Methode van Lee toegepast binnen Special Coverage Locations

J. van Hooy • Versie 0.3 • 03 februari 2009

Uitgegeven door: voorziening tot samenwerking Politie Nederland

Informatie: Unit Meldkamer Systemen, RF en Vastgoedbeheer
Contactpersoon: De heer J. van Hooy
Telefoon: 0343 – 53 46 85

Samenstelling en redactie: De heer J. van Hooy

Gereviewed: De heren T. de Bont, S. de Vries, R. Welling

Versie: 0.3

Status: Concept

Inhoudsopgave

1. Inleiding 4

2. Methode van William C.Y. Lee 6

3. Praktijk 7

4. Kleine ruimtes 8

4.1 Uitwerking 8
4.2 Goed/afkeur criteria 10

5. Grote ruimtes 11

5.1 Uitwerking 11
5.2 Goed/afkeur criteria 11

BIJLAGE 1 12

© 2009 vts Politie Nederland, all rights reserved.

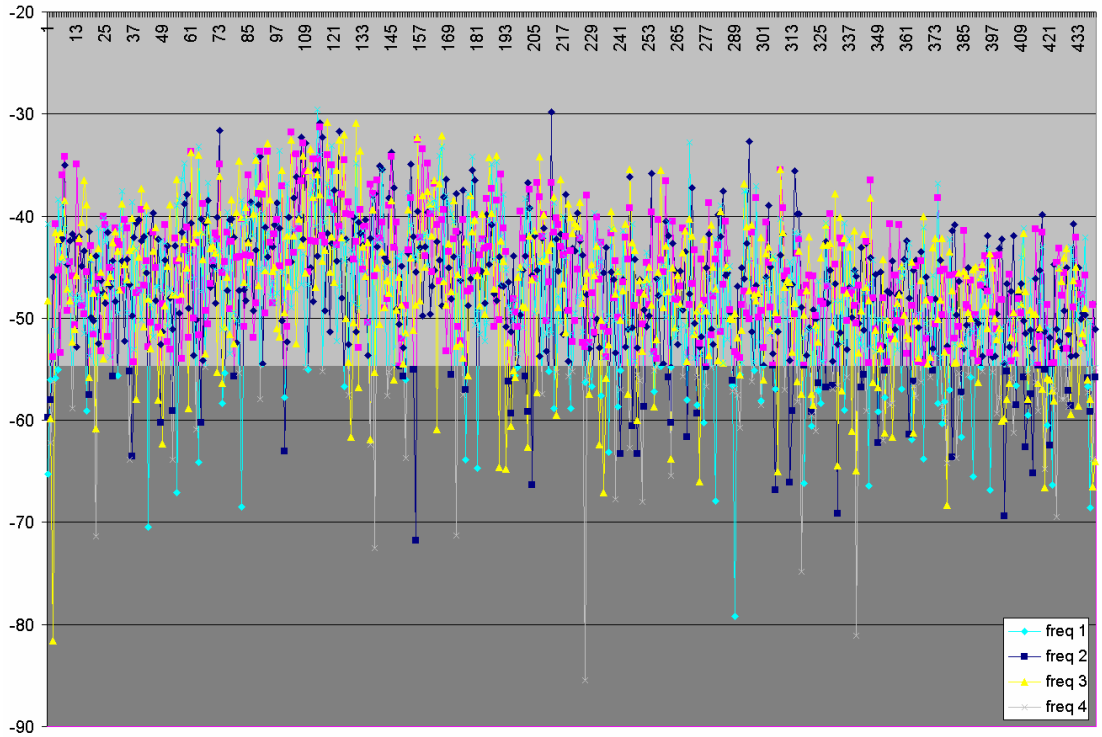
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, op geautomatiseerde wijze opgeslagen of openbaar gemaakt in enige vorm of op enigerlei wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de voorziening tot samenwerking Politie Nederland (vts Politie Nederland).

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, scanning, or otherwise, without the prior written permission of the "voorziening tot samenwerking Politie Nederland (vts Politie Nederland)".

1. Inleiding

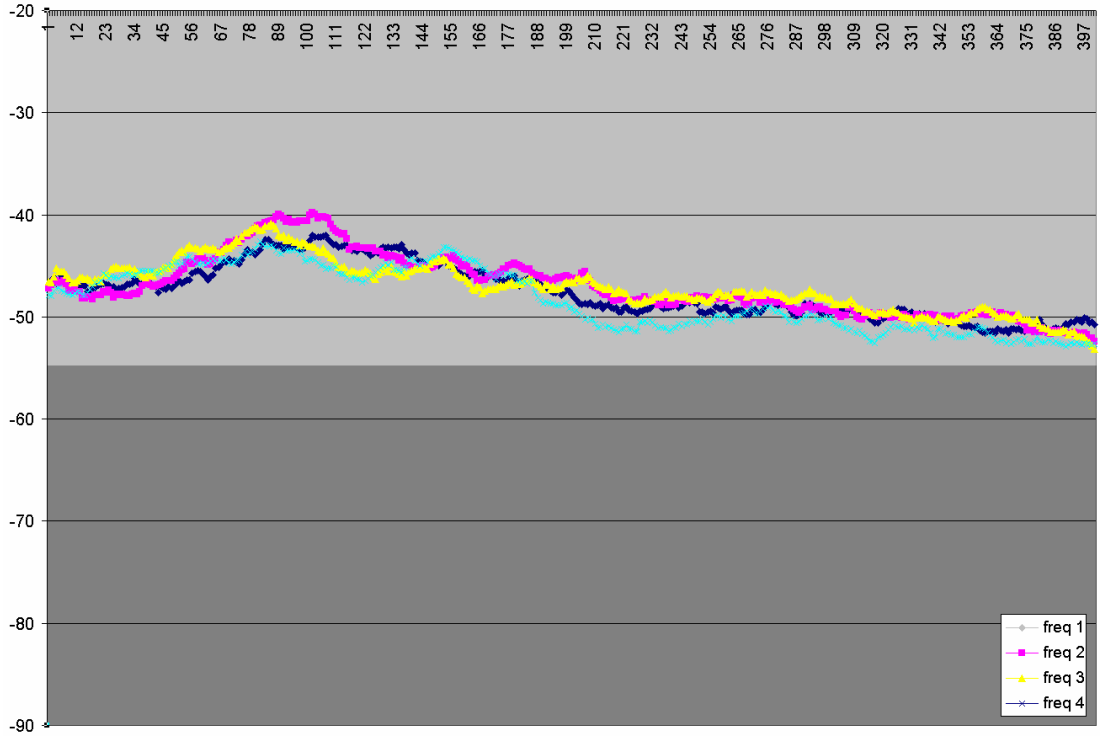
Om inzicht te krijgen in de bedekkinggraad van een SCL (Special Coverage Location) installatie, moet de veldsterkte gemeten worden. Dit kan door steekproefsgewijs een paar punten te meten, maar dit geeft geen goed en volledig beeld van de bedekkinggraad.
Om wel een volledig beeld te verkrijgen moet er een geautomatiseerde trajectmeting worden verricht. Echter voor de reproduceerbaarheid en vergelijkbaarheid moet dit wel binnen bepaalde kaders gebeuren.

Een geautomatiseerde trajectmeting levert veel meetpunten op. Tevens is, door snelle veranderingen in veldsterkte (Rayleigh fading), een dergelijk resultaat moeilijk te interpreteren. Zie figuur 1.



Figuur 1. Ruwe meetdata

Om meetgegevens toch leesbaar te presenteren kan bijvoorbeeld gekozen worden voor de methode van Lee. De methode van Lee is een internationaal geaccepteerde methode voor het bepalen het lokaal gemiddelde signaal. Deze methode middelt de meetgegevens zodanig dat deze leesbaar worden. Figuur 2 toont de meetgegevens van figuur 1 na bewerken met de methode van Lee.



Figuur 2. Bewerking van meetgegevens met behulp van de methode van Lee.

De methode van Lee kan op meerdere manieren worden toegepast en op meerdere manieren worden uitgewerkt. Met de in dit document gedetailleerde beschrijving moet dit eenduidig gestroomlijnd worden.

2. Methode van William C.Y. Lee

De methode van Lee is een wiskundige methode om de lokaal gemiddelde veldsterkte (Local Average Signal Power) te bepalen in een bepaald gebied binnen een bepaalde foutmarge.

Voorbeeld: Iemand wil de waterstand weten. Bij windstil weer is dit simpel. Er zijn geen golven (vertaal fading). De waterstand is direct af te lezen met behulp van een peilstok. Met wind wordt dit lastiger. Dit geeft golven (fluctuerende waarden) in tijd en plaats van de peilstok. (opstuwing, verlaagde waterstand).

Veel meetwaarden op veel plaatsen maakt de meting nauwkeuriger, echter dit eindigt met een gemiddelde waarde over een "groot" gebied. Dit geeft geen goed totaalbeeld van de waterstand.

Geen waterstanden, maar C2000

William Lee heeft wiskundig bewezen dat 36 of meer niet samenhangende (ongecorreleerde) meetwaarden over 40 Lambda nodig zijn voor de bepaling van de Local Average Power. Hiermee zorgt de methode van Lee ervoor dat snelle veranderingen in veldsterkte (Rayleigh fading) eruit gemiddeld worden. Resultaat is het lokaal gemiddeld signaalvermogen in de SCL. Deze bepaling heeft een foutmarge van 1 à 2 dB.

Uit de praktijk blijkt dat de interval tussen de meetpunten groter dan 0,8 Lambda moet zijn om niet samenhangende meetwaarden te krijgen.
Anderzijds mag de meetinterval niet groter worden dan: 40 / 36 = 1,11 Lambda.

De golflengte van de C2000 downlink is gemiddeld: 300 / 392,5 = 0,76 m
De afstand tot het volgende meetpunt moet liggen tussen:
0,61 (0,80 Lambda) **m** en **0,85 m** (1,11 Lambda).

3. Praktijk

In de praktijk heeft de meettechnicus te maken met meerdere soorten ruimtes die bemeten moeten worden, te weten:

- kleine ruimtes,
- grote ruimtes
- slecht toegankelijke ruimtes.

Slecht toegankelijke ruimtes
Omdat voor een correcte interpretatie van de methode van Lee de afstand tussen de meetpunten cruciaal is, wordt er gemeten met een meettrolley voorzien van een wielsensor. Hierdoor zijn niet alle ruimtes meetbaar. Slecht toegankelijke ruimtes zijn bijvoorbeeld trappenhuizen, kruipruimtes (< 1,80 m), gangpaden smaller dan 0,65 m en dergelijke.

Slecht toegankelijke ruimtes kunnen door UMS niet gemeten worden met een wielsensor triggering.

Ongecorreleerde samples (nodig om aan het criteria van Lee te voldoen) moeten dan op een andere manier worden verkregen. Bijvoorbeeld door handmatig te triggeren of op vaste tijdsintervallen. Bij deze triggering is de kans groter op gecorreleerde samples en wordt de reproduceerbaarheid kleiner.

In de volgende hoofdstukken worden kleine en grote ruimtes verder toegelicht en uitgewerkt.

4. Kleine ruimtes

Ruimtes waar trajecten korter dan 35 meter gemeten kunnen worden, vallen onder de noemer: kleine ruimtes. Te denken valt aan bijvoorbeeld een ruimte van 4 bij 4 meter. De meest optimale meetroute zou zigzag in stroken van 0,7 m zijn. In dat geval is maximaal 25 meter aan ongecorreleerde meetpunten haalbaar. Echter, meestal zijn ruimtes voorzien van meubilair, waardoor het aantal meters verder terug zal lopen.
Onderstaande methode gaat ervan uit dat er meer dan 1 frequentie simultaan gemeten wordt. De gemeten frequenties hebben allen hetzelfde dienstdoel. Voor UMS is dat de dienst C2000. Deze frequenties hebben allen het zelfde transmissietraject doorlopen en starten met hetzelfde zendvermogen.

Voorbeeld: Indien een object gevoed wordt door meerdere donorcellen (redundant), dan kunnen enkel de signalen afkomstig van één donorcel samengenomen worden.

De methode van Lee spreekt van ongecorreleerde meetpunten over een afstand 40 Lambda. Echter, als men 2 frequenties meet, zijn deze 2 frequenties ook ongecorreleerd ten opzichte van elkaar als deze op hetzelfde punt gemeten worden. Hierdoor is het mogelijk om met behulp van 2 frequenties niet over 40 maar over 20 Lambda te middelen.

Echter, een meting over 20 Lambda levert slechts 1 resultaat op. Om over een niet te krappe meetafstand te meten, is minimaal 25% extra afstand tussen de meetpunten aan te bevelen. In tabel 1 worden een aantal frequenties weergegeven met de bijbehorende minimale meetafstand.

Aantal frequenties	Afstand om over te middelen [m]	Minimale te meten afstand [m]
1	40 x 0,7 = 28	35
2	20 x 0,7 = 14	18
4	10 x 0,7 = 7	10

Tabel 1.

UMS heeft gekozen om niet per blok één gemiddelde uit te rekenen, maar gebruik te maken van een glijdend gemiddelde. Hierdoor ontstaan er meer meetresultaten over een beperkte meetroute.

4.1 Uitwerking

Onderstaande uitwerking gaat uit van meetgegevens uitgedrukt in dBm. HindSite (meetmiddel welke UMS veelvuldig gebruikt voor veldsterktemetingen) meet in dBµV. Deze

meetwaardes dienen met –107 gecorrigeerd te worden voordat de methode van Lee er op losgelaten wordt.

Voorbeeld:

NOTE: De gebruikte formules zijn geschikt voor gebruik in Microsoft® Excel.

Zet meetwaardes [dBm] om in vermogen:

$$10^{\frac{meetwaarde}{10}} = P[Watt]$$

10 ^ (U / 10) = V [Watt]

Sommeer (bijvoorbeeld) 2 frequenties:

$$\frac{\left(\sum_{20}^{1}(freq1 + freq2)\right)}{40} = Pgemiddeld[Watt]$$

(SUM (top V freq.1 : end V freq.2)) / 40 = W [Watt]

Breng het resultaat terug naar logaritmische waarde:

$$\log(Pgemiddeld) * 10 = X[dBm]$$

10 * LOG (W) = X [dBm]

Omdat er bij kleine ruimtes weinig meetresultaten gepresenteerd kunnen worden EN omdat deze niet als positie in de ruimte geplaatst kunnen worden (er is namelijk gemiddeld over een x afstand) volgt hieronder een alternatieve presentatie van de meetresultaten.

Deze alternatieve presentatievorm toont het aantal maal dat een bepaalde signaalsterkte voorkwam in de gemeten ruimtes.

Als eerste worden de resultaten afgerond tot gehele waarden (de verzameling van gehele getallen Z):

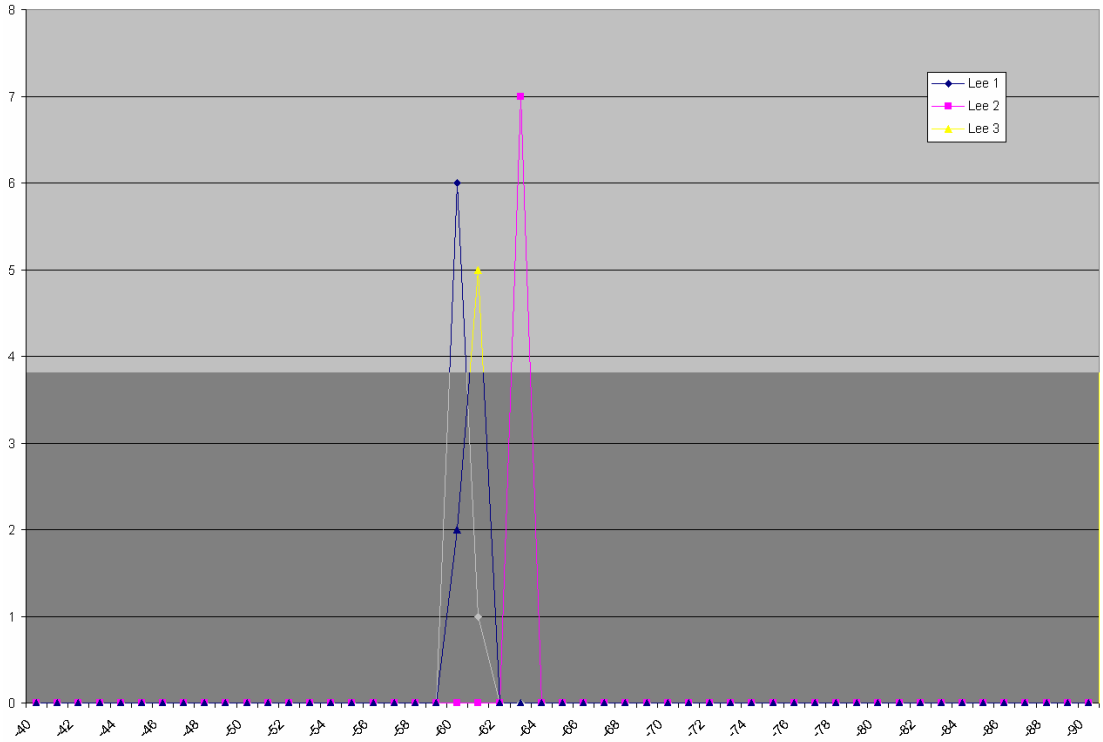
$$\lfloor X \rfloor = afgerond[dBm]$$

Round (X ; 0) = Y [dBm]

Om het aantal keren uit te kunnen drukken, dient er een referentie-reeks te zijn, waarin alle waarden voorkomen waarvan de frequentie geteld wenst te worden.

FREQUENCY (top Y : end Y ; $reeks van : $reeks tot) [aantal #]

Grafisch levert deze alternatieve presentatievorm een resultaat als weergegeven in afbeelding 3.



Afbeelding 3. Voorbeeld van een uitwerking volgens hierboven beschreven methode.

Bijlage 1 toont de sourcecode van een Microsoft® Excel Macro die van 6 gemeten frequenties, 3 maal 2 frequenties samenvoegt.

4.2 Goed/afkeur criteria

Omdat Rayleigh fading weggemiddeld wordt, moet 100% van de meetresultaten, uitgewerkt volgens methode Lee, minimaal voldoen aan de voor dat object gestelde eis.

5. Grote ruimtes

Ruimtes waar trajecten langer zijn dan 35 meter gemeten kunnen worden, vallen onder de noemer: grote ruimtes. Deze ruimtes kunnen door UMS volgens methode van Lee per frequentie worden uitgewerkt. Dit betekent dat hierbij wel gemiddeld wordt over 40 Lambda.

NOTE: Ook voor grote ruimtes is het aan te bevelen om te meten met verschillende frequenties. Dit geeft een meer gedetailleerd beeld van het gemiddeld HF vermogen in een beperkter deel van een ruimte. Het risico dat er "details" van de omgeving uitgemiddeld / gemist worden, wordt daarmee kleiner. Daardoor komt de meting meer overeen met de werkelijkheid, zoals de gebruiker het beleefd.

UMS heeft gekozen om niet per blok één gemiddelde uit te rekenen, maar gebruik te maken van een glijdend gemiddelde. Hierdoor ontstaat een curve die gebaseerd is op meetgegevens van de voorliggende X Lambda.

5.1 Uitwerking

Onderstaande uitwerking gaat uit van meetgegevens uitgedrukt in dBm. HindSite (meetmiddel welke UMS veelvuldig gebruikt voor veldsterktemetingen) meet in dBµV. Deze meetwaardes dienen met –107 gecorrigeerd te worden voordat de methode van Lee er op losgelaten wordt.

NOTE: De gebruikte formules zijn geschikt voor gebruik in Microsoft® Excel.

Zet meetwaarde [dBm] om in vermogen:

10 ^ (U / 10) = V [Watt]

Sommeer (bijvoorbeeld) 2 frequenties:

(SUM (top V freq.1 : end V freq.2)) / 40 = W [Watt]

Breng het resultaat terug naar logeritmische waarde:

10 * LOG (W) = X [dBm]

5.2 Goed/afkeur criteria

Omdat Rayleigh fading weggemiddeld wordt, moet 100% van de meetresultaten, uitgewerkt volgens de methode Lee, minimaal voldoen aan de voor dat object gestelde eis.

BIJLAGE 1

Hieronder volgt een voorbeeld van een Microsoft® Excel Macro. Dit voorbeeld is gebaseerd op 6 gemeten frequenties met HindSite gemeten. Hierbij worden uiteindelijk 2 frequenties samengevoegd tot 1 Lee resultaat.
Vanaf [' afronden op hele cijfers] in de Macro start de alternatieve presentatievorm ten behoeve van kleine ruimtes.

```
Sub Lee_kleine_ruimtes()

'Voorkom flikkeren van het beeldscherm
    Application.ScreenUpdating = False

' dBuV ==> dBm
    Range("I2").Select
    Do
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-7]-107"
        ActiveCell.Offset(0, 1).Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-7]-107"
        ActiveCell.Offset(0, 1).Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-7]-107"
        ActiveCell.Offset(0, 1).Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-7]-107"
        ActiveCell.Offset(0, 1).Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-7]-107"
        ActiveCell.Offset(0, 1).Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-7]-107"
        ActiveCell.Offset(1, -5).Select
    Loop Until IsEmpty(ActiveCell.Offset(0, -7))

' dBm ==> Watt
    Range("P2").Select
    Do
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=10^(RC[-7]/10)"
        ActiveCell.Offset(0, 1).Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=10^(RC[-7]/10)"
        ActiveCell.Offset(0, 1).Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=10^(RC[-7]/10)"
        ActiveCell.Offset(0, 1).Select
```

```
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=10^(RC[-7]/10)"
        ActiveCell.Offset(0, 1).Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=10^(RC[-7]/10)"
        ActiveCell.Offset(0, 1).Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=10^(RC[-7]/10)"
        ActiveCell.Offset(1, -5).Select
    Loop Until IsEmpty(ActiveCell.Offset(0, -7))

' optelling van 40 meetsamples (ong. 15 lambda en 2 frequenties)
    Range("W21").Select
    Do
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=(sum(R[-19]C[-7]:R[0]C[-6]))/40"
        ActiveCell.Offset(0, 1).Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=(sum(R[-19]C[-6]:R[0]C[-5]))/40"
        ActiveCell.Offset(0, 1).Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=(sum(R[-19]C[-5]:R[0]C[-4]))/40"

        ActiveCell.Offset(1, -2).Select
    Loop Until IsEmpty(ActiveCell.Offset(0, -7))

' Watt ==> dBm
    Range("AA21").Select
    Do
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=10*log(RC[-4])"
        ActiveCell.Offset(0, 1).Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=10*log(RC[-4])"
        ActiveCell.Offset(0, 1).Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=10*log(RC[-4])"
        ActiveCell.Offset(1, -2).Select
    Loop Until IsEmpty(ActiveCell.Offset(0, -4))

' afronden op hele cijfers
    Range("AE21").Select
    Do
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=round(RC[-4],0)"
        ActiveCell.Offset(0, 1).Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=round(RC[-4],0)"
        ActiveCell.Offset(0, 1).Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=round(RC[-4],0)"
        ActiveCell.Offset(1, -2).Select
    Loop Until IsEmpty(ActiveCell.Offset(0, -4))
```

```
' referentiekolom opbouwen
    Range("AI1").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "-40"
    Range("AI2").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-1]C-1"
    Range("AI2").Select
    Selection.AutoFill Destination:=Range("AI2:AI61"),
Type:=xlFillDefault

' frequentie berekenen
    Range("AK1").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=FREQUENCY(R21C[-6]:R1000C[-6],RC[-
2]:R[61]C[-2])"
    Range("AK1").Select
    Selection.AutoFill Destination:=Range("AK1:AK61"),
Type:=xlFillDefault

    Range("AL1").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=FREQUENCY(R21C[-6]:R1000C[-6],RC[-
3]:R[61]C[-3])"
    Range("AL1").Select
    Selection.AutoFill Destination:=Range("AL1:AL61"),
Type:=xlFillDefault

    Range("AM1").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=FREQUENCY(R21C[-6]:R1000C[-6],RC[-
4]:R[61]C[-4])"
    Range("AM1").Select
    Selection.AutoFill Destination:=Range("AM1:AM61"),
Type:=xlFillDefault

    MsgBox "Klaar"

End Sub
```