

NEDAP LIBRIX: LABELKWALITEIT



BEYOND THE BOOK

Labelkwaliteit 13,56 MHz-labels

Version 1.0 | 1 december 2010

HOOFDSTUK 1: LABELKWALITEIT 13,56 MHZ-LABELS

De mate van succes bij de implementatie van RFID in uw bibliotheek, is afhankelijk van een aantal factoren. De kwaliteit van de in de bibliotheek gebruikte RFID-labels is er een van.

Nedap produceert geen boek- en/of CD/DVD-labels en heeft geen enkel belang (financieel of op ander wijze) in welke labelfabrikant dan ook. Desondanks hebben we dit document opgesteld om u te informeren hoe labels werken en welk effect ze hebben op de totale prestaties van het systeem.

HOOFDSTUK 2: HET BASISPRINCIPE

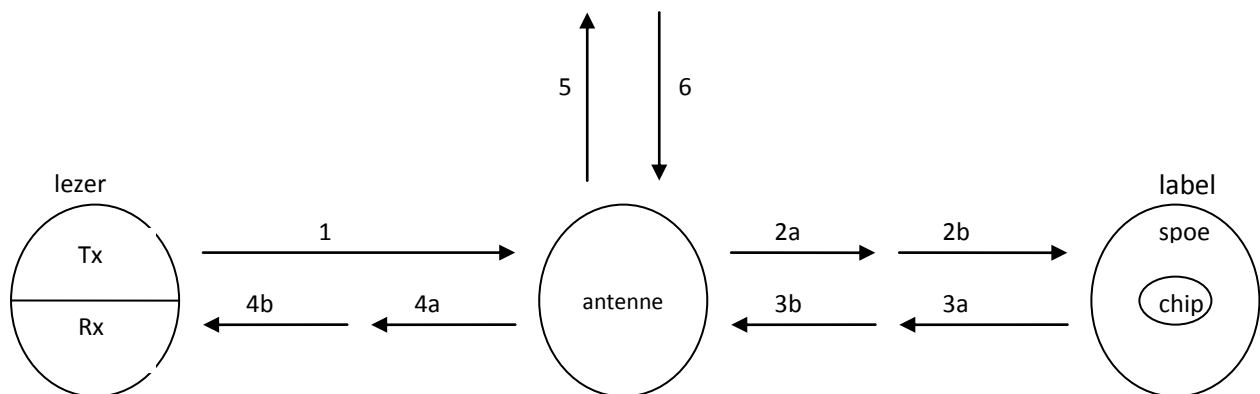
Het onderstaande schema beschrijft de werking van RFID-labels en -lezers. Zoals u kunt zien is het een 2-wegprincipe. Als eerste is het nodig het label te laten 'praten'. Ten tweede is het belangrijk dat het teruggestuurde signaal sterk genoeg is om te worden gedetecteerd in het ontvangstdeel van de lezer. De lezer moet 'horen' wat het label 'zegt'.

Eén factor die een negatieve invloed heeft op dit signaal is achtergrondruis. Deze ruis kan worden veroorzaakt door elektrische apparatuur die is geplaatst in de nabijheid van de beveiligingspoort. Praat iemand tegen u een drukke omgeving, is het moeilijk te horen wat deze persoon tegen u zegt.

Daarnaast kan het label worden ontstemd doordat het item is bevestigd op metaal (CD's, DVD's) of door stoorsignalen uit de omgeving, zoals metalen onderdelen die geplaatst zijn in de nabijheid van de beveiligingspoorten (deuren, tafels, gegalvaniseerd staal in vloeren, etc.). Houdt iemand zijn/haar hand tegen de mond wanneer hij/zij met u praat, is het moeilijker te horen wat deze persoon tegen u zegt.

Ten derde is de oriëntatie van het label in relatie tot veldlijnen van invloed. Met andere woorden; wat is de positie van het label als het door de poorten gaat? Dit kan deels worden ondervangen door het gebruik van beveiligingspoorten die vrijwel geheel OID (onafhankelijk van objectoriëntatie) zijn. Het is makkelijker iemand een vraag te stellen als deze persoon u aankijkt, dan wanneer hij of zij met de rug naar u toe staat.

De laatste beperking in de prestaties van poorten is een resultaat van EMC/CE-richtlijnen. In deze richtlijnen is de maximale veldsterkte die de aan uw beveiligingspoort bevestigde lezer mag veroorzaken beperkt. Dit betekent dat het niet is toegestaan dat we een onbeperkte hoeveelheid energie leveren om ervoor te zorgen dat het label begint te 'praten'.



1. TX-uitgangssignaal: vermogen [W], frequentie [MHz], ruis zender [dBc/Hz]
- 2a. TX magnetische veldsterkte [A/m], richting van veldlijnen
- 2b. min.& max veldsterkte [A/m] voor label (tag). + min.& max. modulatie diepte
- 3a. Magnetisch dipoolmoment labeluitgang [$\mu\text{A}\cdot\text{m}^2$] zowel onderste als bovenste zijband (USB & LSB)
- 3b. Equivalente homogene veldsterkte labelsignaal [dBuA/m]
- 4a. Ingangsspanning Rx-siginaal of ruis [dBuV]
- 4b. Rx gevoeligheidsdrempel [dBuV], minimale signaal/ruis- signaal/stoorverhouding [dB]
5. EMC-richtlijnen: externe magnetische veldsterkte Tx op 10 m [dBuA/m]
6. Externe ruis- & stoorsignaalveldsterkte [dBuA/m]

HOOFDSTUK 3: FUNCTIONELE BESCHRIJVING VAN RFID-LABELS EN -LEZERS

RFID-labels voor bibliotheeksystemen bestaan uit een spoel, een (in de chip geïntegreerde) afstemcondensator en een chip.

Een 13,5 Mhz-lezer die bevestigd is aan een antenne zendt een magnetisch (ondervraging) veld uit en wekt een inductiespanning op in de spoel van het label, die zorgt voor de voedingspanning voor de chip in het label. Is deze voedingspanning sterk genoeg, zorgt deze ervoor dat het label 'terugpraat'.

3.1 MINIMALE VELDSTERKTE

Dit betekent dat er een minimale waarde is voor veldsterkte van het ondervragingsveld, waarbij de chip kan worden geactiveerd, $\Rightarrow H_{min}$.

Met andere woorden, is de veldsterkte niet groot genoeg, zal de chip niet beginnen met 'terugpraten'. Deze minimale veldsterkte wordt bepaald door het ontwerp van het label en de chip. Parameters zoals de waarde van het opgenomen spoeloppervlak, de constructie van de spoel (hechtingskwaliteit), de kwaliteitsfactor van de spoel zelf (Q), de resonantiefrequentie van het label als de chip wordt geactiveerd, de spoel/condensator verhouding (L/C) en het opgenomen vermogen van de chip spelen eveneens een rol.

H_{min} is één van de meest essentiële parameters van een label. H_{min} wordt uitgedrukt in Ampère per meter, [A/m]. Zolang H_{min} niet is bereikt, is het label niet actief en kan deze geen informatie terugsturen naar de lezer.

3.2 TERUGPRATEN

Wordt het label geactiveerd en uitgenodigd terug te praten (terugsturen van een antwoordsignaal naar de lezer), wordt de energie van het ondervragingssignaal in het labelcircuit gemoduleerd door het periodiek bekrachtigen van het resonantiecircuit in het label: een antwoordsignaal wordt gegenereerd.

3.3 BOVENSTE EN ONDERSTE ZIJBAND

U wilt niet dat het label terugpraat op dezelfde frequentie als waarop deze door de lezer wordt uitgenodigd terug te praten. Dit is hetzelfde als wanneer mensen met dezelfde stemhoogte op hetzelfde moment praten; dat is erg lastig te begrijpen.

Daarom wordt in een tussenstap een hulpdraaggolf van 422 kHz gegenereerd, die wordt gemoduleerd op de 13,56 MHz ondervragingsdraaggolf. Dit resulteert in twee zijbanddraaggolven: $13,56 \text{ MHz} - 422 \text{ kHz} = 13,138 \text{ MHz}$ (LSB, onderste zijband) en $13,56 \text{ MHz} + 422 \text{ kHz} = 13,982 \text{ MHz}$ (USB, bovenste zijband).

De lezer kan op deze beide frequenties de door het label gestuurde informatie ontvangen.

De sterkte van de velden die naar de RFID-label worden gestuurd wordt uitgedrukt in het magnetische dipoolmoment van de labelsignalen. Er moet een onderscheid worden gemaakt tussen het magnetisch dipoolmoment van het signaal van de onderste zijband, **mLSB** en het magnetische dipoolmoment van het signaal van de bovenste zijband, **mUSB**. Het magnetisch dipoolmoment wordt uitgedrukt in microampère x meter [$\mu\text{A} \cdot \text{m}$].

3.4 LABELINSTELLINGEN EN EXTERNE ONTSTEMMING

De mate waarin het signaal wordt ontvangen via één van de zijbandcomponenten verschilt. Het is belangrijk te weten dat boeken en CD's de veldsignalen ontstemmen. Dit is de reden dat alle RFID-labels ontstemd worden geproduceerd. Op deze manier zal in theorie de mate waarin boeken en CD's ontstemmen worden gecompenseerd door het ontstemde RFID-label. Het resultaat is dat het signaal wel overeenkomt met een van de zijbanden.

Vanwege dit principe is het belangrijk hoe de (ontstemde) resonantiefrequentie van het label in geactiveerde staat wordt ingesteld. Ook is het ontstemmingseffect van het substraat waarop het label wordt geplaatst (de mate waarin boeken & CD's het label werkelijk ontstemmen) belangrijk.

3.5 TESTEN VAN LABELS

Verschillende typen lezers kunnen het onderste en bovenste zijbandsignaal op een verschillende manier gebruiken of zelfs slechts één van beiden ontvangen, waardoor het specificeren van beide waarden belangrijk is.

Daarom wordt bij het testen van de prestatieniveaus van labels het dipoolmoment van beide zijbanden separaat gemeten.

Hierdoor wordt een tweede set essentiële parameters vastgelegd, namelijk degene die zijn gerelateerd aan het antwoordsignaal. Het antwoordsignaal moet sterk genoeg zijn, zodat de lezer de labelcode kan detecteren.

Met de parameters, **Hmin**, **mLSB**, en **mUSB**, worden de elektrische prestaties van de labels beschreven. Dit zijn de prestatieparameters die Nedap meet voor het bepalen van de labelkwaliteit.

3.6 UITGANGSPUNTEN

Zoals al eerder vermeld, zendt het label alleen een antwoordsignaal ('praat terug') als het door een commandocode hiertoe wordt uitgenodigd. Dit kan bijvoorbeeld het EAS-commando zijn, waarbij het label reageert door het uitzenden van het EAS-antwoordsignaal.

De verschillende commando's worden gegenereerd door het kort verlagen van de amplitude van het ondervragingssignaal. Deze verlaging (modulatiediepte) voor de SLI-codechip is 20% van de nominale waarde van het normale amplitude (draaggolfamplitude).

De ingestelde modulatie diepte heeft een geringe invloed op de H_{min} ; bij welke veldsterkte wordt de chip op het label geactiveerd? Dit betekent dat voor testdoeleinden de modulatie diepte moet worden overeengekomen. Nedap test de labels met *een nominale waarde van 20 %*.

Labels worden gemeten bij de nominale ondervragingsfrequentie van 13,560 MHz +/- 5 kHz.

Om ervoor te zorgen dat de labels tijdens de tests 'praten', gebruiken we het EAS-commando. Daarom moet tijdens het testen de EAS-bit zijn ingesteld.

3.7 MEETOPSTELLING

Het is belangrijk te weten dat we geen Nedap-lezers gebruiken bij het testen. Dit zou geen wetenschappelijke benadering zijn, maar vooral aantonen hoe onze lezers werken met de geteste labels.

Daarom bestaat de Nedap meetopstelling voor het meten van de prestaties van 13,56 MHz labels uit een generator, een modulator en vermogensBooster, een protocolcontroller, een breedbandmeetlusantenne, een dummybelasting, een 13,56 MHz notchfilter en een speciaal meetontvangercircuit. De ontvangsteenheid kan worden afgestemd voor het meten van zowel het onderste als het bovenste zijbandsignaal.

3.8 TESTPROCEDURE

Het hele jaar door testen we een aantal labels van verschillende leveranciers. Tijdens deze tests meten we de volgende parameters:

- ondervragingssignaal: minimale veldsterkte **H_{min}** voor het activeren van het label.
- antwoordsignaal: magnetisch dipoolmoment van de onderste en bovenste zijband
- hulpdraagsignaal, **mLSB** en **mUSB**.

Zoals u zult begrijpen zullen de testresultaten voor een product waarvan de prestaties afhankelijk zijn van dit grote aantal variabelen, voor verschillende leveranciers, verschillende spoelafmetingen, verschillende chips en zelfs bij verschillende batches van hetzelfde product van de zelfde leverancier, sterk verschillen.

Het resultaat hiervan is dat bijvoorbeeld de kwaliteit van de labelherkenning voor alarmdetectie in het veld ook sterk varieert. Uiteraard kan dit een negatief effect hebben op de praktische prestaties van elk RFID-systeem voor bibliotheken.

3.9 TESTRESULTATEN

Bij de presentatie van de uitgevoerde tests geven we 2 waarden:

- veldsterkte H_{min}
- leesafstand

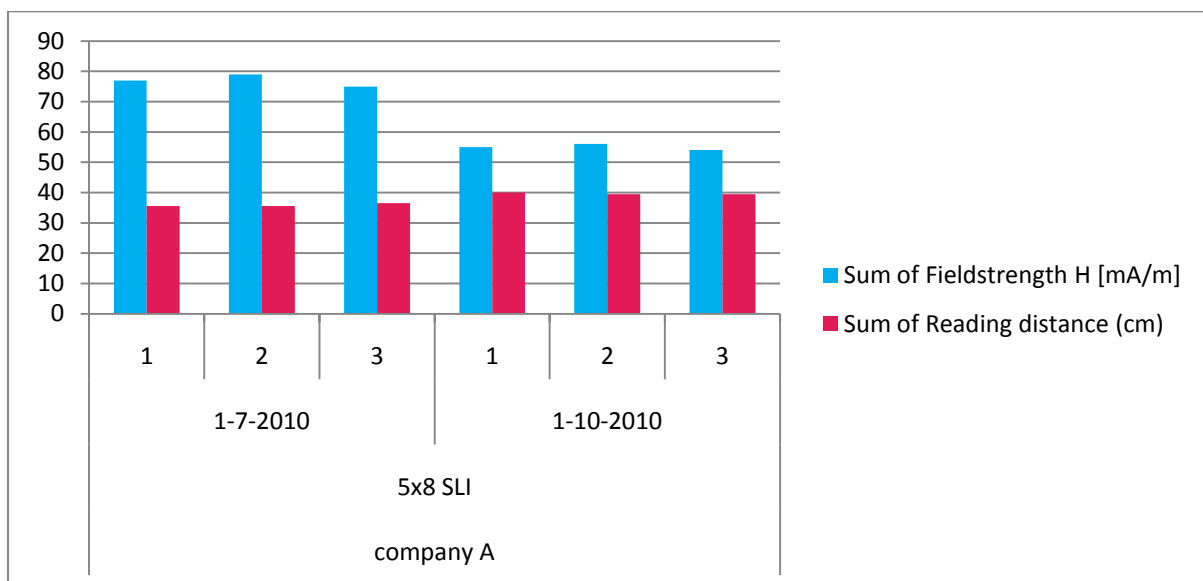
Zoals hierboven besproken, is de veldsterkte H_{min} de minimale veldsterkte waarbij de chip geactiveerd wordt voor het 'terugpraten'. De leesafstand is de maximale afstand van het label ten opzichte van de antenne, waarbij het 'terugpraten' start. Zoals verwacht, is er een sterke correlatie tussen de twee waarden.

Wat u moet onthouden bij het bestuderen van de onderstaande gegevens, is dat hoe lager de minimale veldsterkte en hoe groter de leesafstand, hoe beter de kwaliteit van het label. Houd er bij het analyseren van de onderstaande gegevens rekening mee dat verschillende variabelen zijn gemarkeerd. U kunt de resultaten van de afzonderlijke variabelen niet gebruiken voor uitspraken m.b.t. de totale prestaties van een label. Omdat de prestatie van een label het resultaat is van een combinatie van veel factoren, kunnen deze resultaten alleen worden gebruikt voor het geven van een algemene voorspelling van het effect dat deze variabelen hebben op de algemene prestaties van het label.

HOOFDSTUK 4: BATCHINVLOED

Verskillende tests met 3 willekeurig gekozen labels, waarvan hieronder een voorbeeld is gegeven, hebben aangetoond dat tussen de verschillende batches (verschillende productiedata) van dezelfde leverancier, verschil kan zijn in de minimale veldsterkten. Zoals u kunt zien, kan ook de leesafstand variëren.

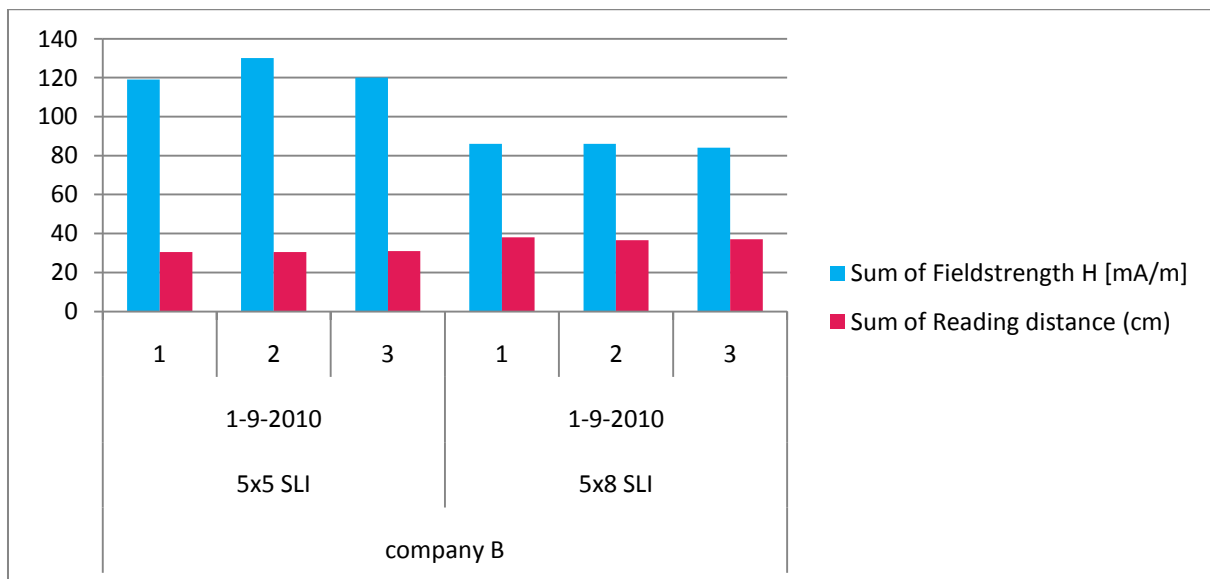
Rijlabels	Waarden	
	Veldsterkte H [mA/m]	Leesafstand (cm)
Bedrijf A		
5x8 SLI		
1-7-2010		
1	77	35,5
2	79	35,5
3	75	36,5
1-10-2010		
1	55	40
2	56	39,5
3	54	39,5



HOOFDSTUK 5: INVLOED SPOELAFMETING

Ook de spoelafmeting is van belang bij het onderzoek naar de prestaties van een label. Hoe groter de spoel (5x5 t.o.v. 5x8), hoe lager de minimale veldsterkte en hoe groter de leesafstand.

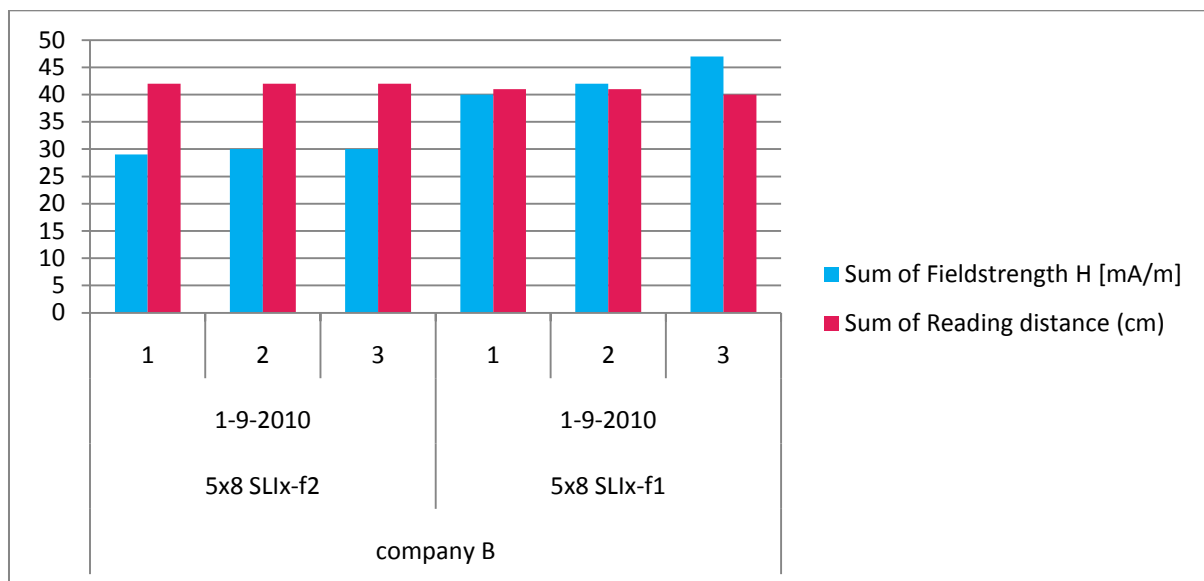
Rijlabels	Waarden	
	Veldsterkte H [mA/m]	Leesafstand (cm)
Bedrijf B		
5x5 SLI		
1-9-2010	369	92
1	119	30,5
2	130	30,5
3	120	31
5x8 SLI		
1-9-2010	256	111,5
1	86	38
2	86	36,5
3	84	37



HOOFDSTUK 6: INVLOED SPOELTYPE / MATERIAAL

Ook de verschillende spoeltypen en verschillende materialen van de labelsamenstelling hebben invloed op de prestaties van een label. Zoals u hieronder kunt zien zijn bij twee labeltypen met dezelfde spoelafmeting, maar samengesteld uit verschillende componenten, verschillen te zien bij zowel de minimale veldsterkte als de leesafstand.

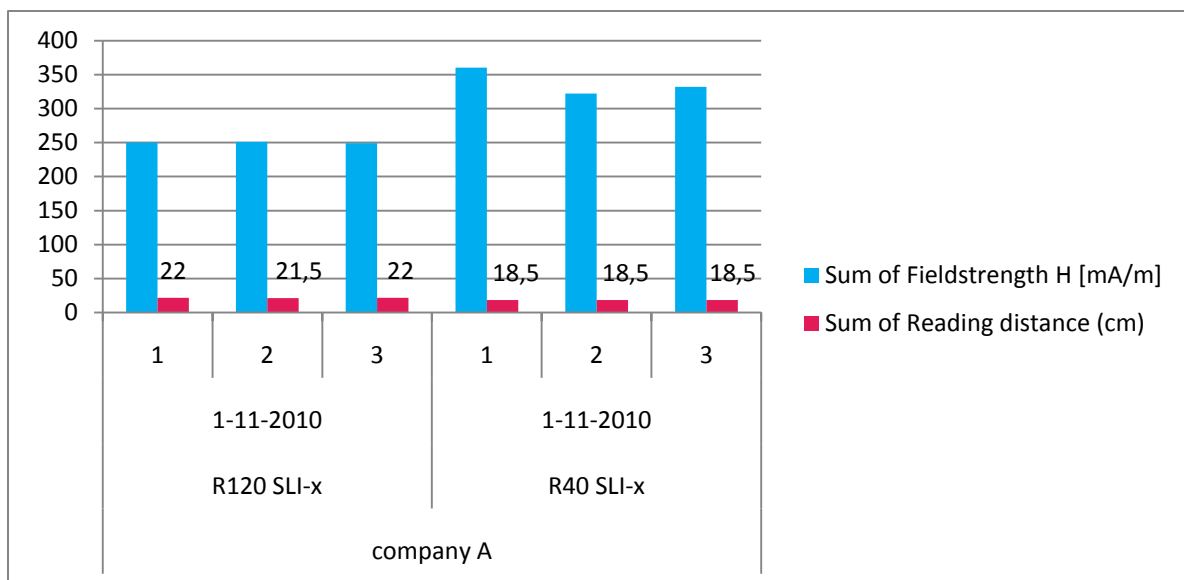
Rijlabels	Waarden Veldsterkte H [mA/m]	Leesafstand (cm)
Bedrijf B		
5x8 SLlx-f2		
1-9-2010		
1	29	42
2	30	42
3	30	42
5x8 SLlx-f1		
1-9-2010		
1	40	41
2	42	41
3	47	40



HOOFDSTUK 7: INVLOED BULLSEYE / STINGRAY

Een alternatief voor de BullsEye die wordt gebruikt op CD's/DVD's, is de StingRay. In de hieronder getoonde testresultaten kunt u een verschil zien in de minimale veldsterkte en de leesafstand voor de twee opties. Het resultaat van de tests met de R120 (StingRay) toont dat deze begint met communiceren bij een lagere veldsterkte en kan communiceren over een grotere leesafstand. Deze variabelen hebben een positieve invloed op de totale prestaties van dit label.

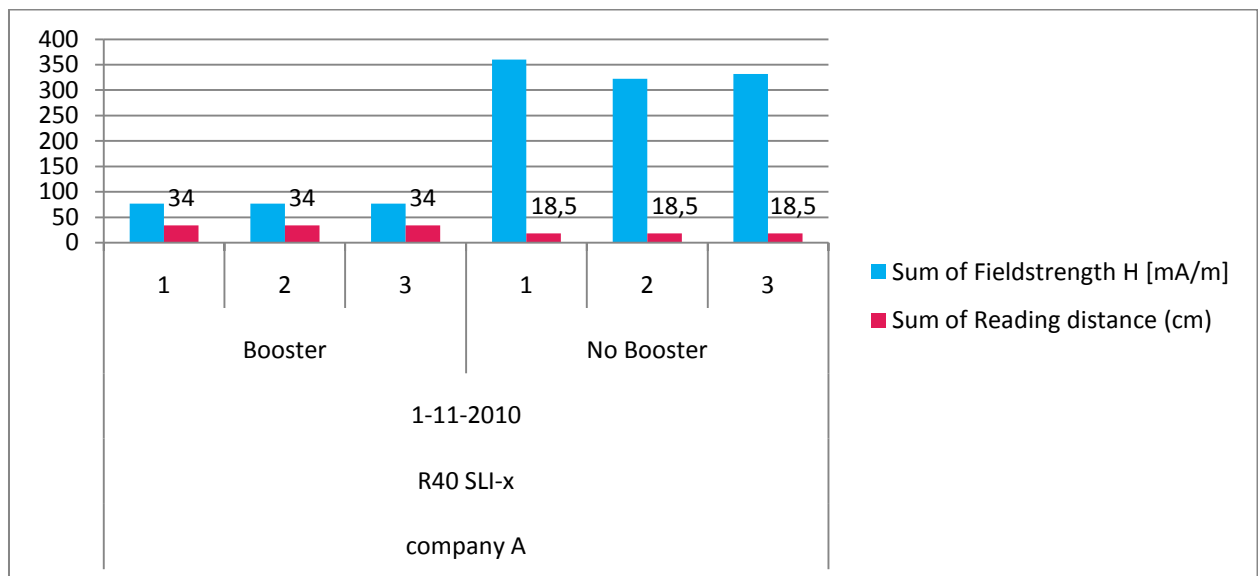
Rijlabels	Waarden	
	Veldsterkte H [mA/m]	Leesafstand (cm)
Bedrijf A		
R120 SLI-x		
1-11-2010		
1	250	22
2	251	21,5
3	249	22
R40 SLI-x		
1-11-2010		
1	360	18,5
2	322	18,5
3	332	18,5



HOOFDSTUK 8: BULLSEYE / BULLSEYE + BOOSTER

Een andere optie voor verbeterde CD-/DVD-labelprestaties is het gebruik van labels met een Booster. Zoals u hieronder kunt zien bij de geteste labels met Booster, starten deze met communiceren bij een lagere veldsterkte dan labels zonder Booster. Ook de leesafstand wordt positief beïnvloed bij het gebruik van Booster.

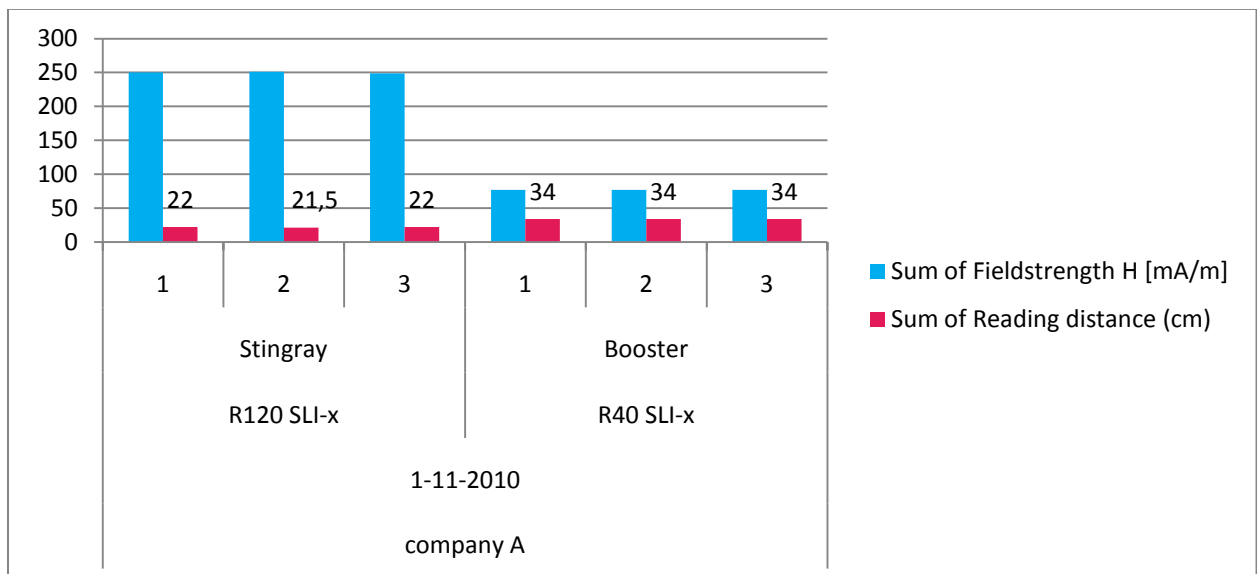
Rijlabels	Waarden	
	Veldsterkte H [mA/m]	Leesafstand (cm)
Bedrijf A		
R40 SLI-x		
1-11-2010		
Booster		
1	77	34
2	77	34
3	77	34
Geen Booster		
1	360	18,5
2	322	18,5
3	332	18,5



HOOFDSTUK 9: INVLOED STINGRAY / BOOSTER

Zoals hierboven getoond, worden zowel StingRay- als Boosterlabels gebruikt voor het verbeteren van de CD-/DVD-labelprestaties. We hebben ook de minimale veldsterkte en leesafstand voor deze opties met elkaar vergeleken.

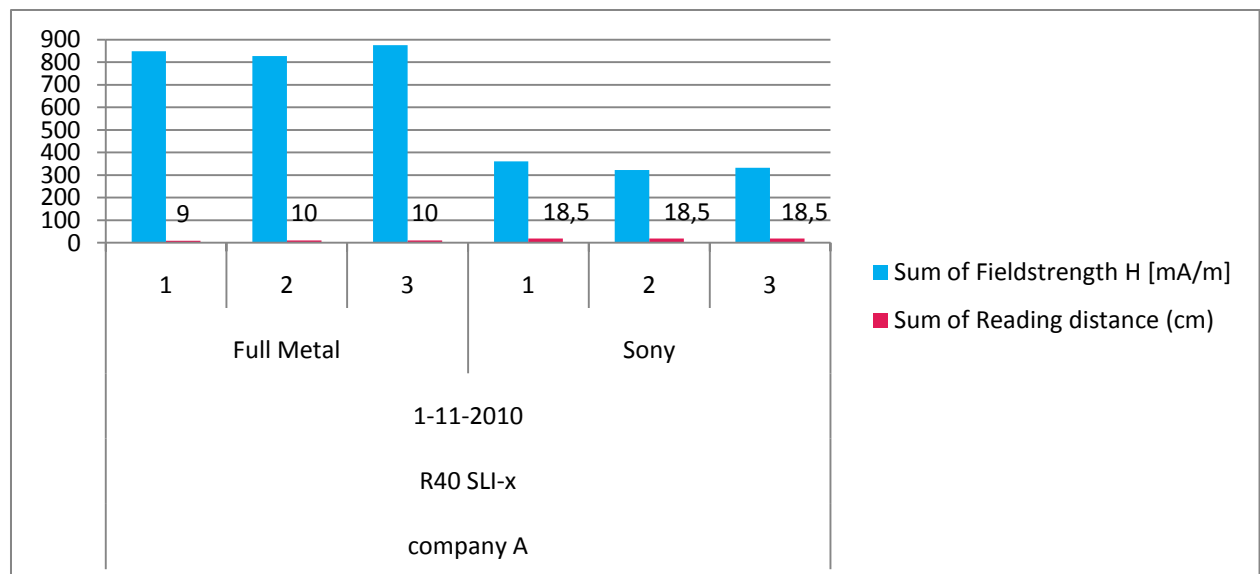
Rijlabels	Waarden	
	Veldsterkte H [mA/m]	Leesafstand (cm)
Bedrijf A		
1-11-2010		
R120 SLI-x		
StingRay		
1	250	22
2	251	21,5
3	249	22
R40 SLI-x		
Booster		
1	77	34
2	77	34
3	77	34



HOOFDSTUK 10: INVLOED NORMALE CD / VOLLEDIGE GEMETALLISEERDE CD

We weten dat metaal een negatieve invloed heeft op de prestaties van een label. Dit is ook zichtbaar in de onderstaande resultaten, volledig gemetalliseerde CD's (gemetalliseerd tot aan de kern) hebben een hogere veldsterkte nodig voordat de communicatie begint. Ook is de leesafstand van deze CD's kleiner, in vergelijking met CD's die minder gemetalliseerd zijn.

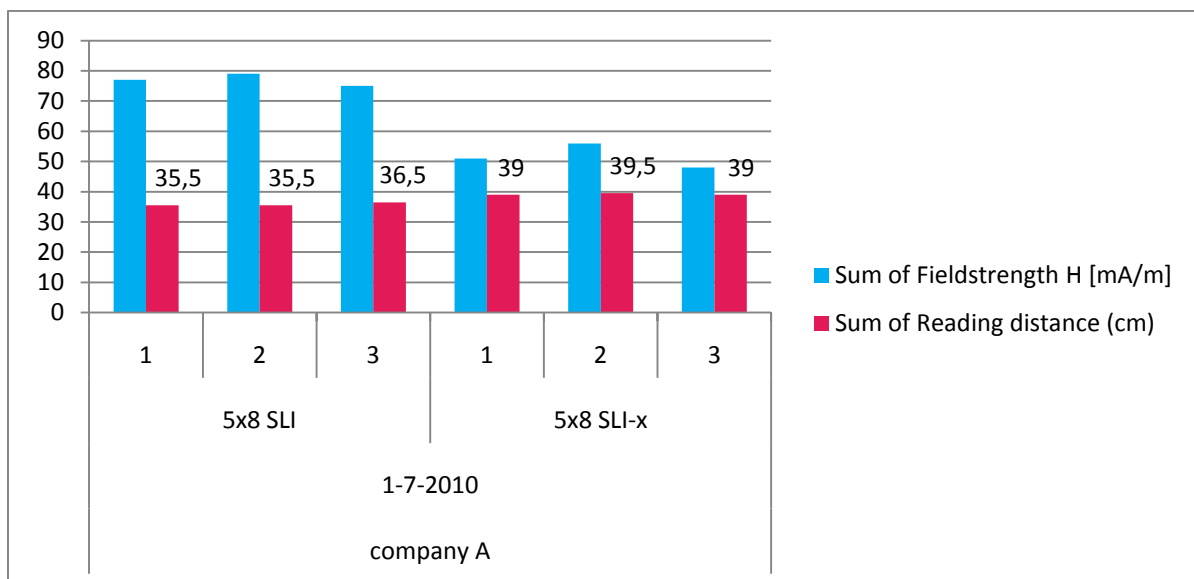
Rijlabels	Waarden Veldsterkte H [mA/m]	Leesafstand (cm)
Bedrijf A		
R40 SLI-x		
1-11-2010		
Volledig gemetalliseerd		
1	848	9
2	827	10
3	875	10
Sony		
1	360	18,5
2	322	18,5
3	332	18,5



HOOFDSTUK 11: INVLOED VAN CHIP KWALITEIT

De kwaliteit van het chip dat in het label wordt geplaatst, heeft ook invloed op de prestaties van een label. Labels van dezelfde leverancier, die met verschillende chips (SLI, SLI-X) uitgerust zijn, laten verschillende minimale veldsterktes en leesafstanden zien; de labels die met SLI-X chips zijn uitgerust, hebben minder vermogen nodig om te beginnen te communiceren en doen dit al vanaf een grotere afstand.

Rij labels	Waarden	
	Veldsterkte H [mA/m]	Leesafstand (cm)
Bedrijf A		
1-7-2010		
5x8 SLI		
1	77	35,5
2	79	35,5
3	75	36,5
5x8 SLI-x		
1	51	39
2	56	39,5
3	48	39



CONCLUSIE

De mate waarin de implementatie van RFID in een bibliotheek succesvol is, hangt van meerdere factoren af. Een van deze factoren is de kwaliteit van de labels die worden gebruikt. De kwaliteit van deze labels hangt ook weer af van een aantal variabelen. Het onderzoek dat door ons is gedaan, heeft beperkingen qua validiteit en betrouwbaarheid. We gebruiken daarom alleen de resultaten van het onderzoek om een indicatie te geven aan de hand waarvan voorspellingen gedaan kunnen worden met betrekking tot de prestaties van een label. Het onderzoek heeft ons de volgende indicatoren opgeleverd:

Voor het zelfde product van dezelfde leverancier, bestaan verschillen in de kwaliteit van verschillende batches. Dit is een fenomeen dat tussen de verschillende batches van alle geteste leveranciers voorkomt.

Ook heeft de grootte van de spoel (antenne) van een label, invloed op de prestaties van het label; een grote spoel heeft een positieve invloed op de prestaties van een label. Dit wordt geïllustreerd in de resultaten van de testen van de 5x5 / 5x8 labels en de Bullseye / Stingray.

Daarnaast heeft ook het type spoel invloed op de prestaties van een label.

De invloed van metaal is ook negatief te noemen. Doordat CDs en DVDs voor een groot deel uit metaal bestaan, hebben zij als gevolg een negatieve invloed op de prestaties van een label. Daaruit volgt dat CDs en DVDs die volledig gemetalliseerd zijn, een nog grotere negatieve invloed hebben op de prestaties van een label.

Tot slot, hebben we ook de invloed van de kwaliteit van de chip op de performance van een label onderzocht. We hebben gezien dat tussen de verschillende types chips, verschillende minimale veldsterktes en leesafstanden bestaan.