kjør kontroll-titrering med en løsning med kjent kloridinnhold for hver 19. titrering på langserier, og minst en før oppstart av kortere serier.

## Resultater

### Registreringer

Registreringer kan foretas manuelt på arbeidsskjema, på grunnlag av utskrift fra titroprocessor.

### Beregninger

Kloridinnholdet ( $\text{Cl}^-$ ) beregnes og angis i hele ppm (parts per million), eventuelt i % med to desimaler, regnet av betongvekten.

Dersom kloridinnholdet også skal angis i forhold til sementvekten, må sementvekten anslås. Omregning av kloridinnhold av sementvekten er vist i 14.641.

## Rapportering

Resultatene rapporteres på eget skjema. Prøvsrapporten skal minst inneholde følgende opplysninger:

- prøvingslaboratorium (navn og adresse)
- prøvingsmetode (denne beskrivelsens nummer og tittel)
- prøve nr. (internt lab. nr.)
- analysedato, signatur for ansvarlig for prøvingen
- prøvetakingssted, dybdeintervaller etc.
- navn og adresse på oppdragsgiver
- prøvens identifikasjon (merking)
- identifikasjon av referanseprøver
- alle registreringer og utregninger av kloridinnholdet, i % av betongvekten (med 2 desimaler), ev. i ppm
- antatt sementinnhold i betongen

Eventuelle avvik fra metodebeskrivelsen rapporteres.





## 14.673 Fresing av betongprøver til støv i mm-sjikt

Gjeldende prosess (nov. 1996): NY

### Omfang

Metoden omfatter en enkel fremgangsmåte for fresing av betong i mm-sjikt til støv for kloridanalysering i profiler.

Betongen som freses kan være f.eks. uthugde prøver eller borkjerner fra konstruksjonen som skal undersøkes. Normalt benyttes kjerner med diameter 100 mm. Kjernene bores ut i hht. 15.516 (Håndbok 015).

Kloridinnholdet i betongstøvet kan analyseres ved forskjellige metoder, jf. 14.641, 14.642 og 14.643.

### Utstyr

- freseutstyr for produksjon av betongstøv
- liten pensel
- trykkluft til rengjøring
- oppsamlingsboks
- plastposer med lynlås

*Kommentar: Freseutstyret kan være arrangert f.eks. som vist i figur 14.673-1. Diameteren av fresen er mindre enn diameteren av arealet som freses. Akslene for henholdsvis fresen og prøveinnfestingsriggen er derfor eksentriske.*

### Fremgangsmåte

- Fest prøvestykket i fresemaskinen med klave som passer. Lengden på skruene som benyttes tilpasses høyden på prøvestykket.

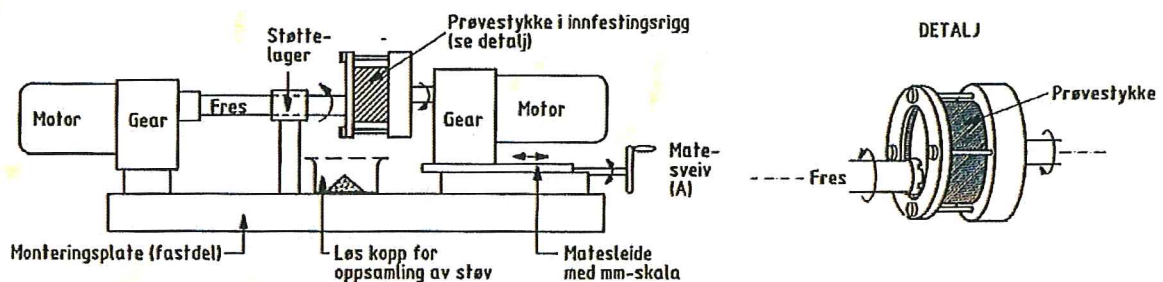
- Tilpass arealet som det freses av. Arealet skal ligge minimum 5 mm fra kanten i hele omkretsen. Innstill fresen slik at dette oppnås.
- Sett oppsamlingsboksen på plass under prøvestykket slik at alt støv samles der.
- Start fresen, og mat forsiktig med sveiven A (se figur 14.673-1).
- Følg med på mm-skalaen på hvor mye som til enhver tid er frest.
- Fres av det ytterste mm-sjiktet, og børst vekk ev. rester av støv på kjernen før støvet samles i en egnet plastpose med lynlås.
- Blås fresearealet og oppsamlingsboksen rent for støv med trykkluft før neste sjikt freses.
- Fres videre innover i betongprøvestykket i mm-sjikt som det passer for testen som gjennomføres (f.eks. 1 ev. 2 mm-sjikt).
- Merk prøveposene tydelig med navn og dybde, samt testen som utføres.

### Resultater

Alle spesielle forhold ved prøvestykkene skal noteres for de prøves videre. F.eks. sprekker og riss, stort tilslag, tett eller porøs betong, h/d-forhold, diameter og høyde m.v.

### Rapportering

Spesielle registreringer som blir gjort skal rapporteres sammen med de øvrige resultater fra testingen/prøvingen betongkjernene utsettes for.



Figur 14.673-1 Eksempel på utstyr for fresing av støv fra betongprøver

**Vedlegg 7:**                    Kontrolltabeller for veiing, Epoksy, Saltkonsentrasjoner og fresing

Tabell 2a – veiing uten Epoksy ----- S1 – S6

Tabell 2b – veiing med Epoksy ----- S1 – S6

Tabell 3 – kontroll av saltkonsentrasjoner ----- S1 – S6

                  Kontrollskjema for fresing ----- S7

**14.6511 Akselerert kloridinntregning - neddykket kloriddiffusjon - side 2/2**

Oppdragsnr. 6140003-1

Utført dato 24.02.2014

Signatur FTK, HJQ, SSS

Prosjekt: Kloridtesting, studentoppgave, HIG

**Tabell 2. Veiting av prøvestykker**

Tabell 2a. Uten epoxy

måling dato	m <sub>0</sub>	m <sub>1</sub> ..... m <sub>sd</sub>		27.02.14	28.02.14
		25.02.14	26.02.14		
vekt (g)	1135,22	1135,76	1135,96	1136,12	1136,23
vektendring (g)		0,54	0,2	0,16	0,11
vektendring (%)		0,048	0,018	0,014	0,0097

Prøvestykke(ne):

1A

B30

Tabell 2b. Med epoxy

måling dato	m <sub>0</sub>	m <sub>1</sub> ..... m <sub>sd</sub>		07.03.14	11.03.14
		06.03.14	07.03.14		
vekt (g)	1160,61	1162,72	1162,83		
vektendring (g)		2,11	0,11		
vektendring (%)		0,182	0,009		

**Tabell 3. Kontroll av konsentrasjon NaCl - Kasse-16,5 % NaCl-løsning ± 0,3g pr. liter oppløsning**

Sjekk etter ant.døgn	Dato	NaCl konsentrasjon (%)	NaCl konsentrasjon (g per liter oppløsning)	Korreksjonstiltak	Merknader/OK
0	07.03.14	16,53	181,5		OK
20	27.03.14	16,56			OK
37	14.04.14	17,07			OK

**14.6511 Akselerert kloridinnretregning - neddykket kloridiffusjon - side 2/2**

Oppdragsnr. 6140003-1 Utført dato 24.02.2014 Signatur FKT, HJO, SHS

Prosjekt: Kloridtesting, studentoppgave, HIG

## Tabell 2. Veiing av prøvestykker

1B B30

## Tabell 2a. Uten epoxy

måling	m <sub>0</sub>	m <sub>1</sub> , ..., m <sub>sd</sub>						
dato	24.02.14	25.02.14	26.02.14	27.02.14	27.02.14	27.02.14	03.03.14	
vekt (g)	1134,50	1134,98	1135,12	1135,26	1135,32	1135,6		
vektendring (g)		0,48	0,14	0,14	0,06	0,28		
vektendring (%)		0,0423	0,0123	0,0123	0,0053	0,0247		

## Tabell 2b. Med epoxy

måling	m <sub>0</sub>	m <sub>1</sub> , ..., m <sub>sd</sub>						
dato	03.03.14	06.03.14	07.03.14					
vekt (g)	1161,19	1163,3	1163,38					
vektendring (g)		2,11	0,08					
vektendring (%)		0,1817	0,0069					

## Tabell 3. Kontroll av konsentrasjon NaCl - Kasse-16.5 % NaCl-løsning ± 0,3g pr. liter oppløsning

Sjekk etter ant. døgn	Dato	NaCl konsentrasjon (16.5 %)	NaCl konsentrasjon (g per liter oppløsning)	Korreksjonstiltak	Merknader/OK
0	07.03.14	16,53	181		OK
20	27.03.14	16,56			OK
37	14.04.14	17,07			OK





## 14.6511 Akselerert kloridinntregning - neddykket kloriddiffusjon - side 2/2

Oppdragsnr. 6140003-2

Utført dato

Signatur

Prosjekt: Kloridtesting, studentoppgave, HIG

## Tabell 2. Veiing av prøvestykker

Prøvestykke(ne):

1C= B30

## Tabell 2a. Uten epoxy

måling	m <sub>0</sub>	m <sub>1</sub> ..... m <sub>sd</sub>			
		24.02.14	25.02.14	26.02.14	27.02.14
dato		25.02.14	26.02.14	27.02.14	28.02.14
vekt (g)	1123,94	1124,44	1124,55	1124,71	1124,95
vektendring (g)		0,5	0,11	0,16	0,24
vektendring (%)		0,0445	0,0098	0,0142	0,0213
					0,0169

## Tabell 2b. Med epoxy

måling	m <sub>0</sub>	m <sub>1</sub> ..... m <sub>sd</sub>			
		03.03.14	06.03.14	07.03.14	
dato kl.20:00		06.03.14	07.03.14		
vekt (g)	1151,02	1153,01	1153,09		
vektendring (g)		1,99	0,08		
vektendring (%)		0,1729	0,0069		

Tabell 3. Kontroll av konsentrasjon MgCl<sub>2</sub>- Kasse-16,5% NaCl-løsning ± 0,3 g pr. liter oppløsning

Sjekk etter ant.døgn	Dato	NaCl konsentrasjon (%)	NaCl konsentrasjon (g per liter oppløsning)	Korreksjonsfaktak	Merknader/OK
0	10.03.14	16,12	9777		OK (LITT LAV)
20	04.04.14	18,09	11213	kompensert	OK
40	21.04.14	16,24	98519		OK



## 14.6511 Akselerert kloridinntregning - neddykket kloriddiffusjon - side 2/2

Oppdragsnr. 6140003-1

Utført dato 24.04.2014

Signatur

FKT, HJQ, S SS

Prosjekt: Kloridtesting, studentoppgave, HIG

Tabell 2. Veiting av prøvestykker

Prøvestykke(ne):

2A

B4S

Tabell 2a. Uten epoxy

måling dato	m <sub>0</sub>	m <sub>1</sub> ..... m <sub>sd</sub>	
		25.02.14	27.02.14
vekt (g)	1091,81	1092,44	1093
vektendring (g)		0,63	0,28
vektendring (%)		0,0577	0,0256

Tabell 2b. Med epoxy

måling dato	m <sub>0</sub>	m <sub>1</sub> ..... m <sub>sd</sub>	
		06.03.14	07.03.14
vekt (g)	1124,2	1125,42	1125,53
vektendring (g)		1,22	0,11
vektendring (%)		0,1085	0,0098

Tabell 3. Kontroll av konsentrasjon NaCl- Kasse-16,5 % NaCl-løsning ± 0,3g pr. liter oppløsning

Sjekk etter ant.døgn	Dato	NaCl konsentrasjon (%)	NaCl konsentrasjon (g per liter oppløsning)	Korreksjonstiltak	Merknader/OK
0	07.03.2014	16,53	181		OK
20	27.03.2014	16,56			OK
37	14.04.14	17,07			OK



## 14.6511 Akselerert kloridinntregning - neddykket kloriddiffusjon - side 2/2

Oppdragsnr. 6140003-2

Utført dato

Signatur

Prosjekt: Kloridtesting, studentoppgave, HIG

## Tabell 2. Veiing av prøvestykker

Prøvestykke(ne): 2B (B45)

## Tabell 2a. Uten epoxy

måling	m <sub>0</sub>	m <sub>1</sub> ..... m <sub>sd</sub>				
dato	24.02.14	25.02.14	26.02.14	27.02.14	28.02.14	
vekt (g)	1081,11	1081,81	1081,91	1082,06	1082,17	
vektendring (g)		0,7	0,1	0,15	0,11	
vektendring (%)		0,06474827	0,00924377	0,01386437	0,01016579	

## Tabell 2b. Med epoxy

måling	m <sub>0</sub>	m <sub>1</sub> ..... m <sub>sd</sub>				
dato kl.20:00	03.03.14	06.03.14	07.03.14			
vekt (g)	1105,17	1106,25	1106,34			
vektendring (g)		1,08	0,09			
vektendring (%)		0,09772252	0,00813559			

## Tabell 3. Kontroll av konsentrasjon MgCl2 - Kasse-16.5 % NaCl-løsning ± 0,3g pr. liter oppløsning

Sjekk etter ant.døgn	Dato	NaCl konsentrasjon (%)	NaCl konsentrasjon (g per liter oppløsning)	Korreksjonstiltak	Merknader/OK
0	10.03.14	16,12	97777		OK (LITT LAV)
23	04.04.14	18,08	11213	KOMPENSERT	OK (KOMPENERT)
40	21.04.14	16,24	98519		OK

**MERKNADER:** MgCl2 MONSENTRASJON KORRIGERES TIL NaCl konsentrasjon, grunnen er måleinstrumentet er formulert for reaksjon med NaCl

**14.6511 Akselerert kloridinntregning - neddykket kloriddiffusjon - side 2/2**

Oppdragsnr. 6140003-2

Utført dato 24.02.14

Signatur

FKT

Prosjekt: Kloridtesting, studentoppgave, HIG

**Tabell 2. Veiing av prøvestykker**Prøvestykke(ne): **2C= B45**

Tabell 2a. Uten epoxy

måling	m <sub>0</sub>		m <sub>1</sub> .....m <sub>sd</sub>		m <sub>1</sub> .....m <sub>sd</sub>		m <sub>1</sub> .....m <sub>sd</sub>	
	24.02.14	25.02.14	26.02.14	27.02.14	28.02.14	03.03.14		
dato kl.20:00								
vekt (g)	1081,04	1081,87	1082,02	1082,22	1082,33	1082,73		
vektendring (g)		0,83	0,15	0,2	0,11	0,4		
vektendring (%)		0,0768	0,0139	0,0185	0,0102	0,0370		

Tabell 2b. Med epoxy

måling	m <sub>0</sub>		m <sub>1</sub> .....m <sub>sd</sub>		m <sub>1</sub> .....m <sub>sd</sub>		m <sub>1</sub> .....m <sub>sd</sub>	
	03.03.14	06.03.14	07.03.14					
dato kl.20:00								
vekt (g)	1113,81	1114,06	1114,26					
vektendring (g)		0,25	0,2					
vektendring (%)		0,02244548	0,01795235					

**Tabell 3. Kontroll av konsentrasjon MgCl2- Kasse-16,5 % NaCl-løsning ± 0,3g pr. liter oppløsning**

Sjekk etter ant.døgn	Dato	NaCl konsentrasjon (%)	NaCl konsentrasjon (g per liter oppløsning)	Korreksjonstiltak	Merknader/OK
0	10.03.14	16,12	97777		OK ( LITT LAV)
23	04.04.14	18,09	11213	KOMPENSERT	OK
40	21.04.14	16,24	98519		OK





Statens vegvesen

Region Øst  
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

**14.673 Fresing av betongprøver til støv i mm-sjikt**

Oppdragsnr.: 6140003-1 / -2 HIG Utført dato : 11.04.14 og 21.04.2014

Signatur: FTK, HJQ, SS

Prøvenr.	0-3mm	3-5mm	5-7mm	7-9mm	9-12mm	12-16mm	16-20mm	20-25mm			Fresedato Merknader
1A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK			11.04.2014
1B	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK			11.04.2014
2A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK			11.04.2014
1C	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK			21.04.2014
2B	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK			21.04.2014
2C	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK			21.04.2014

**Vedlegg 8:**            Kontroll av Temperatur og RF

Kontroll av Temperatur og RF for kasse med NaCl ----- S1

Kontroll av Temperatur og RF for kasse med MgCl<sub>2</sub> ----- S2



Statens vegvesen

Betonglaboratoriet		AVLESNING AV TEMPERATUR I BAD FOR LAGREDE PRØVER			
Oppdragsnr.		6140003-1/2	Kasse: NaCl		Analysert Klordimntrengning
Ukent./ dato	Temperatur 23°C ± 2°C	Måle instrument	Utført av	Kommentar	
07.03.2014	22,0	B-104	FTK	START TEMP. HOLDET DORA LUKKET	
10.03.2014	22,1	B-104	FTK	Pr.1 B30: 1A,1B	
12.03.2014	20,0	B-104	FTK	Pr.2 B45: 2A	
13.03.2014	20,0	B-104	KBK		
14.03.2014	20,1	B-104	KBK		
17.03.2014	20,1	B-104	KBK		
18.03.2014	20,1	B-104	KBK		
19.03.2014	20,0	B-104	KBK		
20.03.2014	19,8	B-104	KBK		
21.03.2014	21,3	B-104	KBK		
26.03.2014	21,4	B-104	BMG		
27.03.2014	20,8	B-104	FTK		
28.03.2014	20,9	B-104	KBK		
31.03.2014	21,1	B-104	FTK		
01.04.2014	20,5	B-104	FTK		
02.04.2014	20,9	B-104	KBK		
04.04.2014	20,5	B-104	FTK		
07.04.2014	20,8	B-104	FTK		
08.04.2014	20,8	B-104	KBK		
09.04.2014	20,4	B-104	KBK		
10.04.2014	21,3	B-104	KBK		
11.04.2014	20,7	B-104	FTK		



Statens vegvesen

<b>Betonglaboratoriet</b>						
<b>AVLESNING AV TEMPERATUR I BAD FOR LAGREDE PRØVER</b>						
6144003-2/2						
<b>Oppdragsnr.</b>		<b>Kasse: MgCl<sub>2</sub></b>		<b>Analyst Klordimtrenging Romnr.:</b>		
Ukenr./ dato	Temperatur 23°C ± 2°C	Måle instrument	Utført av	Kommentar		
10.03.2014	23,6	B-104	FTK	START TEMP. HOLDET DØRA LUKKET		
12.03.2014	20,0	B-104	FTK	Pr.1 B30: 1A,1B		
13.03.2014	20,1	B-104	FTK	Pr.2 B45: 2A		
14.03.2014	20,2	B-104	KBK			
17.03.2014	20,0	B-104	KBK			
18.03.2014	20,2	B-104	KBK			
19.03.2014	20,1	B-104	KBK			
20.03.2014	19,9	B-104	KBK			
21.03.2014	20,3	B-104	KBK			
26.03.2014	21,7	B-104	KBK			
27.03.2014	21,1	B-104	BMG			
31.03.2014	22,7	B-104	FTK			
01.04.2014	20,7	B-104	KBK			
02.04.2014	22,5	B-104	FTK			
01.04.2014	20,5	B-104	FTK			
02.04.2014	22,5	B-104	KBK			
04.04.2014	21,2	B-104	FTK			
07.04.2014	21,6	B-104	FTK			
08.04.2014	21,3	B-104	KBK			
09.04.2014	20,9	B-104	KBK			
10.04.2014	21,6	B-104	KBK			
11.04.2014	21,8	B-104	FTK			
14.04.2014	20,5	B-104	FTK			
21.04.2014	20,6	B-104	FTK			



**Vedlegg 9:**            B30 og B45 i NaCl med diagram

1A = B30 i NaCl med diagram ----- S1, S2

1B = B30 i NaCl med diagram ----- S3, S4

2A = B45 i NaCl med diagram ----- S5, S6

Sammenlikningsdiagram mellom B30 og B45 i NaCl ----- S7



Statens vegvesen

Region Øst

Sentrallaboratoriet / Regionallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr.: 6140003 HIG Utført dato: 22.04.14 Signatur: FTK, HJQ,SS

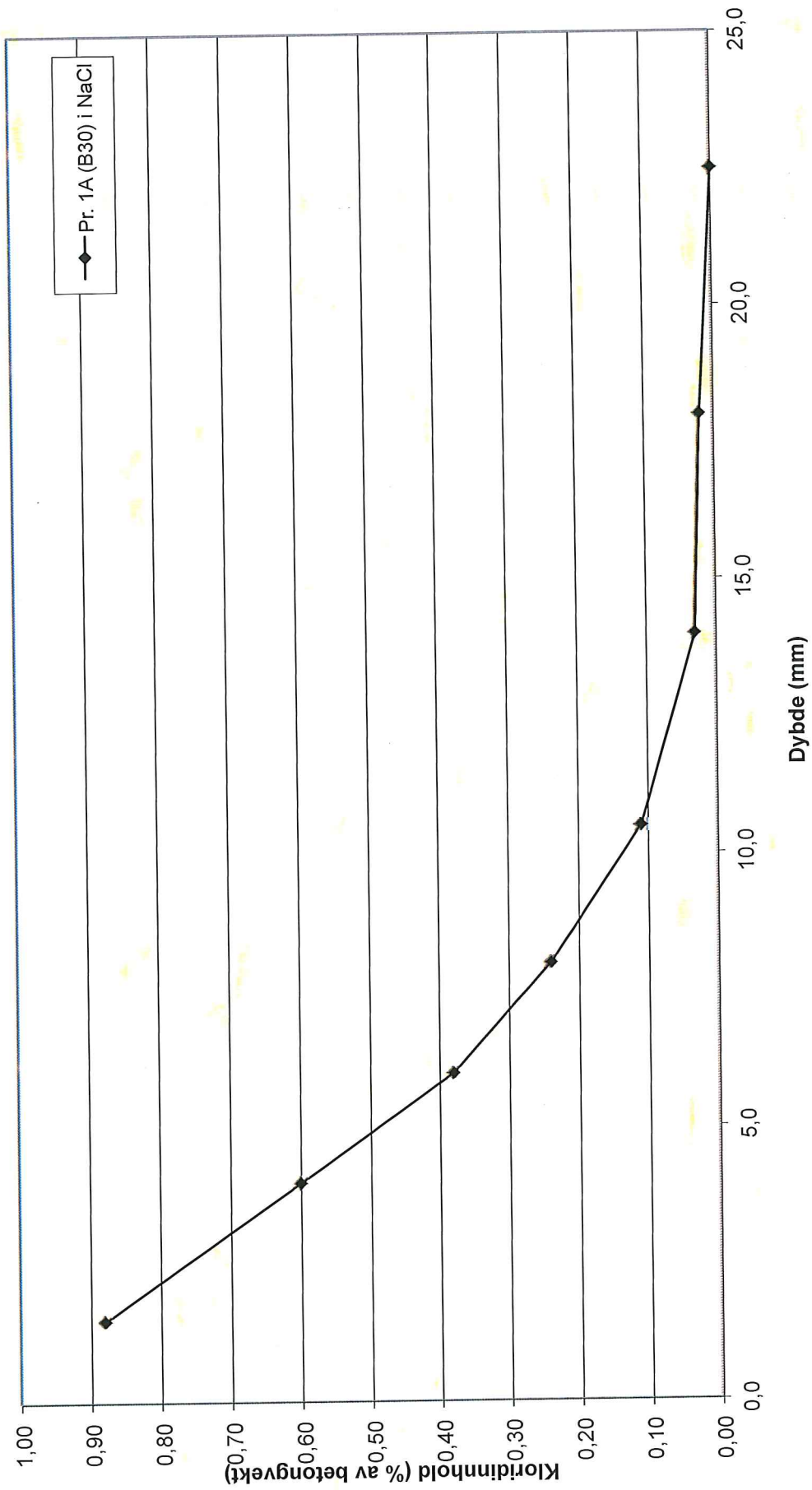
Prosjekt: Kloridtesting, studentoppgave HIG Prøve/Resept: Pr. 1A (B30) i NaCl Støpedato: 04.02.14

Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader
	x	y			
1A-1	0	3	1,5	0,88	1A=B30
1A-2	3	5	4,0	0,60	
1A-3	5	7	6,0	0,38	
1A-4	7	9	8,0	0,24	
1A-5	9	12	10,5	0,11	
1A-6	12	16	14,0	0,03	
1A-7	16	20	18,0	0,02	
1A-8	20	25	22,5	IKKE PÅVIST	< 0,02 %

### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr: 6140003 - 1A(B30)

Resept: Betong kval. B30 i NaCl





Statens vegvesen

Region Øst  
Sentrallaboratoriet / Regionlaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr.:	6140003 HIG	Utført dato:	22.04.14	Signatur:	FTK,HJQ,SS
--------------	-------------	--------------	----------	-----------	------------

Prosjekt:	Kloridtesting, studentoppgave HIG	Prøve:	Pr. 1B (B30) i NaCl	Støpedato:	04.02.14
-----------	-----------------------------------	--------	---------------------	------------	----------

Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader
	x	y			
1B-1	0	3	1,5	0,83	1B=B30
1B-2	3	5	4,0	0,54	
1B-3	5	7	6,0	0,39	
1B-4	7	9	8,0	0,23	
1B-5	9	12	10,5	0,09	
1B-6	12	16	14,0	0,03	
1B-7	16	20	18,0	0,02	
1B-8	20	25	22,5	0,02	



### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr: 6140003 - 1B

Resept: B30 i NaCl

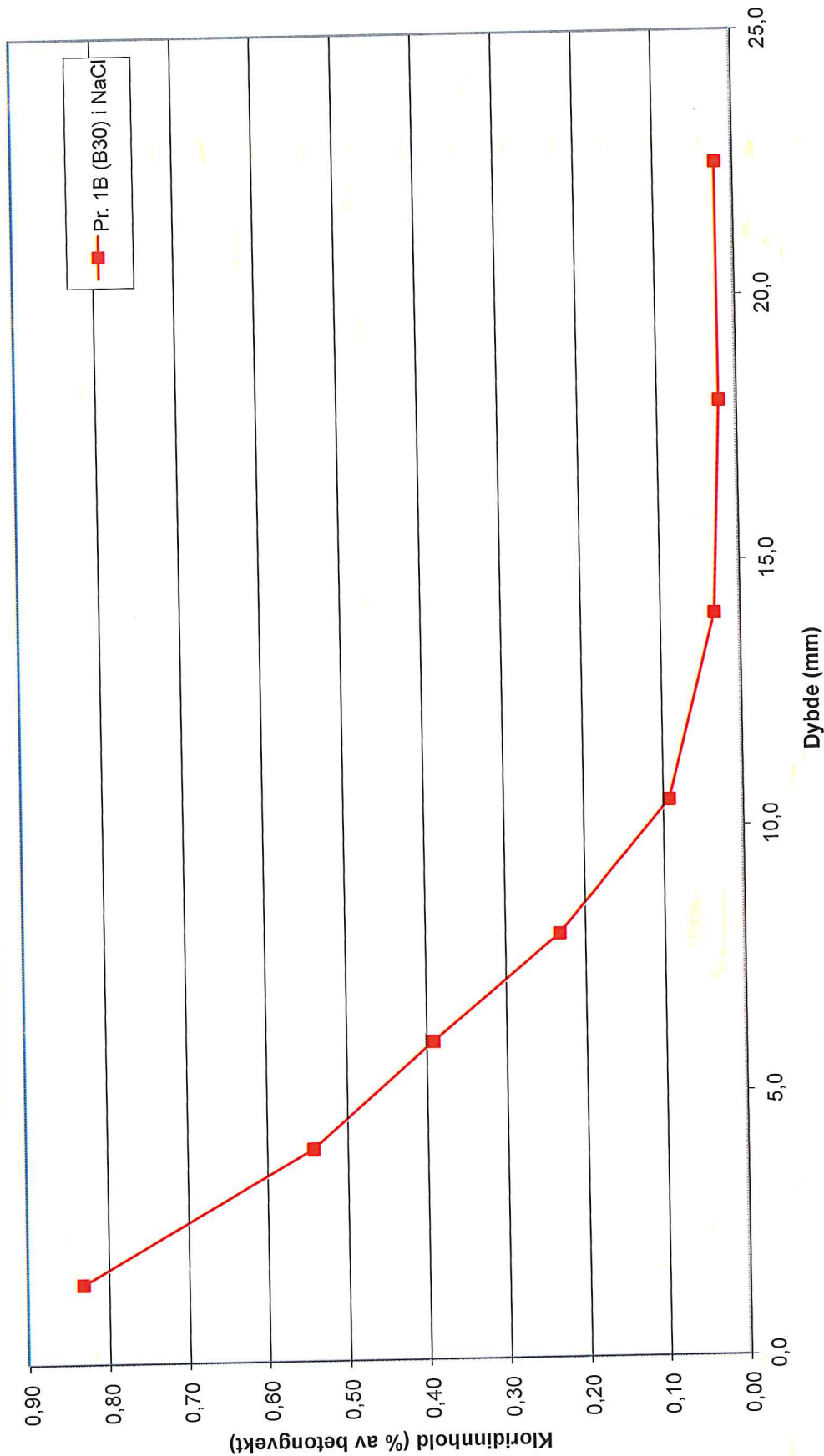


Diagram 1B



Statens vegvesen

Region Øst

Sentrallaboratoriet / Regionlaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr.:	6140003 HIG	Utført dato:	15.04.14	Signatur:	FTK,HJQ,SS
--------------	-------------	--------------	----------	-----------	------------

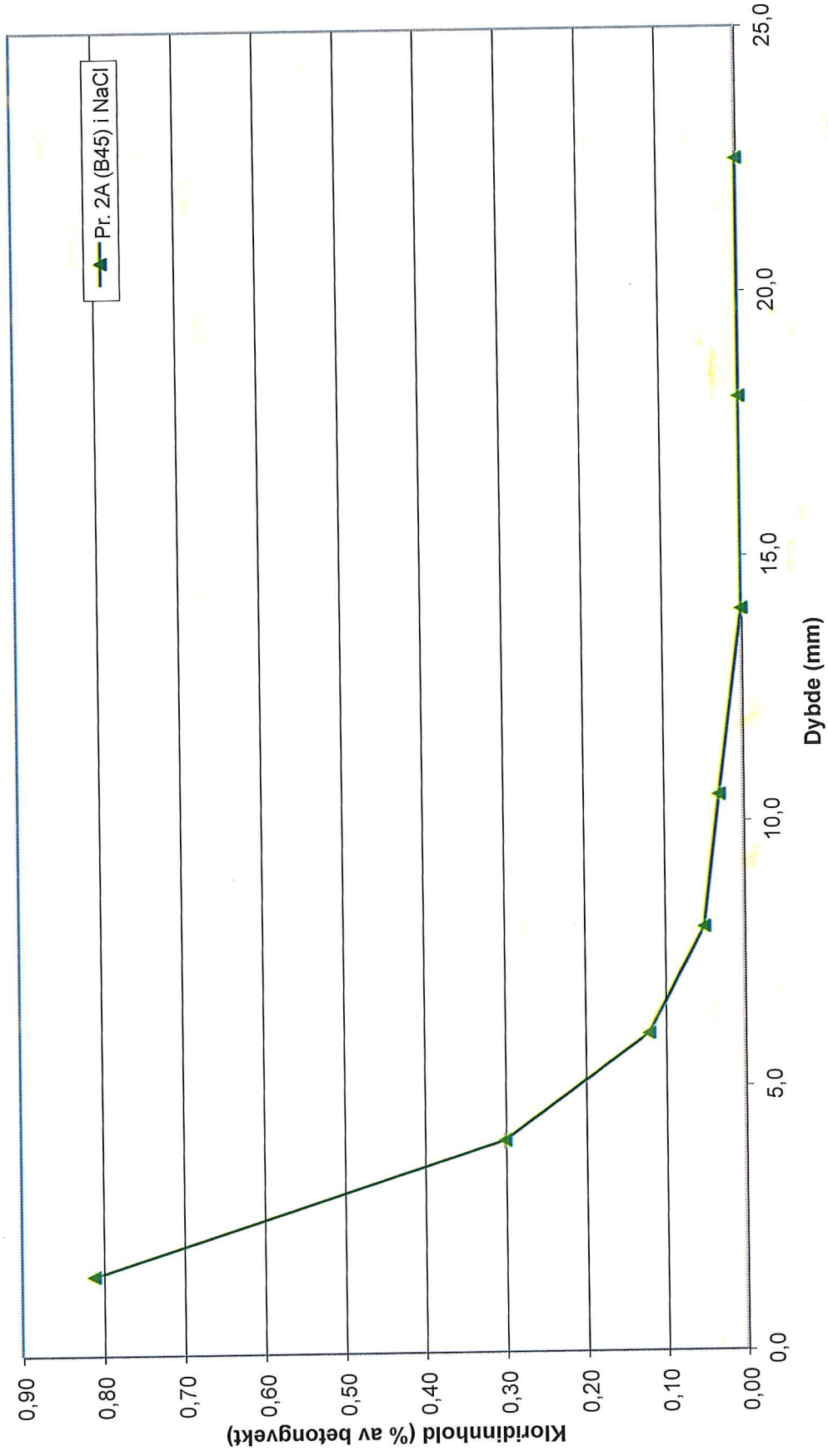
Prosjekt:	Kloridtesting, studentoppgave HIG	Prøve: B30	Pr. 2A (B45) i NaCl	Støpedato:	04.02.14
-----------	-----------------------------------	------------	---------------------	------------	----------

Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader
	x	y			
2A-1	0	3	1,5	0,81	2A= B45
2A-2	3	5	4,0	0,30	
2A-3	5	7	6,0	0,12	
2A-4	7	9	8,0	0,05	
2A-5	9	12	10,5	0,03	
2A-6	12	16	14,0	IKKE PÅVIST	< 0.02
2A-7	16	20	18,0	IKKE PÅVIST	< 0.02
2A-8	20	25	22,5	IKKE PÅVIST	< 0.02

### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr: 6140003 - 2A (B30)

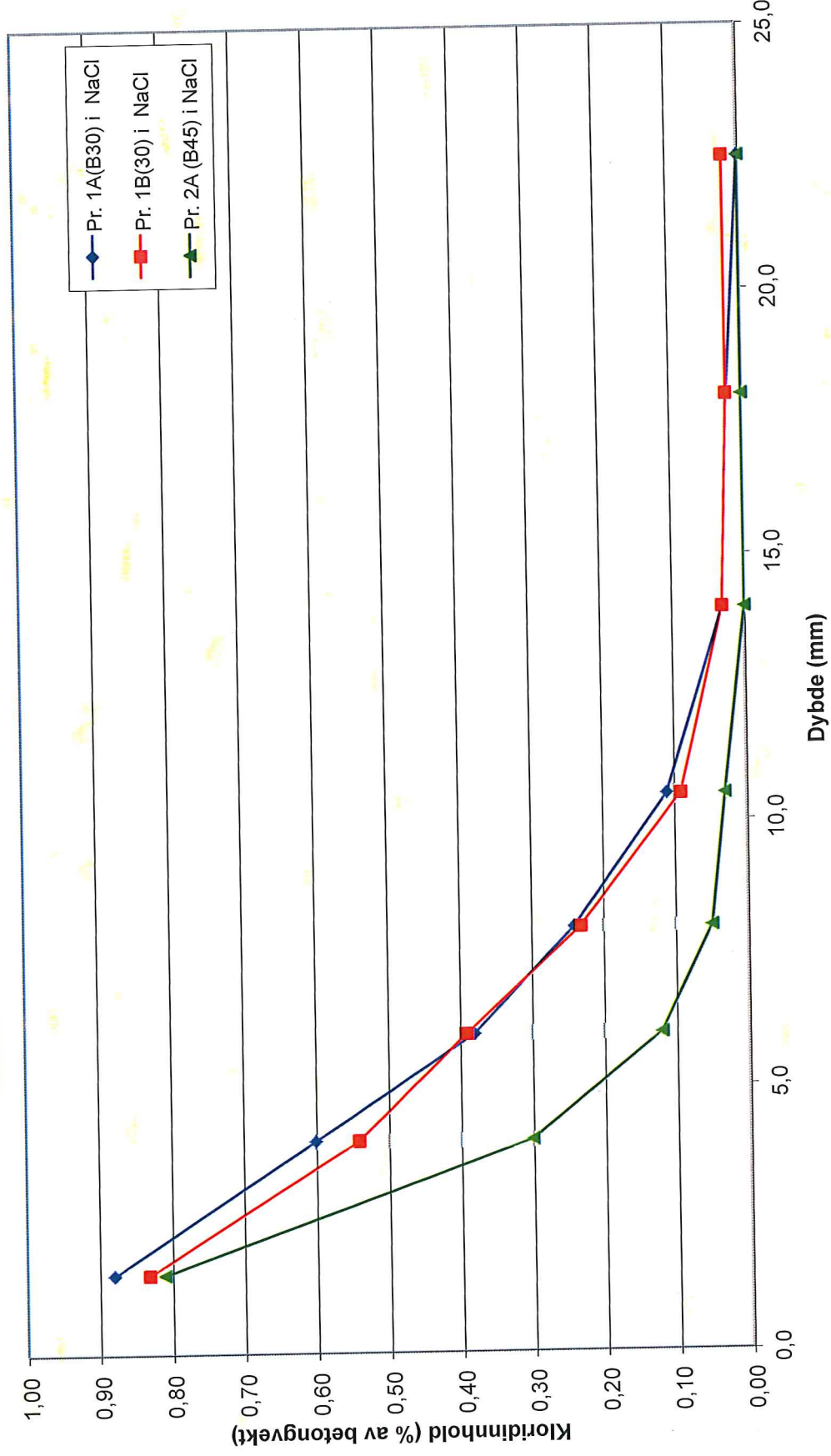
Resept: Betong kval.B30 i NaCl



### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr: 6140003 HIG

Resept: Sammenligning av kloridinntrengningen mellom B30 & B45 I NaCl





**Vedlegg 10:** B30 og B45 i MgCl<sub>2</sub> med diagram

1C = B30 i MgCl<sub>2</sub> med diagram ----- S1, S2

2B = B45 i MgCl<sub>2</sub> med diagram ----- S3, S4

2C = B45 i MgCl<sub>2</sub> med diagram ----- S5, S6

Sammenlikning mellom B30 og B45 i MgCl<sub>2</sub> ----- S7



Statens vegvesen

Region Øst

Sentrallaboratoriet / Regionlaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr.: 6140003 HIG Utført dato: 23.04.2014 Signatur: FTK,HJQ,SS

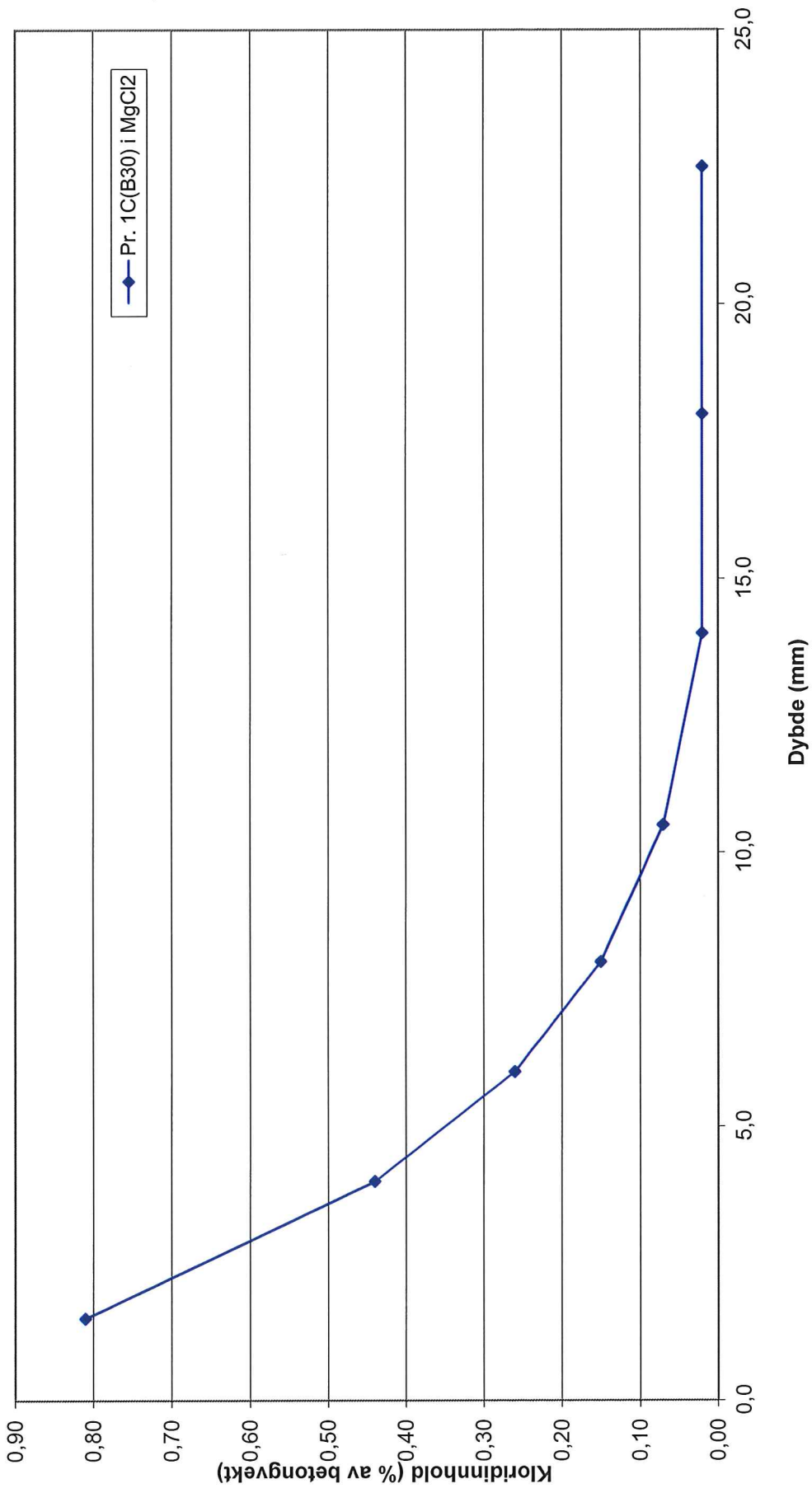
Prosjekt: Kloridtesting, studentoppgave HIG Prøve/Resept: Pr. 1C(B30) i MgCl<sub>2</sub> Støpedato: 04.02.2014

Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader
	x	y			
1C-1	0	3	1,5	0,81	1C= B30
1C-2	3	5	4,0	0,44	
1C-3	5	7	6,0	0,26	
1C-4	7	9	8,0	0,15	
1C-5	9	12	10,5	0,07	
1C-6	12	16	14,0	0,02	
1C-7	16	20	18,0	0,02	
1C-8	20	25	22,5	0,02	

**14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering**

Oppdragsnr: 6140003 - 1C

Resept:





Statens vegvesen

Region Øst

Sentrallaboratoriet / Regionlaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr.: 6140003 HIG Utført dato: 23.04.2014 Signatur: FTK,HJQ,SS

Prosjekt: Kloridtesting, studentoppgave HIG Prøve: Pr. 2B(B45) i MgCl<sub>2</sub> Støpedato: 04.02.2014

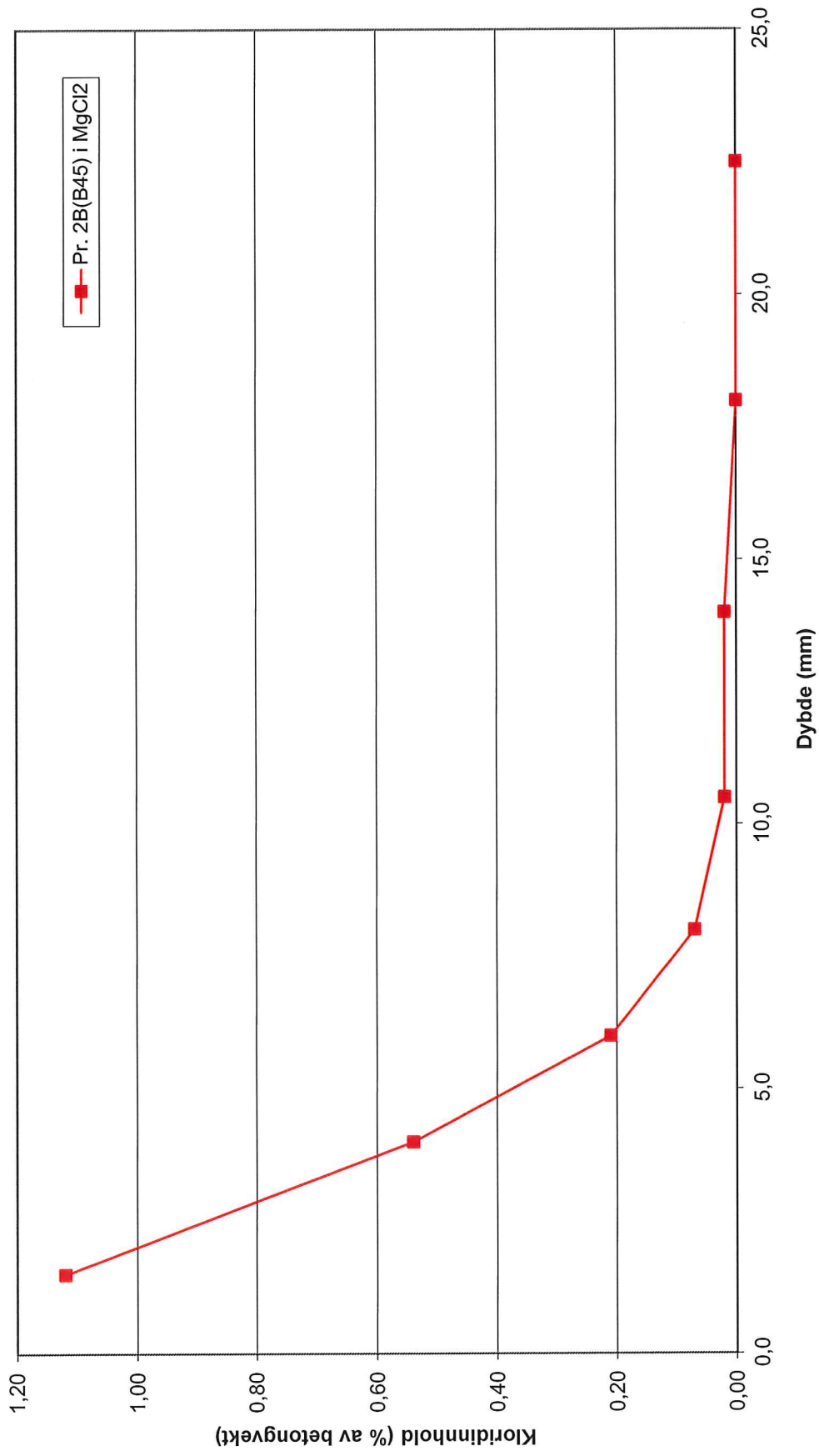
Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader
	x	y			
2B-1	0	3	1,5	1,12	2B=B45
2B-2	3	5	4,0	0,54	
2B-3	5	7	6,0	0,21	
2B-4	7	9	8,0	0,07	
2B-5	9	12	10,5	0,02	
2B-6	12	16	14,0	0,02	
2B-7	16	20	18,0	IKKE PÅVIST	< 0,02 %
2B-8	20	25	22,5	IKKE PÅVIST	< 0,02 %



### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr: 6140003 - 2B

Resept:





Statens vegvesen

Region Øst

Sentrallaboratoriet / Regionlaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

## 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr.: 6140003 HIG Utført dato: 23.04.2014 Signatur: FTK,HJQ,SS

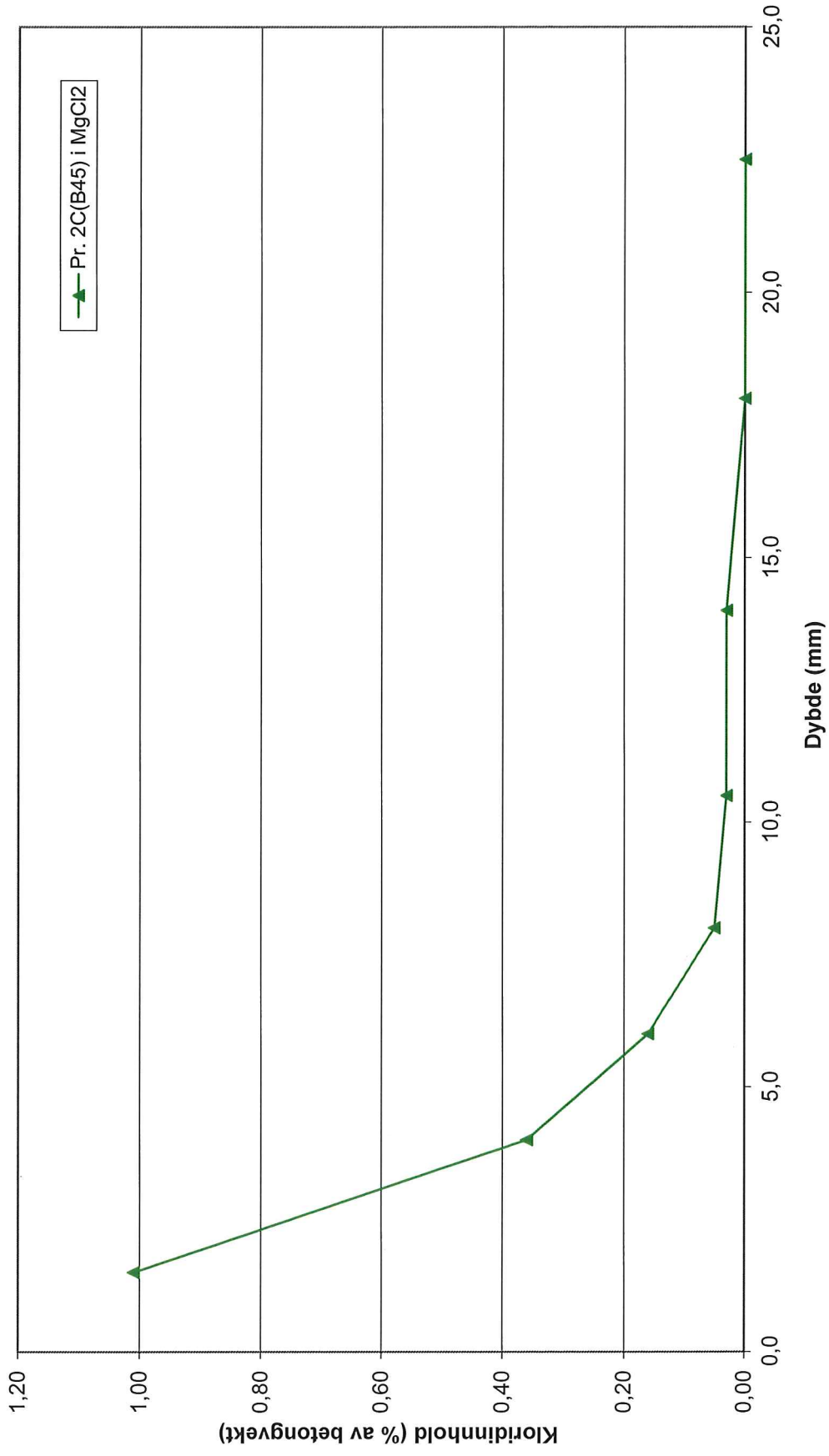
Prosjekt: Kloridtesting, studentoppgave HIG Prøve: Pr. 2C(B45) i MgCl<sub>2</sub> Støpedato: 04.02.2014

Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader
	x	y			
2C-1	0	3	1,5	1,01	2C=B45
2C-2	3	5	4,0	0,36	
2C-3	5	7	6,0	0,16	
2C-4	7	9	8,0	0,05	
2C-5	9	12	10,5	0,03	
2C-6	12	16	14,0	0,03	
2C-7	16	20	18,0	IKKE PÅVIST	< 0,02 %
2C-8	20	25	22,5	IKKE PÅVIST	< 0,02 %

### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr: 6140003 - 2C

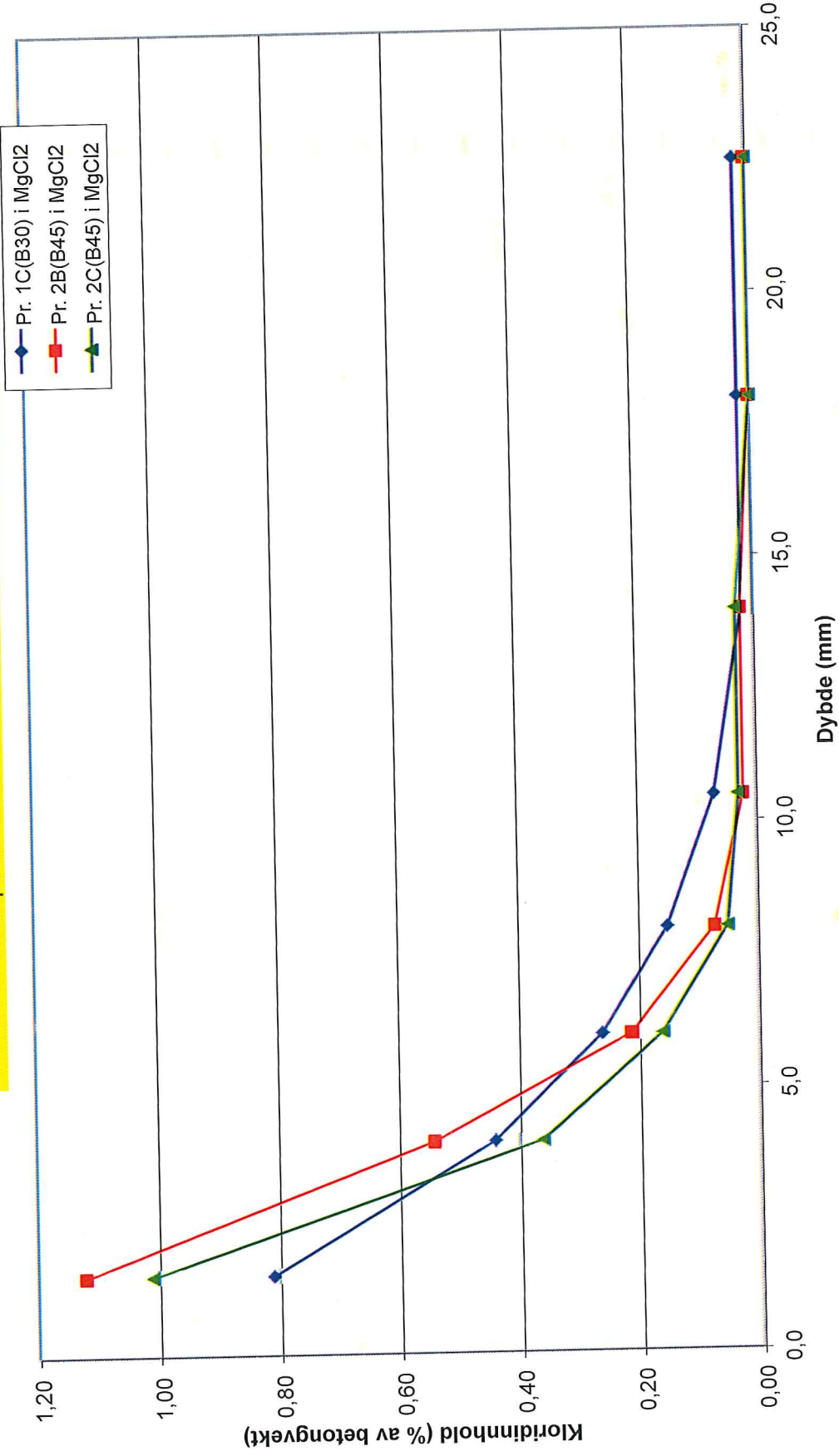
Resept:



### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr: 6140003 - 1C, 2B, 2C

Resept: Sammenlikning mellom B30 og B45 i MgCl<sub>2</sub>





**Vedlegg 11:** B30 i NaCl og MgCl<sub>2</sub> med diagram

1A = B30 i NaCl med diagram, Arbeidsskjema ----- S1, S2, S3

1B = B30 i NaCl med diagram, Arbeidsskjema ----- S4, S5, S6

1C = B30 i MgCl<sub>2</sub> med diagram, Arbeidsskjema ----- S7, S8, S9

B30 i NaCl og MgCl<sub>2</sub> ----- S10



Statens vegvesen

Region Øst

Sentrallaboratoriet / Regionlaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr.: 6140003 HIG Utført dato: 22.04.2014 Signatur: FTK, HJQ,SS

Prosjekt: Kloridtesting, studentoppgave HIG Prøve/Resept: Pr. 1A (B30) i NaCl Støpedato: 04.02.2014

Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader
	x	y			
1A-1	0	3	1,5	0,88	1A=B30
1A-2	3	5	4,0	0,60	
1A-3	5	7	6,0	0,38	
1A-4	7	9	8,0	0,24	
1A-5	9	12	10,5	0,11	
1A-6	12	16	14,0	0,03	
1A-7	16	20	18,0	0,02	
1A-8	20	25	22,5	IKKE PÅVIST	< 0,02 %



## 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Arbeidsskjema

Oppdragsnr.: 6140003--&gt; i NaCl

1A= B30

Utført dato : 14.04.14

Signatur : FTK,HJQ,SS

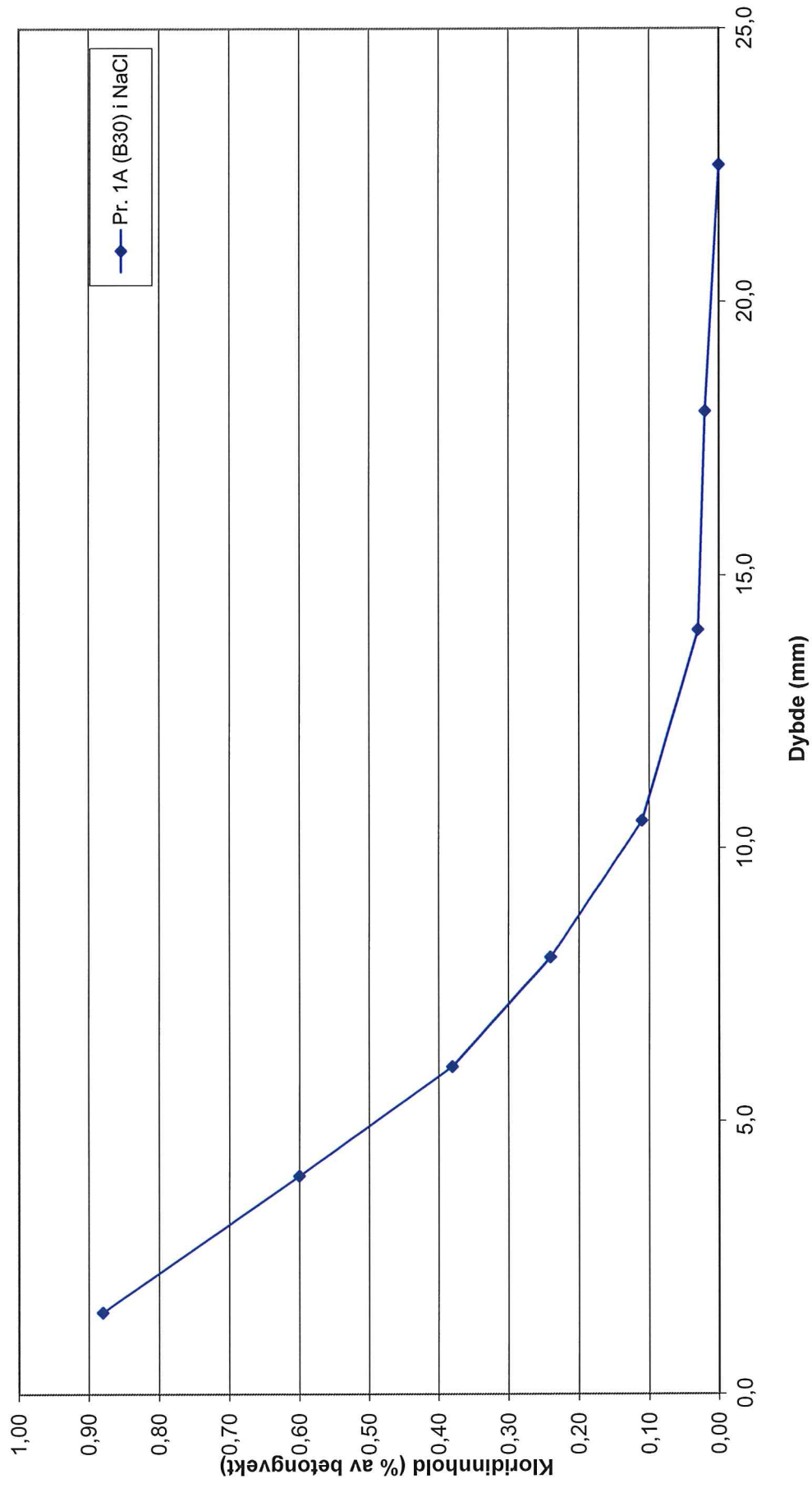
Prøvenr. Sjikt nr.	Sjikt (mm)	Analyse dato	Masse begergl. (g)	Masse begergl.og pr. (g)	Innveid prøve (g)	Innveid dest.vann (g)	Titert volum (ml)	Konsentr. av HNO3 (%)	Molaritet av AgNO3 (mol/l)	Titert innvekt (g)	Forbruk av titreringsvæske AgNO3 (ml)	Totalt innhold av klorid i ppm	Middelv av paralleller (ppm)	Klorider av betongvekt (%)
1A-1	0-3	15.04.14	46,176	51,266	5,090	250	50	10	0,100	1,018	2,504	8720	8755	0,88
											2,524	8789		
1A-2	3-5	15.04.14	45,580	50,713	5,133	250	50	10	0,100	1,027	1,753	6051	6044	0,60
											1,749	6037		
1A-3	5-7	15.04.14	50,967	56,113	5,146	250	50	10	0,100	1,029	1,119	3855	3847	0,38
											1,114	3838		
1A-4	7-9	15.04.14	46,367	51,467	5,100	250	50	10	0,100	1,020	0,686	2384,00	2402	0,24
											0,696	2419,00		
1A-5	9-12	15.04.14	46,664	51,802	5,138	250	50	10	0,100	1,028	0,318	1097,00	1113	0,11
											0,327	1128,00		
1A-6	12-16	15.04.14	50,691	55,850	5,159	250	50	10	0,100	1,032	0,084	289,00	294	0,03
											0,087	299,00		
1A-7	16-20	15.04.14	45,589	50,633	5,044	250	50	10	0,100	1,009	0,087	MEP	218	0,02
											0,062	218,00		
1A-8	20-25	15.04.14	44,303	49,405	5,102	250	50	10	0,100	1,020	0,062	MEP	IKKE PÅVIST	IKKE PÅVIST (MINDRE ENN 0.02)

MERKNADER:

### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr: 6140003 - 1A(B30)

Resept: Betong kval. B30 i NaCl







Statens vegvesen

Region Øst

Sentrallaboratoriet / Regionlaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr.: 6140003 HIG Utført dato: 22.04.2014 Signatur: FTK,HJQ,SS

Prosjekt: Kloridtesting, studentoppgave HIG Prøve: Pr. 1B (B30) i NaCl Støpedato: 04.02.2014

Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader
	x	y			
1B-1	0	3	1,5	0,83	1B=B30
1B-2	3	5	4,0	0,54	
1B-3	5	7	6,0	0,39	
1B-4	7	9	8,0	0,23	
1B-5	9	12	10,5	0,09	
1B-6	12	16	14,0	0,03	
1B-7	16	20	18,0	0,02	
1B-8	20	25	22,5	0,02	



## 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr.: 6140003--&gt; i NaCl

1B= B30

Utført dato : 14.04.14

Signatur : FTK, HJQ,SS

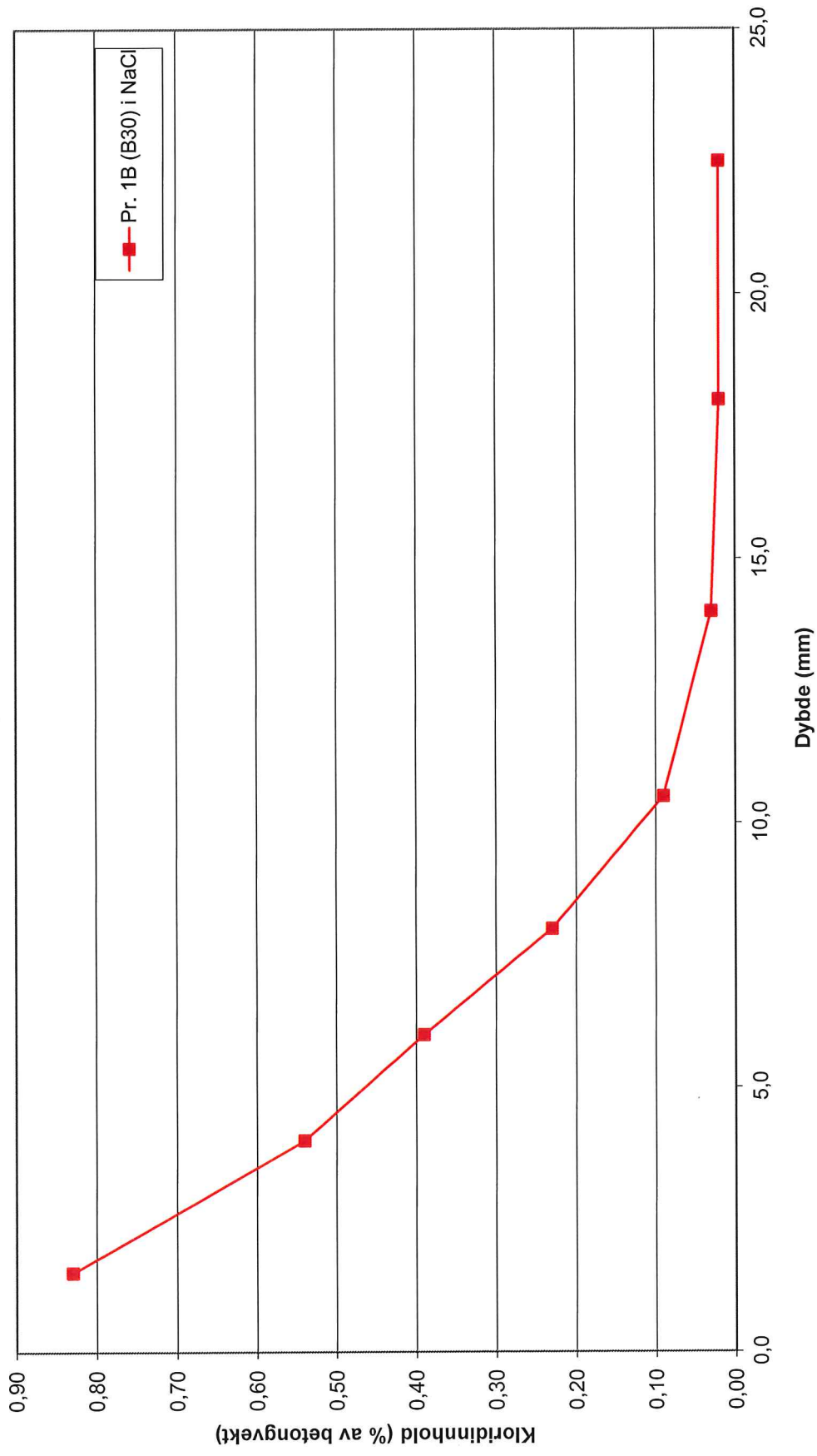
Prøvenr. Sjikt nr.	Sjikt (mm)	Analyse dato	Masse begergl. (g)	Masse begergl. og pr. (g)	Innveid prøve (g)	Innveid dest.vann (g)	Titret volum (ml)	Konsentr. av HNO <sub>3</sub> (%)	Molaritet av AgNO <sub>3</sub> (mol/l)	Titret Innvekt (g)	Forbruk av titrervæske AgNO <sub>3</sub> (ml)	Totalt innhold av klorid i ppm	Middel av paralleller (ppm)	Klorider av betongvekt (%)
1B-1	0-3	15.04.14	47,197	52,333	5,136	250	50	10	0,100	1,027	2,404	8298	8310	0,83
											2,411	8322		
1B-2	3-5	15.04.14	51,515	56,638	5,123	250	50	10	0,100	1,025	1565	5413	5392	0,54
											1553	5371		
1B-3	5-7	15.04.14	51,327	56,443	5,116	250	50	10	0,100	1,023	1,130	3916	3935	0,39
											1,141	3954		
1B-4	7-9	15.04.14	50,767	55,899	5,132	250	50	10	0,100	1,026	0,648	2239,00	2263	0,23
											0,662	2287,00		
1B-5	9-12	15.04.14	50,833	55,987	5,154	250	50	10	0,100	1,031	0,272	935,00	944	0,09
											0,277	952,00		
1B-6	12-16	15.04.14	52,030	57,187	5,157	250	50	10	0,100	1,031	0,071	244,00	256	0,03
											0,078	268,00		
1B-7	16-20	15.04.14	50,897	56,050	5,153	250	50	10	0,100	1,031	0,047	162,00	174	0,02
											0,054	186,00		
1B-8	20-25	15.04.14	48,941	54,080	5,139	250	50	10	0,100	1,028		MEP	200	0,02
											0,058	200,00		

MERKNADER:

### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr: 6140003 - 1B

Resept: B30 i NaCl





Statens vegvesen

Region Øst

Sentrallaboratoriet / Regionlaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr.: 6140003 HIG      Utført dato: 23.04.2014      Signatur: FTK,HJQ,SS

Prosjekt: Kloridtesting, studentoppgave HIG      Prøve: Pr. 1C (B30) i MgCl<sub>2</sub>      Støpedato: 04.02.2014

Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader
	x	y			
1C-1	0	3	1,5	0,81	1C=B30
1C-2	3	5	4,0	0,44	
1C-3	5	7	6,0	0,26	
1C-4	7	9	8,0	0,15	
1C-5	9	12	10,5	0,07	
1C-6	12	16	14,0	0,02	
1C-7	16	20	18,0	0,02	
1C-8	20	25	22,5	0,02	





## 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titring

Arbeidsskjema

Oppdragsnr.: 6140003--&gt; i MgCl2

1C-B30

Utført dato : 21.04.14

Signatur : FTK,HJQ,SS

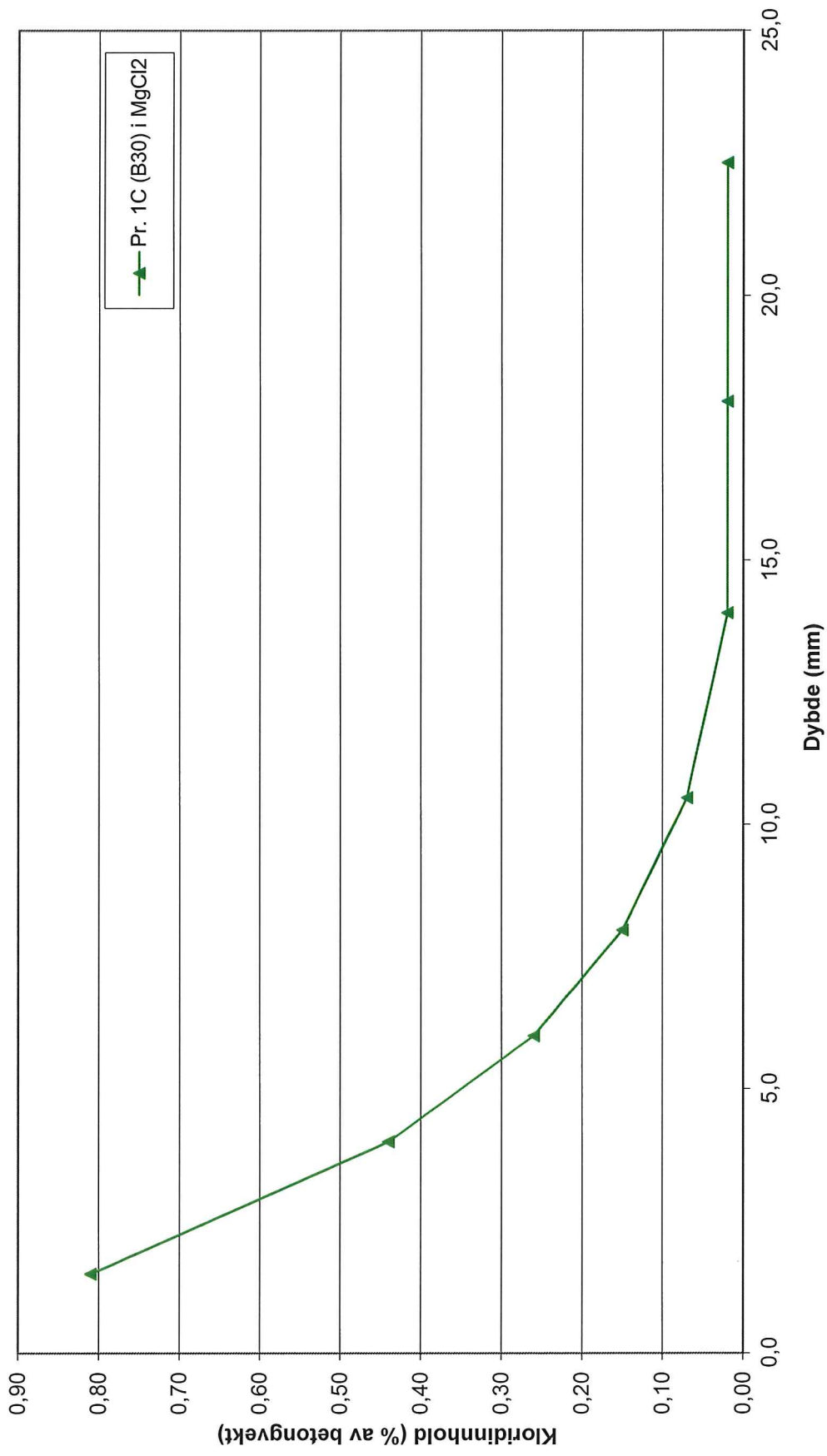
Prøvenr. Sjiktnr.	Sjikt (mm)	Analyse dato	Masse begergl. (g)	Masse begergl. og pr. (g)	Innveid prøve (g)	Innveid dest.vann (g)	Titrent volum (ml)	Konsentr. av HNO3 (%)	Molaritet av AgNO3 (mol/l)	Titrent innvekt (g)	Forbruk av titreringsvæske AgNO3 (ml)	Totalt innhold av klorid i ppm	Middel av paralleller (ppm)	Klorider av betongvekt (%)
1C-1	0-3	22.04.14	47,273	52,435	5,162	250	50	10	0,100	1,032	2,373	8151	8133	0,81
											2,362	8114		
1C-2	3-5	22.04.14	44,686	49,778	5,092	250	50	10	0,100	1,018	1,264	4402	4416	0,44
											1,272	4430		
1C-3	5-7	22.04.14	52,841	57,944	5,103	250	50	10	0,100	1,021	0,752	264	2589	0,26
											0,739	2566		
1C-4	7-9	22.04.14	48,436	53,545	5,109	250	50	10	0,100	1,022	0,428	1485,00	1469	0,15
											0,419	1453,00		
1C-5	9-12	22.04.14	45,606	50,720	5,114	250	50	10	0,100	1,023	0,202	700,00	693	0,07
											0,198	686,00		
1C-6	12-16	22.04.14	45,721	50,845	5,124	250	50	10	0,100	1,025	0,066	228,00	221	0,02
											0,062	214,00		
1C-7	16-20	22.04.14	51,550	56,699	5,149	250	50	10	0,100	1,030	0,058	200,00	193	0,02
											0,054	186,00		
1C-8	20-25	22.04.14	46,113	51,272	5,159	250	50	10	0,100	1,032	0,054	186,00	186	0,02

## MERKNADER:

### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr: 6140003 - 1C

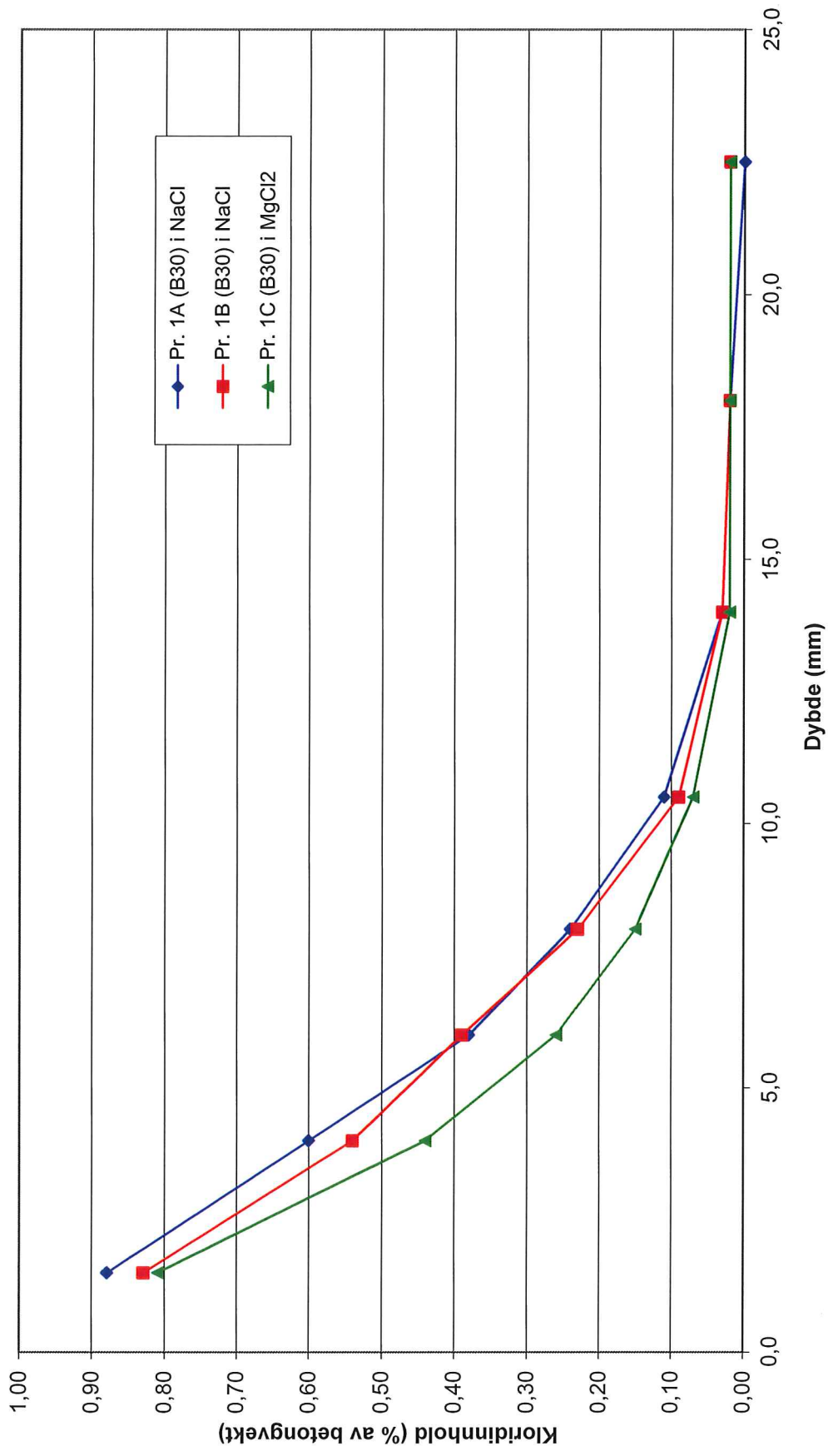
Resept: B30 i MgCl<sub>2</sub>



### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr: 6140003 - (1A, 1B), 1C

Resept: B30 i (NaCl) & MgCl<sub>2</sub>



**Vedlegg 12:** B45 i NaCl og MgCl<sub>2</sub> med diagram





Statens vegvesen

Region Øst

Sentrallaboratoriet / Regionlaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

## 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr.: 6140003 HIG Utført dato: 23.04.2014 Signatur: FTK,HJQ,SS

Prosjekt: Kloridtesting, studentoppgave HIG Prøve/Resept: Pr. 2A (B45) i NaCl Støpedato: 04.02.2014

Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader
	x	y			
2A-1	0	3	1,5	0,81	2A= B45
2A-2	3	5	4,0	0,30	
2A-3	5	7	6,0	0,12	
2A-4	7	9	8,0	0,05	
2A-5	9	12	10,5	0,03	
2A-6	12	16	14,0	IKKE PÅVIST	< 0,02 %
2A-7	16	20	18,0	IKKE PÅVIST	< 0,02 %
2A-8	20	25	22,5	IKKE PÅVIST	< 0,02 %



**14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering**

Oppdragsnr.: 6140003 --&gt; i NaCl

2A= B45

Utført dato : 14.04.14

Signatur : FTK, HJQ, SS

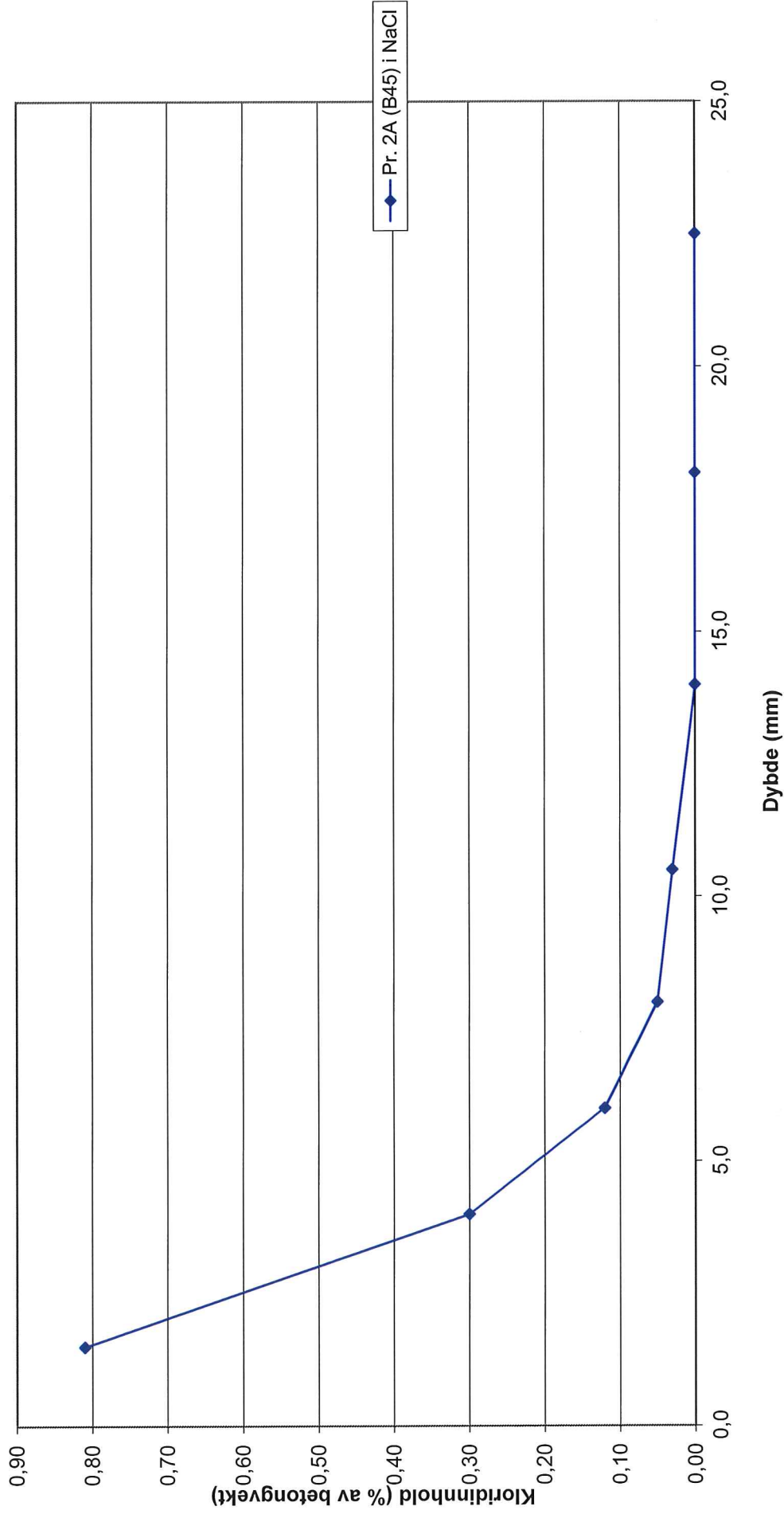
Prøvenr. Sjiktnr.	Sjikt (mm)	Analyse dato	Masse begergl. (g)	Masse begergl. og prøve (g)	Innveid dest.vann (g)	Titret volum (ml)	Konsentr. av HNO <sub>3</sub> (%)	Molaritet av AgNO <sub>3</sub> (mol/l)	Titret innvekt (g)	Forbruk av titrerings AgNO <sub>3</sub> (ml)	Totalt innhold av klorid i ppm	Middel av paralleller (ppm)	Klorider av betongvekt (%)
2A-1	0-3	15.04.14	45,675	50,766	5,091	50	10	0,100	1,018	2,321	8082	8086	0,81
2A-2	3-5	15.04.14	45,280	50,378	5,098	50	10	0,100	1,020	0,864	3003	2991	0,30
2A-3	5-7	15.04.14	50,986	56,106	5,120	50	10	0,100	1,024	0,857	1181	1155	0,12
2A-4	7-9	15.04.14	48,129	53,228	5,099	50	10	0,100	1,020	0,158	549,00	522	0,05
2A-5	9-12	15.04.14	52,809	57,929	5,120	50	10	0,100	1,024	0,087	301,00	258	0,03
2A-6	12-16	15.04.14	51,652	56,766	5,114	50	10	0,100	1,023			IKKE PÅVIST	MINDRE ENN 0,02
2A-7	16-20	15.04.14	51,807	56,906	5,099	50	10	0,100	1,020			IKKE PÅVIST	MINDRE ENN 0,02
2A-8	20-25	15.04.14	48,620	53,717	5,097	50	10	0,100	1,019			IKKE PÅVIST	MINDRE ENN 0,02

MERKNADER:

### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr: 6140003 - 2A(B45)

Resept: B45 i NaCl





Statens vegvesen

Region Øst

Sentrallaboratoriet / Regionlaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr.: 6140003 HIG Utført dato: 23.04.2014 Signatur: FTK,HJQ,SS

Prosjekt: Kloridtesting, studentoppgave HIG Prøve: Pr. 2B (B45) i MgCl<sub>2</sub> Støpedato: 04.02.2014

Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader
	x	y			
2B-1	0	3	1,5	1,12	2B= B45
2B-2	3	5	4,0	0,54	
2B-3	5	7	6,0	0,21	
2B-4	7	9	8,0	0,07	
2B-5	9	12	10,5	0,02	
2B-6	12	16	14,0	0,02	
2B-7	16	20	18,0	IKKE PÅVIST	< 0,02 %
2B-8	20	25	22,5	IKKE PÅVIST	< 0,02 %





<b>14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering</b>	
<b>Oppdragsnr.: 6140003--&gt; i MgCl2</b>	<b>2B= B45</b>
<b>Arbeidsskjema</b>	
<b>Signatu HJQ,SS</b>	
<b>Utført dato : 21.04.14</b>	

Prøvent. Sjikt nr.	Sjikt (mm)	Analyse dato	Masse begergl. (g)	Masse begergl.og pr. (g)	Innveid prøve (g)	Innveid dest.vann (g)	Titrvett volum (ml)	Konsentr. av HN03 (%)	Molaritet av AgNO3 (mol/l)	Titrvett innvekt (g)	Forbruk av titrvæske AgNO3 (ml)	Totalt innhold av klorid i ppm	Middel av paralleller (ppm)	Klorider av betongvekt (%)
2B-1	0-3	22.04.14	47,021	52,117	5,096	250	50	10	0,100	1,019	3,228	11230	11202	1,12
											3,212	11174		
2B-2	3-5	22.04.14	43,137	48,243	5,106	250	50	10	0,100	1,021	1,541	5350	5376	0,54
											1,554	5396		
2B-3	5-7	22.04.14	45,672	50,804	5,132	250	50	10	0,100	1,026	0,616	2128	2111	0,21
											0,606	2094		
2B-4	7-9	22.04.14	50,473	55,582	5,109	250	50	10	0,100	1,022	0,215	746,00	697,5	0,07
											0,187	649,00		
2B-5	9-12	22.04.14	51,977	57,125	5,148	250	50	10	0,100	1,030	0,07	241,00	245	0,02
											0,072	248,00		
2B-6	12-16	22.04.14	51,270	56,387	5,117	250	50	10	0,100	1,023	0,077	267,00	252	0,02
											0,068	236,00		
2B-7	16-20	22.04.14	46,463	51,580	5,117	250	50	10	0,100	1,023			< 0,02	< 0,02
2B-8	20-25	22.04.14	50,922	56,093	5,171	250	50	10	0,100	1,034				

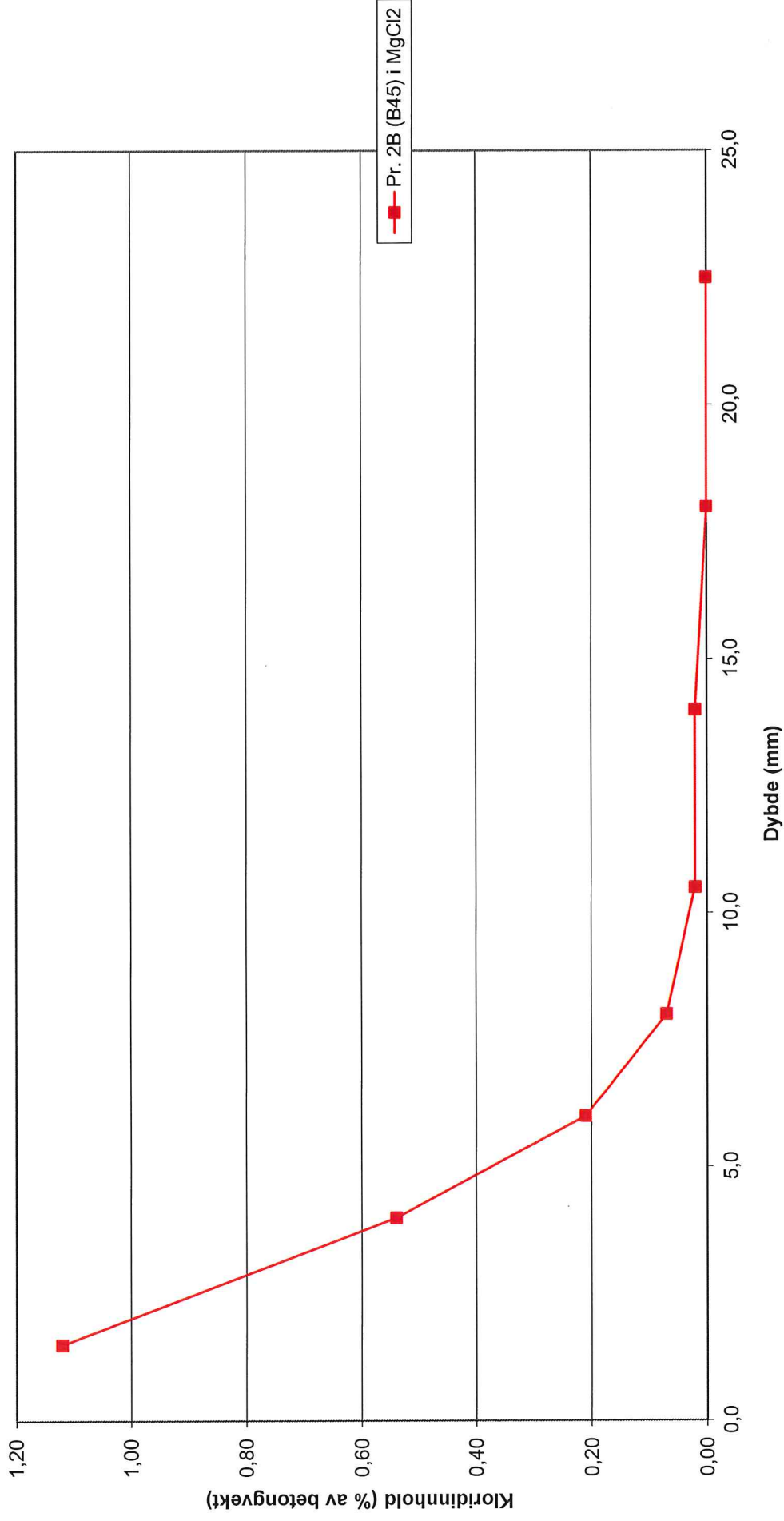
**MERKNADER:**



### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr: 6140003 - 2B(B45)

Resept: B45 i MgCl<sub>2</sub>





Statens vegvesen

Region Øst

Sentrallaboratoriet / Regionlaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr.: 6140003 HIG Utført dato: 23.04.2014 Signatur: FTK,HJQ,SS

Prosjekt: Kloridtesting, studentoppgave HIG Prøve: Pr. 2C (B45) i MgCl<sub>2</sub> Støpedato: 04.02.2014

Prøvenr.	Sjikt (x-y mm)		Dybde	Klorider i % av betongvekten	Merknader
	x	y			
2C-1	0	3	1,5	1,01	2C= B45
2C-2	3	5	4,0	0,36	
2C-3	5	7	6,0	0,16	
2C-4	7	9	8,0	0,05	
2C-5	9	12	10,5	0,03	
2C-6	12	16	14,0	0,03	
2C-7	16	20	18,0	IKKE PÅVIST	< 0,02 %
2C-8	20	25	22,5	IKKE PÅVIST	< 0,02 %



14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering		Arbeidsskjema	
Oppdragsnr.: 6140003 --> i MgCl2	2C= B45	Signatur: HJQ,SS	
Utført dato : 21.04.14			

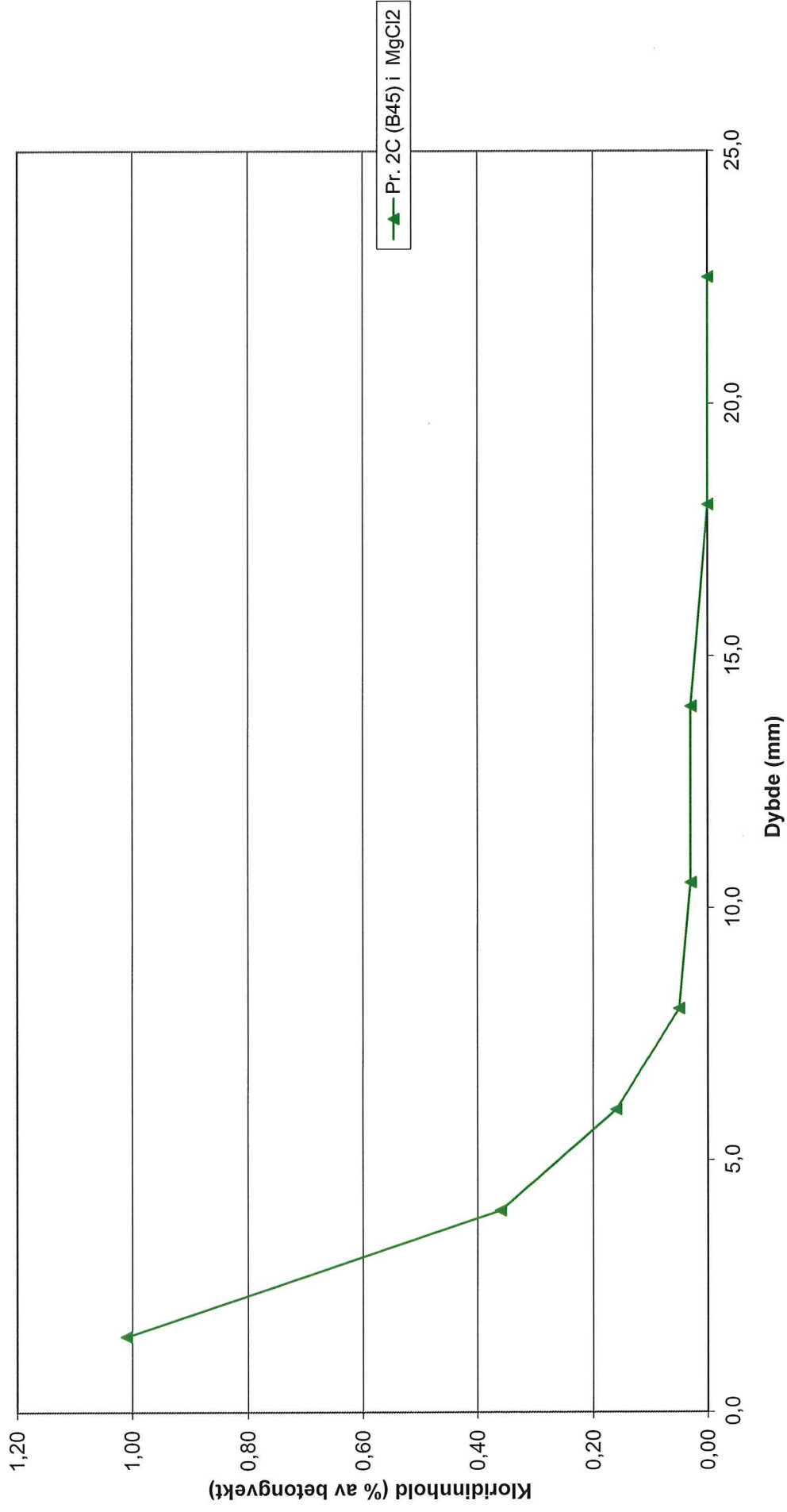
Prøvenr. Sjiktnr.	Sjikt (mm)	Analyse dato	Masse begergl. (g)	Masse begergl. og pr. (g)	Innveid prøve (g)	Innveid dest.vann (g)	Titret volum (ml)	Konsentr. av HNO3 (%)	Molaritet av AgNO3 (mol/l)	Titret innvekt (g)	Forbruk av titreringsvæske AgNO3 (ml)	Totalt innhold av klorid i ppm	Middel av paralleller (ppm)	Klorider av betongvekt (%)
2C-1	0-3	22.04.14	46,892	52,003	5,111	250	50	10	0,100	1,022	2,894	10038	10073	1,01
2C-2	3-5	22.04.14	50,559	55,655	5,096	250	50	10	0,100	1,019	1,028	3576	3559	0,36
2C-3	5-7	22.04.14	53,395	58,491	5,096	250	50	10	0,100	1,019	0,464	1614	1595	0,16
2C-4	7-9	22.04.14	52,195	57,295	5,100	250	50	10	0,100	1,020	0,141	490,00	452	0,05
2C-5	9-12	22.04.14	46,273	51,379	5,106	257	50	10	0,100	0,993	0,077	275,00	282	0,03
2C-6	12-16	22.04.14	47,360	52,484	5,124	250	50	10	0,100	1,025	0,081	285,00	263	0,03
2C-7	16-20	22.04.14	45,905	51,030	5,125	250	50	10	0,100	1,025		<0,02	< 0,02	IKKE PÅVIST
2C-8	20-25	22.04.14	46,863	51,973	5,110	250	50	10	0,100	1,022	0,076	<0,02	< 0,02	IKKE PÅVIST

## MERKNADER:

### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr: 6140003 - 2C(B45)

Resept: (B45) i MgCl<sub>2</sub>

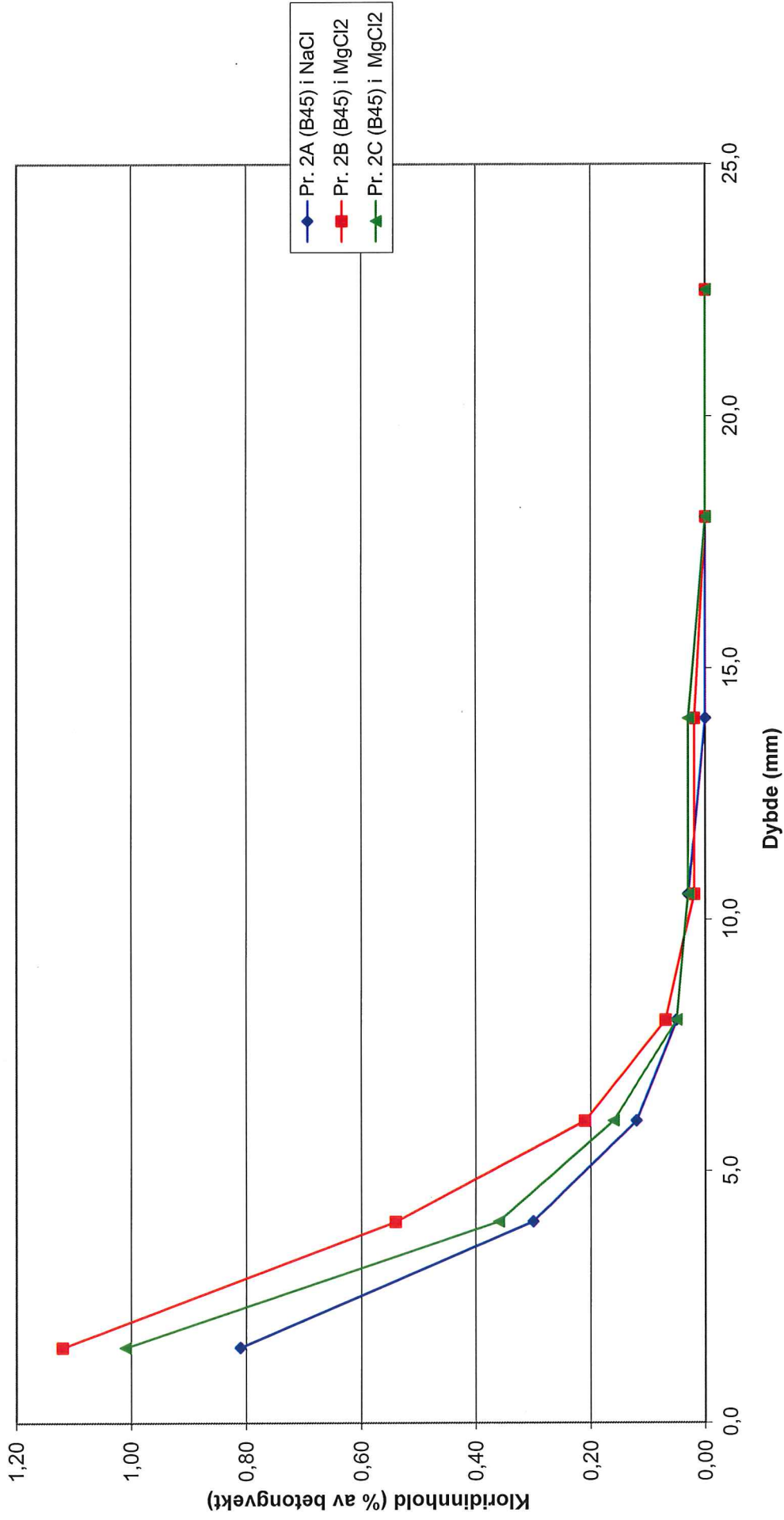




### 14.643 Kloridinnhold i betongpulver ved potensiometrisk titrering

Oppdragsnr: 6140003 - 2A, 2B, 2C(B45)

Resept: Sammenligning på B45 i NaCl og MgCl<sub>2</sub>



**Vedlegg 13:** Eksemplar Lab-rapporter

1 eksempl av 6 stk. Rapporter av boreprøver på Hunnselva brua-----	S1
1 eksempl av 6 stk. Rapporter av boreprøver på Sandvold brua -----	S2
1 eksempl av 12 stk. Rapporter av Refene til klossene -----	S3
2 eksempl av 12 stk. Rapporter på Saltkonsentrasjoner -----	S4, S5
2 eksempl av 96 stk. Rapporter om kloridinnhold i ulike dybder av prøvestykkene -----	S6, S7

6140003-3

20/2-14

Hunselwa brn

```

*fr
716 DMS Titrimo      .√=2nT 716.0022
date 2014-02-20     time 15:42   193
U(init)              65 mV  DET U  Chloride
smpl size            0.996 g   id 1    1
EPI                  0.429 ml   -13 mV
Chloride             1557.45 ppm
NaCl                  0.26 %
stop EP reached
=====

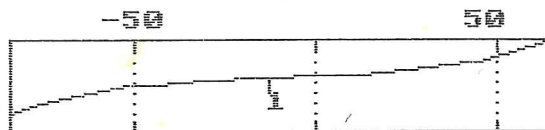
```

0-15 m

```

*cu
716 DMS Titrimo      .√=2nT 716.0022
date 2014-02-20     time 15:42   193
start V              0.000 ml DET U  Chloride
1.0 ml/div           dU=50.0 mV/div

```



```

*fr
716 DMS Titrimo      .√=2nT 716.0022
date 2014-02-20     time 15:44   194
(init)              61 mV  DET U  Chloride
smpl size            0.996 g   id 1    1
EPI                  0.433 ml   -15 mV
Chloride             1571.97 ppm
NaCl                  0.26 %
stop EP reached
=====

```

0-15 mm

```

*cu
716 DMS Titrimo      .√=2nT 716.0022
date 2014-02-20     time 15:44   194
start V              0.000 ml DET U  Chloride
1.0 ml/div           dU=50.0 mV/div

```

S<sub>1</sub>

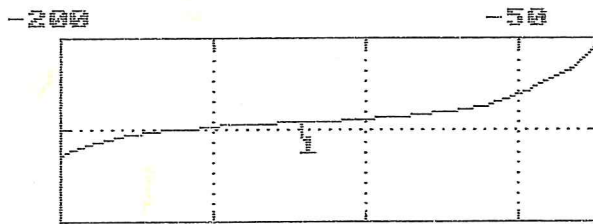
6140003-4 Laren bna  
Sandvoll bna

10/3-14

4-1 0-15 mm

\*fv  
716 DMS Titrimo .N=2n<sub>n</sub>T 716.0022  
date 2014-03-10 time 15:11 3  
U(init) -24 mV DET U Chloride  
smpl size 1.017 g id 1 4-1  
EP1 0.931 ml -121 mV  
Chloride 3310.13 PPM  
NaCl 0.55 %  
stop EP reached  
=====

\*cu  
716 DMS Titrimo .N=2n<sub>n</sub>T 716.0022  
date 2014-03-10 time 15:12 3  
start V 0.000 ml DET U Chloride  
.0 ml/div dU=50.0 mV/div



\*fv  
716 DMS Titrimo .N=2n<sub>n</sub>T 716.0022  
date 2014-03-10 time 15:17 4  
U(init) 73 mV DET U Chloride  
smpl size 1.017 g id 1 4-1  
EP1 0.933 ml -122 mV  
Chloride 3317.24 PPM  
NaCl 0.55 %  
stop EP reached  
=====

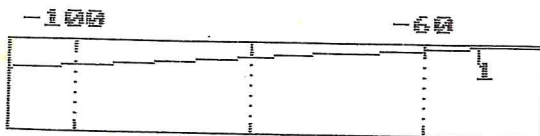
\*cu  
716 DMS Titrimo .N=2n<sub>n</sub>T 716.0022  
date 2014-03-10 time 15:17 4  
start V 0.000 ml DET U Chloride  
1.0 ml/div dU=50.0 mV/div



REF 2A

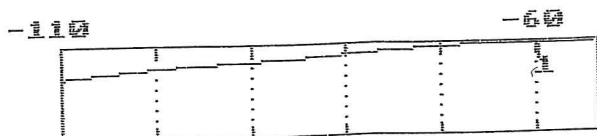
\*fv  
716 DMS Titrimo . $\sqrt{=2n_T}$  716.0022  
date 2014-04-16 time 09:34 71  
U(init) -46 mV DET U Chloride  
smpl size 1.056 g id 1 2A  
EPI 0.082 ml -54 mV  
Chloride 27.53 ppm  
NaCl 0.00 %  
stop EP reached  
=====

\*cu  
716 DMS Titrimo . $\sqrt{=2n_T}$  716.0022  
date 2014-04-16 time 09:34 71  
start V 0.000 ml DET U Chloride  
2.0 ml/div dU=20.0 mV/div



\*fv **2A**  
716 DMS Titrimo . $\sqrt{=2n_T}$  716.0022  
date 2014-04-16 time 08:51 61  
U(init) -53 mV DET U Chloride  
smpl size 1.056 g id 1 2A  
EPI 0.064 ml -60 mV  
Chloride 21.48 ppm  
NaCl 0.00 %  
stop EP reached  
=====

\*cu  
716 DMS Titrimo . $\sqrt{=2n_T}$  716.0022  
date 2014-04-16 time 08:51 61  
start V 0.000 ml DET U Chloride  
2.0 ml/div dU=10.0 mV/div



*dU=25 ppm*

S3

Kontrol air kemasan

24/3-14

(NaCl - 907,58/5L)

```

*fr
716 DMS Titrimo      .N=20mT      716.0022
date 2014-03-27      time 13:52      222
U(init)              -17 mV  DET U    Chloride
smpl size            0.112 g      id 1      2
EPI                  3.110 ml      -244 mV
Chloride 100405.78 PPM
NaCl                 16.55 %
stop EP reached
=====

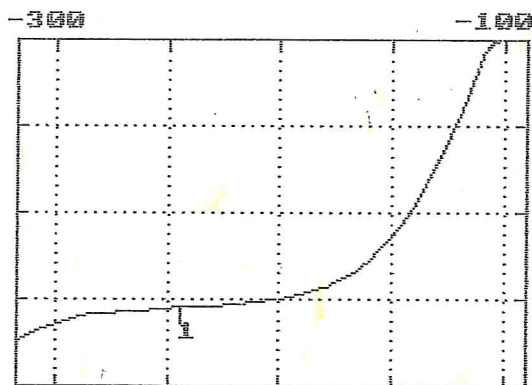
```

4245

```

*cu
716 DMS Titrimo      .N=20mT      716.0022
date 2014-03-27      time 13:52      222
start V              0.000 ml  DET U    Chloride
1.0 ml/div          dU=50.0 mV/div

```



=====

```

*fr
716 DMS Titrimo      .N=20mT      716.0022
date 2014-03-27      time 13:57      223
U(init)              -75 mV  DET U    Chloride
smpl size            0.112 g      id 1      3
EPI                  3.113 ml      -237 mV
Chloride 100502.64 PPM
NaCl                 16.57 %
stop EP reached
=====

```

```

*cu
716 DMS Titrimo      .N=20mT      716.0022
date 2014-03-27      time 13:57      223
start V              0.000 ml  DET U    Chloride
1.0 ml/div          dU=50.0 mV/div

```

84

Making as MgCl<sub>2</sub>

174-14

```

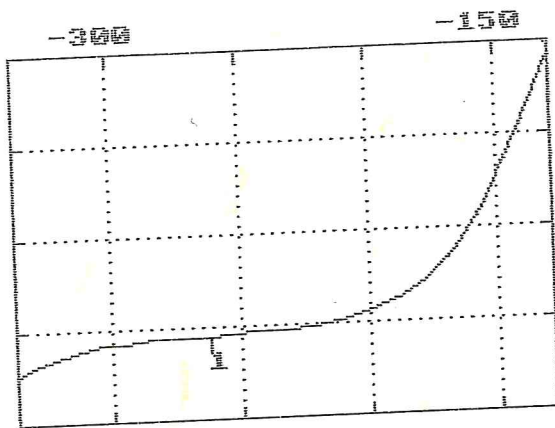
716 DMS Titvino      .√=2nT 716.0022
date 2014-04-14    time 07:56 249
U(init)            -130 mV DET U Chloride
smpl size          0.109 g id 1 1
EP1                3.107 ml -262 mV
Chloride 101048.77 PPM
NaCl                16.66 %
stop EP reached
=====

```

```

*cu
716 DMS Titvino      .√=2nT 716.0022
date 2014-04-14    time 07:56 249
start V            0.000 ml DET U Chloride
1.0 ml/div        dU=50.0 mV/div

```



=====

```

*fr
716 DMS Titvino      .√=2nT 716.0022
date 2014-04-14    time 08:07 250
U(init)            210 mV DET U Chloride
smpl size          0.110 g id 1 2
*Pi                3.043 ml -254 mV
Chloride 98067.59 PPM
NaCl                16.17 %
stop EP reached
=====

```

```

*cu
716 DMS Titvino      .√=2nT 716.0022
date 2014-04-14    time 08:07 250
start V            0.000 ml DET U Chloride
1.0 ml/div        dU=100.0 mV/div

```

S5

6140003 - 1A, -1B, 2A

FRK

15/4-14

(i NaCl)

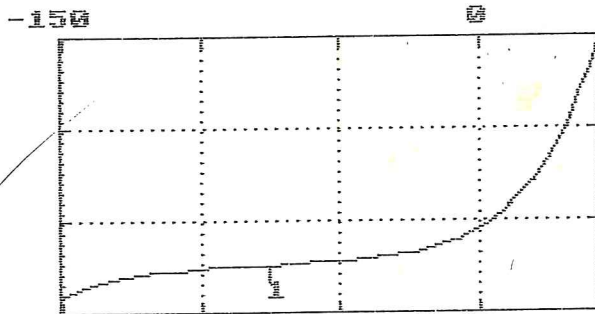
\*fr

716 DMS Titrimo .N= nT 716.0022  
 date 2014-04-15 time 09:04 3  
 U(init) 43 mV DET U Chloride  
 smpl size 1.018 g id 1 1A-1  
 EP1 2.504 ml -76 mV  
 Chloride 8719.73 ppm  
 NaCl 1.44 %  
 stop EP reached

=====

\*cu

716 DMS Titrimo .N= nT 716.0022  
 date 2014-04-15 time 09:04 3  
 start V 0.000 ml DET U Chloride  
 1.0 ml/div dU=50.0 mV/div



=====

\*fr

716 DMS Titrimo .N= nT 716.0022  
 date 2014-04-15 time 09:10 4  
 U(init) 95 mV DET U Chloride  
 smpl size 1.018 g id 1 1A-1  
 EP1 2.524 ml -73 mV  
 Chloride 8789.37 ppm  
 NaCl 1.45 %  
 stop EP reached

=====

STB

\*cu

716 DMS Titrimo .N= nT 716.0022  
 date 2014-04-15 time 09:10 4  
 start V 0.000 ml DET U Chloride

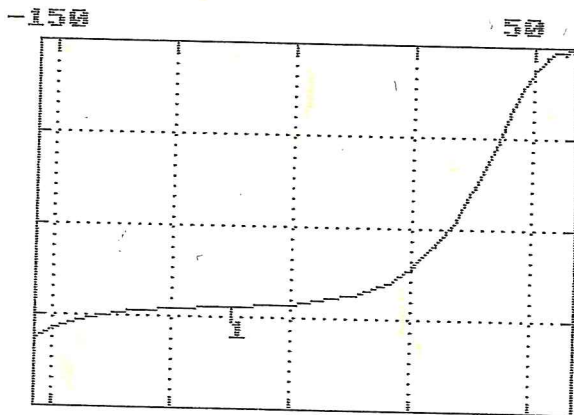
2C  
1C  
2B

MgCl<sub>2</sub>

RAK

=====  
\*fr  
716 DMS Titrimo .N=20nT 716.0022  
date 2014-04-22 time 14:56 83  
U(init) 70 mV DET U Chloride  
smpl size 1.022 g id 1 2C-1  
EP1 2.894 ml -75 mV  
Chloride 1000  
NaCl  
stop EP reached  
=====

\*cu  
716 DMS Titrimo .N=20nT 716.0022  
date 2014-04-22 *8C* time 14:56 83  
start V 0.000 ml DET U Chloride  
1.0 ml/div dU=50.0 mV/div



=====  
\*fr  
716 DMS Titrimo .N=20nT 716.0022  
date 2014-04-22 time 14:58 84  
U(init) 68 mV DET U Chloride  
smpl size 1.022 g id 1 2C-1  
Chloride missing EP  
NaCl missing EP  
manual stop  
=====

57



**Vedlegg 14:** Driftsstatistikken fra entreprenøren, kontrakten

på saltbruket Gøvik/Hadeland

År: 2004/20

0505 Land-Hadeland

Oppfølging av drift og vedlikehold Kontrakt:

Salting. Forbruk av salt på vegger med strategi bar veg (tonn). (Oppgi veglengde med strategi bar veg)

Veg:	Veglengde km	Måned												Akk Tonn/km
		Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Tonn	Akk Tonn			
Rv4, Rv 35	72,3	20	146	211	207	84	102	28					798	11,0
														#DIV/0!
														#DIV/0!
														#DIV/0!
Sum stamveg	72,3	20	146	211	207	84	102	28	0	798	11,0			
														#DIV/0!
														#DIV/0!
Sum øvrig Rv	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!
G/S-veg														#DIV/0!
<b>Rv totalt</b>	<b>72,3</b>	<b>20</b>	<b>146</b>	<b>211</b>	<b>207</b>	<b>84</b>	<b>102</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>798</b>	<b>11,0</b>			
														#DIV/0!
Sum Fv	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!
Totalt:	72,3	20	146	211	207	84	102	28	0	798	11,0			

Salting. Forbruk av salt på vegger med strategi vinterveg (tonn). (Oppgi veglengde med strategi vinterveg som saltes)

Veg:	Veglengde km	Måned												Akk Tonn/km
		Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Tonn	Akk Tonn			
Sum stamveg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!
Rv 33,34,240, 245, 247, 250,	239,8	14	68	188	123	25	36	22					476	2,0
														#DIV/0!
														#DIV/0!
Sum øvrig Rv	239,8	68	188	123	123	25	36	22	0	462	1,9			
G/S-veg	13,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0			
Rv totalt	253,4	0	68	188	123	25	36	22	0	462	1,8			
Fv	397,2	5	6	52	25	10	12	18		128	0,3			
														#DIV/0!
														#DIV/0!
Sum Fv	397,2	5	6	52	25	10	12	18	0	128	0,3			
Totalt:	650,6	5	74	240	148	35	48	40	0	590	0,9			



R12 - Mengderapportering vinter

År: 2006/2007

0505 Land/Hadeland

Oppfølging av drift og vedlikehold Kontrakt:

Salting. Forbruk av salt på vegger med strategi bar veg (tonn). (Oppgi veglengde med strategi bar veg)

Veg:	Veglengde km	Måned												Akk Tonn	Akk Tonn/km			
		Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn			Tonn	Tonn	
Rv4, n°35	72,3	40	145	125	228	258	56	22									874	12,1
Sum stamveg	72,3	40	145	125	228	258	56	22									874	12,1
Sum øvrig Rv	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G/S-veg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Rv total</b>	<b>72,3</b>	<b>40</b>	<b>145</b>	<b>125</b>	<b>228</b>	<b>258</b>	<b>56</b>	<b>22</b>									<b>874</b>	<b>12,1</b>
Sum Fv	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Totalt:</b>	<b>72,3</b>	<b>40</b>	<b>145</b>	<b>125</b>	<b>228</b>	<b>258</b>	<b>56</b>	<b>22</b>									<b>874</b>	<b>12,1</b>

Salting. Forbruk av salt på vegger med strategi vinterveg (tonn). (Oppgi veglengde med strategi vinterveg som saltes)

Veg:	Veglengde km	Måned												Akk Tonn	Akk Tonn/km			
		Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn			Tonn	Tonn	
Sum stamveg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rv 33, 34,240	118,8	15	61	151	98	12	58	8									403	3,4
Rv 245, 247, 250	121	5	22	88	35	0	24	6									180	1,5
Sum øvrig Rv	239,8	20	83	239	133	12	82	14									583	2,4
G/S-veg	13,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
<b>Rv total</b>	<b>253,4</b>	<b>20</b>	<b>83</b>	<b>239</b>	<b>133</b>	<b>12</b>	<b>82</b>	<b>14</b>									<b>583</b>	<b>2,3</b>
Fv	397,2	10	12	24	10	0	0	5									61	0,2
Sum Fv	397,2	10	12	24	10	0	0	5									61	0,2
<b>Totalt:</b>	<b>650,6</b>	<b>30</b>	<b>95</b>	<b>263</b>	<b>143</b>	<b>12</b>	<b>82</b>	<b>19</b>									<b>644</b>	<b>1,0</b>

År: 2008/2009

Kontrakt: 0501 Gjøvik/Toten

Oppfølging av drift og vedlikehold Salting. Forbruk av salt på vegger med strategi bar veg (tonn). (Oppgi veglengde med strategi bar veg)

Veg:	Veglengde		Måned												Akk	Tonn	Akk	Tonn		
	km		Des	Nov	Okt	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep					Oktober	Nov
Rv4/E6	77		116,4	39,5	39,5	387	250	348	0									1413,9	18,4	#DIV/0!
Sum stamveg	77		116,4	39,5	39,5	387	250	348	0									1413,9	18,4	#DIV/0!
Rv 33	35		108,6	24	24	144	13	186	0									644	18,4	#DIV/0!
Sum øvrig Rv	35		108,6	24	24	144	13	186	0									644	18,4	#DIV/0!
GIS-veg	112		225	69,5	69,5	531	263	534	0									2057,9	18,4	#DIV/0!
Rv total	0,6		2,8	1,4	1,4	5,4	0	2,8	0									16,4	27,3	#DIV/0!
Fv, 110 Hp 50																				#DIV/0!
Sum Fv	0,6		2,8	1,4	1,4	5,4	0	2,8	0									16,4	27,3	#DIV/0!
Totalt:	112,6		445,4	64,9	64,9	536,4	263	536,8	0									2074,3	18,4	#DIV/0!

Salting. Forbruk av salt på vegger med strategi vinterveg (tonn). (Oppgi veglengde med strategi vinterveg som saltes)

Veg:	Veglengde		Måned												Akk	Tonn	Akk	Tonn		
	km		Des	Nov	Okt	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep					Oktober	Nov
Sum stamveg	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149,5	1,7	#DIV/0!
Rv.Ø	86		54,7	5,6	5,6	31,4	0	27	1,8									149,5	1,7	#DIV/0!
Sum øvrig Rv	86		54,7	5,6	5,6	31,4	0	27	1,8									149,5	1,7	#DIV/0!
GIS-veg	86		54,7	5,6	5,6	31,4	0	27	1,8									149,5	1,7	#DIV/0!
Rv total	375		3,4	2,4	2,4	0												8,9	0,0	#DIV/0!
Fv																				#DIV/0!
Sum Fv	375		3,4	2,4	2,4	0												8,9	0,0	#DIV/0!
Totalt:	461		58,1	8	8	31,4	0	27	1,8									168,4	0,3	#DIV/0!



Salting. Forbruk av salt på vegger med strategi bar veg (tonn). (Oppgi veglengde med strategi bar veg)

Veg:	Veglengde km	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Akk	
		Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	
R4/E6 Einavoll-Mjøsbrua-Vingerom	73	76	432	267	213	215	89	0	1378	18,9 #DIV/0!
Sum stamveg	73	76	432	267	213	215	89	0	1378	18,9 #DIV/0!
Rv 33 Langsletta N - Gjøvik x R4	34	40	214	80	71	117	30	0	588	17,3 #DIV/0!
Sum øvrig Rv	34	40	214	80	71	117	30	0	588	17,3 #DIV/0!
G/S-veg										
Rv totalt	107	116	646	347	284	332	119	0	1966	18,4 #DIV/0!
Sum Fv	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 #DIV/0!
Totalt:	107	116	646	347	284	332	119	0	1966	18,4 #DIV/0!

Salting. Forbruk av salt på vegger med strategi vinterveg (tonn). (Oppgi veglengde med strategi vinterveg som saltes)

Veg:	Veglengde km	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Akk	
		Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	
Sum stamveg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 #DIV/0!
Rv-Øvrig	86	5	13	0	0	29	52	10	109	1,3 #DIV/0!
Sum øvrig Rv	86	5	13	0	0	29	52	10	109	1,3 #DIV/0!
G/S-veg										
Rv totalt	86	5	13	0	0	29	52	10	109	1,3 #DIV/0!
Fv	363	2	0	6	0	4	0	0	24	0,1 #DIV/0!
Sum Fv	363	2	0	6	0	4	0	0	24	0,1 #DIV/0!
Totalt:	449	7	13	6	0	33	52	10	133	0,3 #DIV/0!



Sum forbruk av strømmidler, kjemikalier og innsats i vinterdriften hittil						
Periode: oktober til :.....	mnd	Stamveg	Øvrige Rv	G/s-veger	Rv totalt	Fylkesveg
Salting, strategi bar veg (tonn NaCl)	1378	588	0	1966	0	1966
Salting, strategi vinterveg (tonn NaCl)	0	109	0	109	24	133
Salting, Totalt forbruk (tonn NaCl)	1378	697	0	2075	24	2099
Tørresalt (tonn NaCl)						2020
Befuktet salt (tonn NaCl)						69
Slurry (tonn NaCl)						0
Saltløsning (tonn NaCl)						0
Magnesiumklorid (tonn MgCl)						48
Annet, beskriv						0
Annet, beskriv						0
Sand uten saltinnblanding (tonn sand)	0	747	57	804	1492	2296
Sand med saltinnblanding (tonn sand)	0	0	0	0	0	0
Sandforbruk totalt (tonn sand)	0	747	57	804	1492	2296
Salt i strøsand (tonn NaCl)						4
Saltforbruk totalt (tonn NaCl)						2103
Kjemikalier for smelting totalt (tonn kjemikalier)						2151
Brøytekm (km)	39275	56665	0	95940	82497	178437

Sum forbruk av strømmidler, kjemikalier og innsats i vinterdriften pr km veg hittil						
Periode: oktober til :.....	mnd	Stamveg	Øvrige Rv	G/s-veger	Rv totalt	Fylkesveg
Salting, strategi bar veg (tonn NaCl pr km)	18,9	17,3	#DIV/0!	18,4	#DIV/0!	18,4
Salting, strategi vinterveg (tonn NaCl pr km)	#DIV/0!	1,3	#DIV/0!	1,3	0,1	0,3
Salting, Totalt forbruk (tonn NaCl pr km)	18,9	5,8	#DIV/0!	10,8	0,1	3,8
Sand uten saltinnblanding (tonn sand pr km)	0,0	6,2	1,5	3,5	4,1	3,9
Sand med saltinnblanding (tonn sand pr km)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Sandforbruk totalt (tonn sand pr km)	0,0	6,2	1,5	3,5	4,1	3,9
Salt i strøsand (tonn NaCl pr km)						#DIV/0!
Saltforbruk totalt (tonn NaCl pr km)						3,5
Kjemikalier for smelting totalt (tonn pr km)						3,6
Brøytefrekvens (Brøytekm pr km)	538,0	472,2	0,0	415,3	226,6	299,9

Pr veglengde for  
 Bar veg  
 Vinterveg som saltes  
 Veger som saltes  
 Veger som sandes u/saltinnbl.  
 Veger som sandes m/saltinnbl.  
 Veger som sandes  
 Veger som sandes m/saltinnbl.  
 Veger totalt  
 Veger totalt  
 Veger totalt



År: 2009/2010

0501 Gjøvik/Toten

Kontrakt:

Oppfølging av drift og vedlikehold

Salting. Forbruk av salt på vegger med strategi bar veg (tonn). (Oppgi veglengde med strategi bar veg)

Veg:	Veglengde km	Måned												Akk Tonn/km		
		Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Tonn	Akk	Tonn	Akk			
Rv4/E6	77	220	331	299	326	330	121	110					1737	22,6	0	#DIV/0!
Sum stamveg	77	220	331	299	326	330	121	110					1737	22,6	0	#DIV/0!
Rv 33	35	80	90	59	60	80	60	50					479	13,7	0	#DIV/0!
Sum øvrig Rv	35	80	90	59	60	80	60	50					479	13,7	0	#DIV/0!
G/S-veg	112	300	421	368	386	410	181	160					2216	19,8	0	#DIV/0!
Rv totalt	0,6	0,6	1,7	10	8,5	10	4	2					36,8	61,3	0	#DIV/0!
Fv. 110 Hp 50																
Sum Fv	0,6	0,6	1,7	10	8,5	10	4	2					36,8	61,3	0	#DIV/0!
Totalt	112,6	300,6	422,7	368	394,5	420	185	162					2292,8	20,0	0	#DIV/0!

Salting. Forbruk av salt på vegger med strategi vinterveg (tonn). (Oppgi veglengde med strategi vinterveg som saltes)

Veg:	Veglengde km	Måned												Akk Tonn/km		
		Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Tonn	Akk	Tonn	Akk			
Sum stamveg	0	0	0	0	0	0	0	0					189,5	2,2	0	#DIV/0!
Rv.Ø	86	30,2	35,3	30,5	41	0	42	10,5					189,5	2,2	0	#DIV/0!
Sum øvrig Rv	86	30,2	35,3	30,5	41	0	42	10,5					189,5	2,2	0	#DIV/0!
G/S-veg	86	30,2	35,3	30,5	41	0	42	10,5					189,5	2,2	0	#DIV/0!
Rv totalt	37,5	33	20	23	10	0	20	2					108	0,3	0	#DIV/0!
Fv																
Sum Fv	37,5	33	20	23	10	0	20	2					108	0,3	0	#DIV/0!
Totalt	461	63,2	55,3	53,5	51	0	62	12,5					297,5	0,6	0	#DIV/0!



Sum forbruk av strømidler, kjemikalier og innsats i vinterdriften hittil						
Periode: oktober til :.....	mnd	Stamveg	Øvrige Rv	G/s-veger	Rv totalt	Sum
Salting, strategi bar veg (tonn NaCl)	1458	238	0	1696	0	1696
Salting, strategi vinterveg (tonn NaCl)	44	0	0	44	0	44
Salting, Totalt forbruk (tonn NaCl)	1502	238	0	1740	0	1740
Tørresalt (tonn NaCl)						0
Befuktet salt (tonn NaCl)						0
Slurry (tonn NaCl)						0
Saltløsning (tonn NaCl)						0
Magnesiumklorid (tonn MgCl)						120
Annet, beskriv						0
Annet, beskriv						0
Sand uten saltinnblanding (tonn sand)	0	1198	150	1348	2779	4127
Sand med saltinnblanding (tonn sand)	0	0	0	0	0	0
Sandforbruk totalt (tonn sand)	0	1198	150	1348	2779	4127
Salt i strøsand (tonn NaCl)						0
Saltforbruk totalt (tonn NaCl)						1740
Kjemikalier for smelting totalt (tonn kjemikalier)						1860
Brøytekm (km)	26254	17834	0	44088	38657	82745

Sum forbruk av strømidler, kjemikalier og innsats i vinterdriften pr km veg hittil						
Periode: oktober til :.....	mnd	Stamveg	Øvrige Rv	G/s-veger	Rv totalt	Alle vegger
Salting, strategi bar veg (tonn NaCl pr km)	20,0	6,8	#DIV/0!	15,7	#DIV/0!	15,7
Salting, strategi vinterveg (tonn NaCl pr km)	2,6	#DIV/0!	#DIV/0!	2,6	#DIV/0!	2,6
Salting, Totalt forbruk (tonn NaCl pr km)	16,7	6,8	#DIV/0!	13,9	#DIV/0!	13,9
Sand uten saltinnblanding (tonn sand pr km)	0,0	13,9	3,9	6,8	7,6	7,4
Sand med saltinnblanding (tonn sand pr km)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Sandforbruk totalt (tonn sand pr km)	0,0	13,9	3,9	6,8	7,6	7,4
Salt i strøsand (tonn NaCl pr km)						#DIV/0!
Saltforbruk totalt (tonn NaCl pr km)						2,9
Kjemikalier for smelting totalt (tonn pr km)						3,1
Brøytefrekvens (Brøytekm pr km)	359,6	147,4	0,0	190,0	106,2	138,8

Pr veglengde for

Bar veg

Vinterveg som saltes

Veger som saltes

Veger som sandes u/saltinnbl.

Veger som sandes m/saltinnbl.

Veger som sandes

Veger som sandes m/saltinnbl.

Veger totalt

Veger totalt

Veger totalt



## Statens vegvesen

### Akkumulert forbruk

#### Sum forbruk av strømidler, kjemikalier og innsats i vinterdriften hittil

Forbruk:	Riksveg	Riksveg G/S
Salting, strategi bar veg (tonn salt)	958,64	0,00
Salting, strategi vinterveg (tonn salt)	0,00	0,00
Salting. Totalt forbruk (tonn salt)	958,64	0,00
Tørr salt (tonn NaCl)		
Befuktet salt og saltslurry (tonn salt)		
Saltløsning (tonn salt)		
Magnesiumklorid (tonn MgCl)		
Kjemikalie 2 (definert i kontrakt)(tonn)		
Kjemikalie 3 (definert i kontrakt)(tonn)		
Strøsand (tonn sand)	446,00	24,00
Saltblandet sand (tonn sand)	0,00	0,00
Fastsand (tonn sand)	117,00	0,00
Sandforbruk. Totalt forbruk (tonn salt)	563,00	24,00
Saltforbruk totalt (tonn salt)*		
Kjemikalier for smelting totalt (tonn kjemikal)		
Brøytekm (km)	47 163,00	459,00

\*Inkl 'Salt i strøsand' (3% av saltblandet sand)

#### Sum forbruk av strømidler, kjemikalier og innsats i vinterdriften pr km veg hittil

Forbruk:	Riksveg	Riksveg G/S
Salting, strategi bar veg (tonn salt/Km)	11,84	#DIV/0!
Salting, strategi vinterveg (tonn salt/Km)	#DIV/0!	0,00
Salting. Totalt forbruk (tonn salt/Km)	11,84	0,00
Strøsand (tonn sand/Km)	5,51	6,36
Saltblandet sand (tonn sand/Km)	0,00	0,00
Fastsand (tonn sand/Km)	1,45	0,00
Sandforbruk totalt (tonn sand/Km)	6,95	6,36
Saltforbruk totalt (tonn salt/Km)*		
Kjemikalier for smelting totalt (tonn/Km)		
Brøytefrekvens (Brøytekm/Km)	582,59	121,56

\*Inkl 'Salt i strøsand' (3% av saltblandet sand)





**Statens vegvesen**  
**Brøyting bar veg**

**Brøytekilometer for veger med strategi bar veg.**

**Brøyting og høvling**

<b>Veg</b>	<b>Veglengde Km</b>	<b>Sep. Km</b>	<b>Okt. Km</b>	<b>Nov. Km</b>	<b>Des. Km</b>
Riksveg	80,95	0,00	3 742,00	7 498,00	12 943,00
Riksveg G/S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fylkesveg Oppland	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fylkesveg (G/S) Oppland	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Totalt</b>	<b>80,95</b>	<b>0,00</b>	<b>3 742,00</b>	<b>7 498,00</b>	<b>12 943,00</b>

**Brøyting vinterveg**

**Brøytekilometer for veger med strategi vinterveg.**

**Brøyting og høvling**

<b>Veg</b>	<b>Veglengde Km</b>	<b>Sep. Km</b>	<b>Okt. Km</b>	<b>Nov. Km</b>	<b>Des. Km</b>
Riksveg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Riksveg G/S	3,78	0,00	35,00	85,00	115,00
Fylkesveg Oppland	637,44	0,00	10 649,00	13 940,00	31 330,00
Fylkesveg (G/S) Oppland	16,43	0,00	180,00	235,00	345,00
<b>Totalt</b>	<b>657,65</b>	<b>0,00</b>	<b>10 864,00</b>	<b>14 260,00</b>	<b>31 790,00</b>



Salting. Forbruk av salt på vegger med strategi bar veg (tonn).

## Tørt salt (NaCl) (tonn)

Veg	Veglengde Km	Sep. Tonn	Okt. Tonn	Nov. Tonn	Des. Tonn	Jan. Tonn	Feb. Tonn	Mar. Tonn	Apr. Tonn	Mai. Tonn	Jun. Tonn	Akk. Tonn	Akk. Tonn/Km
Riksveg	80,95	0,00	14,00	26,00	35,00	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	86,00	1,06
Riksveg G/S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
Fylkesveg Oppland	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
Fylkesveg (G/S) Oppland	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
<b>Totalt</b>	<b>80,95</b>	<b>0,00</b>	<b>14,00</b>	<b>26,00</b>	<b>35,00</b>	<b>11,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>86,00</b>	<b>1,06</b>

## Befuktet salt og saltslurry

Veg	Veglengde Km	Sep. Tonn	Okt. Tonn	Nov. Tonn	Des. Tonn	Jan. Tonn	Feb. Tonn	Mar. Tonn	Apr. Tonn	Mai. Tonn	Jun. Tonn	Akk. Tonn	Akk. Tonn/Km
Riksveg	80,95	0,00	82,00	132,00	219,00	135,00	147,00	53,00	51,00	2,00	0,00	821,00	10,14
Riksveg G/S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
Fylkesveg Oppland	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
Fylkesveg (G/S) Oppland	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
<b>Totalt</b>	<b>80,95</b>	<b>0,00</b>	<b>82,00</b>	<b>132,00</b>	<b>219,00</b>	<b>135,00</b>	<b>147,00</b>	<b>53,00</b>	<b>51,00</b>	<b>2,00</b>	<b>0,00</b>	<b>821,00</b>	<b>10,14</b>

## Saltløsning(NaCl)

Veg	Veglengde Km	Sep. m3	Okt. m3	Nov. m3	Des. m3	Jan. m3	Feb. m3	Mar. m3	Apr. m3	Mai. m3	Jun. m3	Akk. m3	Akk. m3/Km
Riksveg	80,95	0,00	22,00	49,50	44,00	30,00	50,00	15,00	14,00	0,00	0,00	224,50	2,77
Riksveg G/S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
Fylkesveg Oppland	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
Fylkesveg (G/S) Oppland	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
<b>Totalt</b>	<b>80,95</b>	<b>0,00</b>	<b>22,00</b>	<b>49,50</b>	<b>44,00</b>	<b>30,00</b>	<b>50,00</b>	<b>15,00</b>	<b>14,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>224,50</b>	<b>2,77</b>
Omregnet til Tonn	80,95	0,00	5,06	11,39	10,12	6,90	11,50	3,45	3,22	0,00	0,00	51,64	0,64

## Salting vinterveg

Salting. Forbruk av salt på vegger med strategi vinterveg (tonn).

## Tørt salt (NaCl) (tonn)

Veg	Veglengde Km	Sep. Tonn	Okt. Tonn	Nov. Tonn	Des. Tonn	Jan. Tonn	Feb. Tonn	Mar. Tonn	Apr. Tonn	Mai. Tonn	Jun. Tonn	Akk. Tonn	Akk. Tonn/Km
Riksveg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
Riksveg G/S	3,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fylkesveg Oppland	637,44	0,00	45,00	53,00	4,00	9,00	0,00	6,00	0,00	2,00	0,00	119,00	0,19
Fylkesveg (G/S) Oppland	16,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Totalt</b>	<b>657,65</b>	<b>0,00</b>	<b>45,00</b>	<b>53,00</b>	<b>4,00</b>	<b>9,00</b>	<b>0,00</b>	<b>6,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2,00</b>	<b>0,00</b>	<b>119,00</b>	<b>0,18</b>

## Befuktet salt og saltslurry

Veg	Veglengde Km	Sep. Tonn	Okt. Tonn	Nov. Tonn	Des. Tonn	Jan. Tonn	Feb. Tonn	Mar. Tonn	Apr. Tonn	Mai. Tonn	Jun. Tonn	Akk. Tonn	Akk. Tonn/Km
Riksveg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
Riksveg G/S	3,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fylkesveg Oppland	637,44	0,00	25,00	36,00	60,00	25,00	14,00	3,00	19,00	0,00	0,00	182,00	0,29
Fylkesveg (G/S) Oppland	16,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Totalt</b>	<b>657,65</b>	<b>0,00</b>	<b>25,00</b>	<b>36,00</b>	<b>60,00</b>	<b>25,00</b>	<b>14,00</b>	<b>3,00</b>	<b>19,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>182,00</b>	<b>0,28</b>

## Saltløsning(NaCl)

Veg	Veglengde Km	Sep. m3	Okt. m3	Nov. m3	Des. m3	Jan. m3	Feb. m3	Mar. m3	Apr. m3	Mai. m3	Jun. m3	Akk. m3	Akk. m3/Km
Riksveg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
Riksveg G/S	3,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fylkesveg Oppland	637,44	0,00	4,00	6,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,50	0,02
Fylkesveg (G/S) Oppland	16,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Totalt</b>	<b>657,65</b>	<b>0,00</b>	<b>4,00</b>	<b>6,50</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>10,50</b>	<b>0,02</b>
Omregnet til Tonn	657,65	0,00	0,92	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42	0,00

2011-2013



## Statens vegvesen

## Akkumulert forbruk

Sum forbruk av strømidler, kjemikalier og innsats i vinterdriften hittil

Forbruk:	Riksveg	Riksveg G/S	Fylkesveg Oppland	Fylkesveg G/S Oppland	Sum
Salting, strategi bar veg (tonn salt)		958,64	0,00	0,00	958,64
Salting, strategi vinterveg (tonn salt)		0,00	0,00	303,42	303,42
Salting, Totalt forbruk (tonn salt)		958,64	0,00	303,42	1 262,05
Tørr salt (tonn NaCl)					205,00
Befuktet salt og saltslurry (tonn salt)					1 003,00
Saltløsning (tonn salt)					54,05
Magnesiumklorid (tonn MgCl)					0,00
Kjemikalie 2 (definert i kontrakt)(tonn)					0,00
Kjemikalie 3 (definert i kontrakt)(tonn)					0,00
Strøsand (tonn sand)	446,00	24,00	4 821,00	69,00	5 360,00
Saltblandet sand (tonn sand)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fastsand (tonn sand)	117,00	0,00	70,00	0,00	187,00
Sandforbruk, Totalt forbruk (tonn salt)	563,00	24,00	4 891,00	69,00	5 547,00
Saltforbruk totalt (tonn salt)*					1 262,05
Kjemikalier for smelting totalt (tonn kjemikali)					0,00
Brøytekm (km)	47 163,00	459,00	101 584,00	1 390,00	150 596,00

\*inkl 'Salt i strøsand' (3% av saltblandet sand)

## Sum forbruk av strømidler, kjemikalier og innsats i vinterdriften pr km veg hittil

Forbruk:	Riksveg	Riksveg G/S	Fylkesveg Oppland	Fylkesveg G/S Oppland	Sum
Salting, strategi bar veg (tonn salt/Km)		11,84			11,84
Salting, strategi vinterveg (tonn salt/Km)	#DIV/0!		0,00	0,48	0,48
Salting, Totalt forbruk (tonn salt/Km)	11,84		0,00	0,48	12,32
Strøsand (tonn sand/Km)	5,51	6,36	7,56	4,20	23,63
Saltblandet sand (tonn sand/Km)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fastsand (tonn sand/Km)	1,45	0,00	0,11	0,00	1,56
Sandforbruk totalt (tonn sand/Km)	6,95	6,36	7,67	4,20	25,18
Saltforbruk totalt (tonn salt/Km)*					12,32
Kjemikalier for smelting totalt (tonn/Km)					0,00
Brøytefrekvens (Brøytekm/Km)	582,59	121,56	159,36	84,59	948,10

\*inkl 'Salt i strøsand' (3% av saltblandet sand)





Statens vegvesen

2008-2013

Akkumulert forbruk

Sum forbruk av strømidler, kjemikalier og innsats i vinterdriften hittil

Forbruk:	Riksveg	Riksveg G/S	Fylkesveg Oppland	Fylkesveg G/S Oppland	Sum
Salting, strategi bar veg (tonn salt)		1 539,70	0,00	605,95	0,00 2 145,65
Salting, strategi vinterveg (tonn salt)		0,00	0,00	68,20	2,30 70,50
Salting, Totalt forbruk (tonn salt)		1 539,70	0,00	674,15	2,30 2 216,15
Tørr salt (tonn NaCl)					2 100,00
Befuktet salt og saltslurry (tonn salt)					0,00
Saltløsning (tonn salt)					116,15
Magnesiumklorid (tonn MgCl)					0,00
Kjemikalie 2 (definert i kontrakt)(tonn)					0,00
Kjemikalie 3 (definert i kontrakt)(tonn)					0,00
Strøsand (tonn sand)	537,00	0,00	4 089,00	86,00	4 712,00
Saltblandet sand (tonn sand)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fastsand (tonn sand)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sandforbruk, Totalt forbruk (tonn salt)	537,00	0,00	4 089,00	86,00	4 712,00
Saltforbruk totalt (tonn salt)*					2 216,15
Kjemikalier for smelting totalt (tonn kjemikali)					0,00
Brøytekm (km)	45 528,00	0,00	85 170,00	8 315,00	139 013,00

\*Inkl 'Salt i strøsand' (3% av saltblandet sand)

Sum forbruk av strømidler, kjemikalier og innsats i vinterdriften pr km veg hittil

Forbruk:	Riksveg	Riksveg G/S	Fylkesveg Oppland	Fylkesveg G/S Oppland	Sum
Salting, strategi bar veg (tonn salt/Km)		19,92	0,00	17,17	19,00
Salting, strategi vinterveg (tonn salt/Km)	#DIV/0!	0,00	0,00	0,15	0,14
Salting, Totalt forbruk (tonn salt/Km)		19,92	0,00	1,35	0,07 3,56
Strøsand (tonn sand/Km)		6,95	0,00	8,22	2,68 7,58
Saltblandet sand (tonn sand/Km)		0,00	0,00	0,00	0,00 0,00
Fastsand (tonn sand/Km)		0,00	0,00	0,00	0,00 0,00
Sandforbruk totalt (tonn sand/Km)		6,95	0,00	8,22	2,68 7,58
Saltforbruk totalt (tonn salt/Km)*					3,56
Kjemikalier for smelting totalt (tonn/Km)					0,00
Brøytefrekvens (Brøytekm/Km)	589,11	0,00	171,16	258,89	223,58

\*Inkl 'Salt i strøsand' (3% av saltblandet sand)





## Tørt salt (NaCl) (tonn)

Veg	Veglengde Km	Sep. Tonn	Okt. Tonn	Nov. Tonn	Des. Tonn	Jan. Tonn	Feb. Tonn	Mar. Tonn	Apr. Tonn	Mai. Tonn	Jun. Tonn	Akk. Tonn	Akk. Tonn/Km
Riksveg	77,28	0,00	85,00	200,00	425,00	300,00	400,00	40,00	0,00	0,00	0,00	1 450,00	18,76
Riksveg G/S	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fylkesveg Oppland	35,29	0,00	30,00	140,00	200,00	40,00	177,00	4,00	0,00	0,00	0,00	591,00	16,75
Fylkesveg (G/S) Oppland	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
<b>Totalt</b>	<b>112,95</b>	<b>0,00</b>	<b>115,00</b>	<b>340,00</b>	<b>625,00</b>	<b>340,00</b>	<b>577,00</b>	<b>44,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2 041,00</b>	<b>18,07</b>

## Befuktet salt og saltslurry

Veg	Veglengde Km	Sep. Tonn	Okt. Tonn	Nov. Tonn	Des. Tonn	Jan. Tonn	Feb. Tonn	Mar. Tonn	Apr. Tonn	Mai. Tonn	Jun. Tonn	Akk. Tonn	Akk. Tonn/Km
Riksveg	77,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Riksveg G/S	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fylkesveg Oppland	35,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fylkesveg (G/S) Oppland	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
<b>Totalt</b>	<b>112,95</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

## Saltløsning(NaCl)

Veg	Veglengde Km	Sep. m3	Okt. m3	Nov. m3	Des. m3	Jan. m3	Feb. m3	Mar. m3	Apr. m3	Mai. m3	Jun. m3	Akk. m3	Akk. m3/Km
Riksveg	77,28	0,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	200,00	150,00	0,00	0,00	390,00	5,05
Riksveg G/S	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fylkesveg Oppland	35,29	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,00	0,00	0,00	65,00	1,84
Fylkesveg (G/S) Oppland	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
<b>Totalt</b>	<b>112,95</b>	<b>0,00</b>	<b>60,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>200,00</b>	<b>195,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>455,00</b>	<b>4,03</b>
<b>Omregnet til Tonn</b>	<b>112,95</b>	<b>0,00</b>	<b>13,80</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>46,00</b>	<b>44,85</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>104,65</b>	<b>0,93</b>

## Salting vinterveg

Salting. Forbruk av salt på vegger med strategi vinterveg (tonn).

## Tørt salt (NaCl) (tonn)

Veg	Veglengde Km	Sep. Tonn	Okt. Tonn	Nov. Tonn	Des. Tonn	Jan. Tonn	Feb. Tonn	Mar. Tonn	Apr. Tonn	Mai. Tonn	Jun. Tonn	Akk. Tonn	Akk. Tonn/Km
Riksveg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
Riksveg G/S	14,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fylkesveg Oppland	462,31	0,00	10,00	49,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59,00	0,13
Fylkesveg (G/S) Oppland	32,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Totalt</b>	<b>508,82</b>	<b>0,00</b>	<b>10,00</b>	<b>49,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>59,00</b>	<b>0,12</b>

## Befuktet salt og saltslurry

Veg	Veglengde Km	Sep. Tonn	Okt. Tonn	Nov. Tonn	Des. Tonn	Jan. Tonn	Feb. Tonn	Mar. Tonn	Apr. Tonn	Mai. Tonn	Jun. Tonn	Akk. Tonn	Akk. Tonn/Km
Riksveg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
Riksveg G/S	14,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fylkesveg Oppland	462,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fylkesveg (G/S) Oppland	32,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Totalt</b>	<b>508,82</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

## Saltløsning(NaCl)

Veg	Veglengde Km	Sep. m3	Okt. m3	Nov. m3	Des. m3	Jan. m3	Feb. m3	Mar. m3	Apr. m3	Mai. m3	Jun. m3	Akk. m3	Akk. m3/Km
Riksveg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
Riksveg G/S	14,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fylkesveg Oppland	462,31	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	0,00	0,00	40,00	0,09
Fylkesveg (G/S) Oppland	32,12	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,31
<b>Totalt</b>	<b>508,82</b>	<b>0,00</b>	<b>20,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>30,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>50,00</b>	<b>0,10</b>
<b>Omregnet til Tonn</b>	<b>508,82</b>	<b>0,00</b>	<b>4,60</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>6,90</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>11,50</b>	<b>0,02</b>

**Vedlegg 15:** Inspeksjonsrapporter for broene Sandvol og Hunnselva II

1 inspeksjonsrapport for Hunnselva II bru ----- S1- S6

2 Inspeksjonsrapport for Sandvold bru ----- S7- S13


# Inspeksjonsrapport

Byggverk	Vegreferanse	Kategori/type	Lengde/Antall spenn	Start akse	Slutt akse	Bru over
05-1516 Hunnselva II	P/RV 4 8 3662	Vegbru/Bjelkebru, NIB	38.4/2	1-Mot Oslo	3-Mot Lillehammer	Eiv/Innsjø,Bilveg



Byggsmerknad	
Bruarkiv vegdir.: NEI	

Inspeksjonstype	Oppdragsansvarlig	Utførelsesdato	Intervall	Status	Tilkomst
Hovedinspeksjon		15.07.2009	5	Utført	



Inspeksjonsmerknad	
Utført av Aas-Jakobsen. 2009: Mek.rep. Utbedre fylling. Mykstråtfuge. Utbedre lys. Frese asfalt/legge ny.	


Element	Skadetype	SG	1. reg. dato	Skadebeskrivelse	B	T	V	M	Sist insp. dato	Pri	Skadeårsak
D21 - Hovedbjelke (1-2)	Avskalling		06.10.1999	06.10.1999: Avskalling med synlig armering			2		15.07.2009		UTFØRELSEFEIL,Monteringsfeil
											
	Riss/Sprekk		06.10.1999	06.10.1999: Skjærriss i NIB bjelke nær opplegg	1				15.07.2009		Trafikklast





Element	Skadetype	SG	1. reg. dato	Skadebeskrivelse	B	T	V	M	Sist insp. dato	Pri	Skadeårsak
E1 - Brudekke(sek. bæresystem) (1-2)	Misfarging		09.09.2004	09.09.2004: Korrosjonsutfelling fra båndjern på kant og UK vinge				1	15.07.2009		UTFØRELSESFEIL
	Manglende opprydding/fjerning		06.10.1999	06.10.1999: Gjennværende spik og forskaling i underkant brudekke			1	1	15.07.2009		UTFØRELSESFEIL
	Avskalling		06.10.1999		3		2		15.07.2009		Feilplassert armering, Påkjørrel
 <p>IMG_5965.jpg</p>											
 <p>IMG_5965.jpg</p>											
	Skade på overflatebehandling		09.09.2004	09.09.2004: Avflassing av maling på kantdrager			1	1	15.07.2009		Normal nedbrytning/sitasje



Element	Skadetype	SG	1. reg. dato	Skadebeskrivelse	B	T	V	M	Sist insp. dato	Pri	Skadeårsak	
E2 - Slitelag/fuktisolasjon (1-3)	Sporsiltasje		09.09.2004	09.09.2004: 15-20 mm sporsiltasje, visning føringskant:16cm VS, 7cm HS		3			15.07.2009		Trafikklast	
	 <p>IMG_5957.jpg</p> <p>IMG_5957.jpg</p>											
H15 - Rekkverk (1-3)	Deformasjon (ned-/utbøyning)		09.09.2004	09.09.2004: Skadde festeklemmer for topprør		1	1		15.07.2009		Påkjørsel	
C1 - Landkar (1-)	Armeringskorrosjon		09.09.2004	09.09.2004: Korrosjonsoppsprekking + lekkasjevann fra fuge			2		15.07.2009		Feilplassert armering,Kloridangrep,Følgeskade	
	 <p>IMG_5963.jpg</p> <p>IMG_5963.jpg</p> <p>IMG_5961.jpg</p> <p>IMG_5961.jpg</p>											

Element	Skadetype	SG	1. reg. dato	Skadebeskrivelse	B	T	V	M	Sist insp. dato	Pri	Skadeårsak	
D1 - Plate (hovedbæresystem) (2-3)	Armeringskorrosjon		06.10.1999	06.10.1999: Armeringskorrosjon UK kant (v/dryppnese)			2		15.07.2009		UTFØRELSEFEIL	
	 <p>IMG_5970.jpg</p>											
	IMG_5970.jpg											
C2 - Pilar (2-)	Riss/Sprekk		09.09.2004	09.09.2004: Små vertikale riss			1		15.07.2009		Svinn/kryp	
	Misfarging		06.10.1999				1		15.07.2009		MILJØANGREP	
C1 - Landkar (3-)	Misfarging		06.10.1999				1		15.07.2009		MILJØANGREP, Hærverk	
	Riss/Sprekk		06.10.1999	06.10.1999: Krakelering av vinger			1		15.07.2009		Alkalireaktivt tilslag	

Element	Skadetype	SG	1. reg. dato	Skadebeskrivelse	B	T	V	M	Sist insp. dato	Pri	Skadeårsak
B4 - Fylling (-)	Setning  IMG_5964.jpg		24.07.2002	24.07.2002: 10 cm setning under ving akse 1 samt venstre ving akse 3			2		15.07.2009		BELASTNING
H11 - Lager m/lageravsats (-)											
H13 - Fuge/fugekonstruksjon (-)	Riss/Sprekk  IMG_5959.jpg		15.07.2009	15.07.2009: Sprekk i asfalt A1			3		15.07.2009		Svinn/kryp



# Inspeksjonsrapport

Byggverk	Vegreferanse	Kategori/type	Lengde/Antall spenn	Start akse	Slutt akse	Bru over
05-1564 Sandvold	P/RV 4 4 0	Vegbru/Platebru	37.2/3	1-Mot Oslo	4-Mot Gjøvik	Bilveg

## Byggverksmerknad

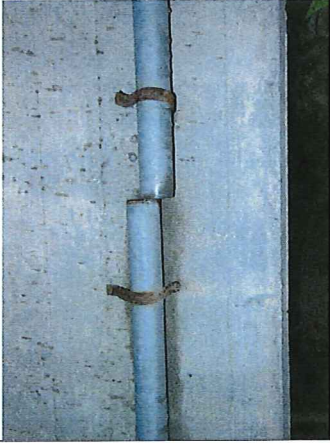
Klatring til lager  
Bruarkiv vegdir.: NEI



Inspeksjonstype	Oppdragsansvarlig	Utførelsesansvarlig	Utførelsesdato	Intervall	Status	Tilkomst
Hovedinspeksjon			16.10.2012	5	Utført	Annet

## Inspeksjonsmerknad

Utført av Rambøll/BST-CBB. 2012: Sprekk i asfalt ved akse 1 og 4. Avskalling pilar. Åpen fugespalte.



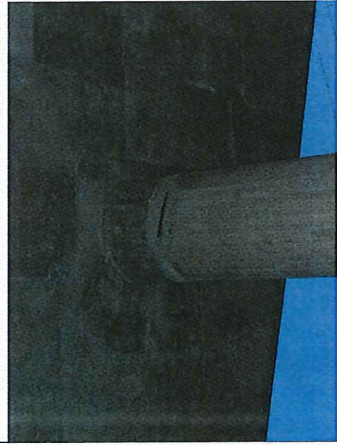
Element	Skadetype	SG	1. reg. dato	Skadebeskrivelse	B	T	V	M	Sist insp. dato	Pri	Skadeårsak
C1 - Landkar (1-1)	Lekkasje/fuktbelastning		16.10.2012	Fukt på lageravsaats			1		16.10.2012		Følgeskade
	Deformasjon (ned-/utbøyning)		11.06.2007	11.06.2007: Rørskjøt er defekt			2		16.10.2012		UTFØRELSEFEIL
 <p style="text-align: center;">DSCN2511.JPG</p> <p style="text-align: center;">DSCN2511.JPG</p>											
	Misfarging		08.09.2004	08.09.2004: Rustutslag fra armeringsstøler BS.			1		16.10.2012		MATERIALFEIL
	Manglende opprydding/fjerning		11.06.2007	11.06.2007: Betongsøl			1		16.10.2012		UTFØRELSEFEIL
	Lekkasje/fuktbelastning		01.10.1999	01.10.1999: Noe misfarging fra lekkasje fra fuge i kamdrager.			1		16.10.2012		Feil utforming, Følgeskade

Element	Skadetype	SG	1. reg. dato	Skadebeskrivelse	B	T	V	M	Sist insp. dato	Pri	Skadeårsak
	Manglende opprydding/fjerning		08.09.2004	08.09.2004: Gjensittende isopor.			2		16.10.2012		UTFØRELSESFEL
											
	DSCN2510.JPG										
H11 - Lager m/lageravsats (1-1)											
H13 - Fuge/fugekonstruksjon (1-1)	Riss/Sprekk		01.10.1999	01.10.1999: Sprekk i asfalt over fuge			2		16.10.2012		Temperatur,Svinn/kryp
											
	DSCN2515.JPG										
	DSCN2515.JPG										

Element	Skadetype	SG	1. reg. dato	Skadebeskrivelse	B	T	V	M	Sist insp. dato	Pri	Skadeårsak	
D1 - Plate (hovedbæresystem) (1-4)	Misfarging		01.10.1999	01.10.1999: Rustuffelling fra spiker og armeringsstoler i platekant	1				16.10.2012		UTFØRELSEFEIL, Påkjørsel	
	Støpesår (steinreir)		16.10.2012	Støpesår vs platekant	1				16.10.2012		UTFØRELSEFEIL	
	Riss/Sprekk		11.06.2007	11.06.2007: Krakelering på kantdrager østside.	1				16.10.2012		Alkaliereaktivt tilslag	
	Armeringskorrosjon		01.10.1999	01.10.1999: Enkelte rustuffellinger innside av kantdrager. Spes. ifb med fuge A1	1				16.10.2012		Feil utforming, Feil plassert armering, MILJØANGREP	
	Skade på overflatebehandling		08.09.2004	08.09.2004: Overflatebehandling på kantdrager flasser	1	1			16.10.2012		MANGLLENDE DRIFT/VEDLIKEHOLD	
	Avskalling		08.09.2004	08.09.2004: Liten påkjørselskade UK øst. 2 stk.	1				16.10.2012		Påkjørsel	
	Riss/Sprekk		25.07.1996	25.07.1996: Riss UK plate NV hjørne (akse 4)	1				16.10.2012		UTFØRELSEFEIL, Manglende herdetiltak, BELASTNING	
	ANNEN SKADE/MANGEL		11.06.2007	11.06.2007: Asfallykkelse: 25 cm under føringskant	1				16.10.2012		ANNEN/UKJENT	
	E2 - Slitelag/fuktisolasjon (1-4)											





Element	Skadetype	SG	1. reg. dato	Skadebeskrivelse	B	T	V	M	Sist insp. dato	Pri	Skadeårsak
H15 - Rekkverk (1-4)	MANGEL		16.10.2012	A1: Manglende rør/håndlist på enden hs			1		16.10.2012		UTFØRELSESFIL
	Riss/Sprekk		11.06.2007	11.06.2007: Liten skade på føringskinne nær akse 3 vest	1	1			16.10.2012		Påkjørsel
	Deformasjon (ned-/utbøyning)		11.06.2007	11.06.2007: Bøyd topprør østside			1		16.10.2012		Påkjørsel
	Forvitring		01.10.1999	01.10.1999: Enkelte dårlige innstøpinger/forvitring av innfestinger for rekkverksstolper samt enkelte innstøpte treklosser	1	1			16.10.2012		Materialfeil, sammensetning
	Korrosjon		11.06.2007	11.06.2007: Rust på skjøter håndlist			1		16.10.2012		MANGLENDE DRIFT/VEDLIKEHOLD
H16 - Vannavløp/drenssystem (1-4)											
C2 - Pilar (2-2)											
H11 - Lager m/lageravsats (2-3)											
C2 - Pilar (3-3)	Avskalling		01.07.1998	01.07.1998: Hjørneavskalling ved lager på vestre pilar	2				16.10.2012		Feilplassert armering

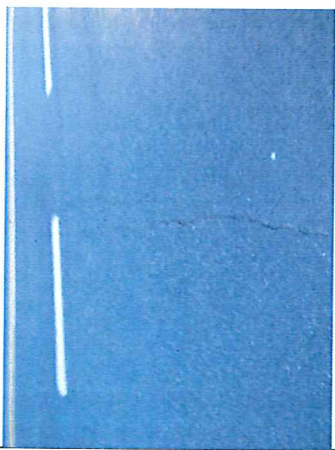



DSCN2513.JPG

DSCN2513.JPG



Element	Skadetype	SG	1. reg. dato	Skadebeskrivelse	B	T	V	M	Sist insp. dato	Pri	Skadeårsak
C1 - Landkar (4-4)	Lekkasje/fuktbelastning		01.10.1999	01.10.1999: Misfarging fra fuger i kantdrager rust/avskalling			1		16.10.2012		Feil utforming
											
	DSCN2514.JPG										
	Manglende opprydding/fjerning		01.10.1999	01.10.1999: Gjennstående isopor bak lager			2		16.10.2012		MANGLENDE DRIFT/VEDLIKEHOLD
											
	DSCN2510.JPG										
H11 - Lager m/legeravsats (4-4)											

Element	Skadetype	SG	1. reg. dato	Skadebeskrivelse	B	T	V	M	Sist insp. dato	Pri	Skadeårsak	
H13 - Fuge/fugekonstruksjon (4-4)	Riss/Sprekk		08.09.2004	08.09.2004: Sprekk i asfalt akse 4		3	3		16.10.2012		Temperatur, Svinn/kryp	
	 <p>DSCN2516.JPG</p> <p>DSCN2516.JPG</p>											
B4 - Fylling (-)												
E3 - Kantdrager (-)	ANNEN SKADE/MANGEL		16.10.2012	Åpen fugespalte			2		16.10.2012		UTFØRELSEFEIL	
	 <p>DSCN2517.JPG</p> <p>DSCN2517.JPG</p>											
	Avskalling		16.10.2012	Avskalling		1			16.10.2012		BELASTNING	