

# Proof of Concept Sociale Module voor laadpalen, centrale variant

Netbescherming door middel van Smart Charging  
via de slimme meter



Auteur: Carlo Geenen  
Datum: 04-02-2020

## Inhoudsopgave

|                   |                                                 |    |
|-------------------|-------------------------------------------------|----|
| <a href="#">1</a> | <a href="#">Samenvatting</a>                    | 2  |
| <a href="#">2</a> | <a href="#">Introductie</a>                     | 2  |
| <a href="#">3</a> | <a href="#">Onderzoek</a>                       | 2  |
| <a href="#">4</a> | <a href="#">Proof of Concept</a>                | 4  |
| <a href="#">5</a> | <a href="#">Implementatie design</a>            | 6  |
| <a href="#">6</a> | <a href="#">Oplevering</a>                      | 6  |
| <a href="#">7</a> | <a href="#">Conclusie &amp; aanbevelingen</a>   | 8  |
|                   | <a href="#">Bijlage A. P1 telegram DSMR 4.0</a> | 9  |
|                   | <a href="#">Bijlage B. P1 telegram SMR 5.0</a>  | 10 |

## 1 Samenvatting

ElaadNL bouwde en ontwikkelde een Sociale Module voor publieke laadpalen. Doormiddel van een proof of concept werd aangetoond dat in het geval van een dreigende stroomstoring een publieke laadpaal aangestuurd kan worden om het beschikbare laadvermogen te verminderen.

Een bijkomend voordeel bij dit systeem is dat het gebruikmaakt van bestaande hardware in de laadpaal, namelijk de slimme meter. Door transformator meetgegevens te analyseren en de aanwezige slimme meter te gebruiken kan een laadpaal zich sociaal gedragen als er congestie optreedt en daarmee een stroomstoring te voorkomen.

Naast deze centrale variant is er ook een decentrale variant van de Sociale Module ontwikkeld die werkt via LoRA. Zie hiervoor de paper hierover.

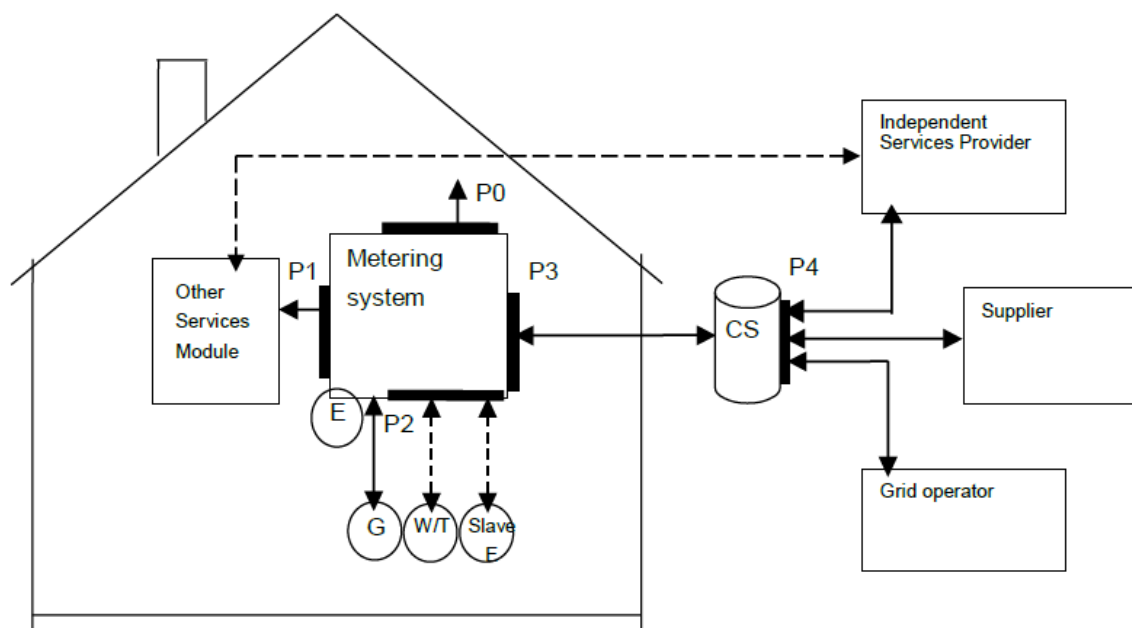
## 2 Introductie

ElaadNL probeert vooruit te kijken in de energietransitie die gaande is. Een use case die in de nabije toekomst lijkt te gaan ontstaan is een grote piekbelasting door veel tegelijk ladende elektrische auto's in een wijk. De groei van EV's is niet voorspelbaar. Er kan niet altijd precies genoeg voorspeld worden hoeveel auto's in een wijk tijdens de piekuren worden aangesloten. De groei en de gelijktijdigheid van het laden kan een te grote capaciteitsvraag tot gevolg hebben en zou tot een stroomstoring kunnen leiden.

Daarom hebben we ons de volgende vragen gesteld: kan de netbeheerder bij dreigende overbelasting op LS-niveau een bepaalde direct control oplossing toepassen op grote (flexibele) verbruikers zoals laadpalen voor elektrische auto's om een stroomstoring te voorkomen? Kan de slimme meter hier een rol in spelen als schakel tussen netbeheerder en laadpaal?

## 3 Onderzoek

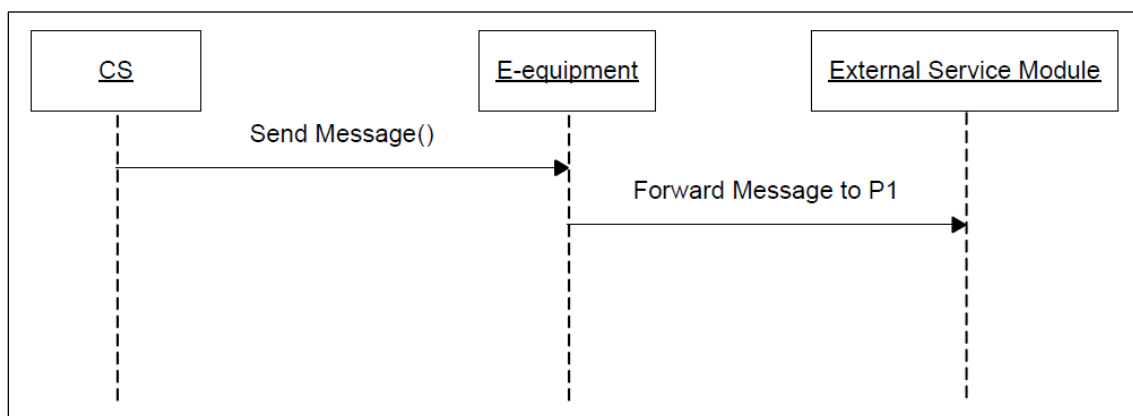
Er is gestart met een onderzoek naar de P1 poort van de slimme meter. Deze P1 poort publiceert slimme meter data die toegankelijk is voor elke gebruiker. Door deze seriële data uit de slimme meter te lezen kunnen onder andere de meterstanden bekeken worden. De netbeheerder kan met iedere slimme meter communiceren via het GPRS of CDMA-netwerk. Deze communicatie wordt P3 genoemd. De netbeheerder zou via P3 een communicatiekanaal met de slimme meter kunnen opzetten om vervolgens data te versturen die ook in het P1 bericht wordt opgenomen. De slimme meter zou op deze manier als communicatie gateway kunnen dienen vanuit de netbeheerder naar de laadpaal control unit. Figuur 1 geeft een overzicht van de communicatiemogelijkheden van een slimme meter.



Figuur 1 Communicatiepoorten van de slimme meter

Het uitgangspunt van het onderzoek betreft: *"Manipuleer minimaal 1 bit in het P1 bericht van een slimme meter op een reproduceerbare manier via P3 zonder neveneffecten."*

Hoofdstuk 5.11 van (Main Document DSMR 4.0, 2014) legt uit dat er zogenaamde 'long messages' kunnen worden verzonden naar externe apparatuur via P1. Het long message bericht wordt niet door de slimme meter geïnterpreteerd, maar slechts doorgegeven van P3 naar P1. De data blijft in het P1 bericht aanwezig tot dat deze wordt geüpdatet met een nieuwe waarde. Zie figuur 2 ter verduidelijking van de communicatie van deze functionaliteit.



Figuur 2 Berichten versturen vanuit Centraal Systeem naar P1 poort slimme meter

De (P1 Companion Standard DSMR 4.0, 2014) en (P1 Companion Standard DSMR 5.0, 2016) specificeren de long message eigenschappen in nog meer detail. Uit deze documentatie blijkt dat het P1 bericht elke 10 seconde (DSMR4.x) of elke seconde (SMR5.x) wordt gepubliceerd op de P1 poort. In bijlage A en B zijn uit gespecificeerde voorbeeld P1 berichten opgenomen voor beide protocollen.

Uit de documentatie blijkt dat het zogenaamd Text Message attribuut een vrij in te vullen tekstveld met een grootte van 2kB, oftewel 1024 ASCII-karakters is.

Zodra de slimme meter een bericht binnen krijgt met het nieuwe long message bericht wordt dit binnen 5 seconde geüpdatet. Afhankelijk van de slimme meter specificatie verschijnt het geüpdatet bericht binnen 1 of 10 seconde op de P1 poort. Het long message bericht blijft aanwezig tot dat deze weer wordt overschreven met een nieuwe waarde. Het bericht wordt niet door de slimme meter geïnterpreteerd.

## 4 Proof of Concept

De onderzoeksresultaten zijn besproken binnen het Innovatie team van ElaadNL en een volgende fase werd gedefinieerd. Het uitgangspunt is: *“Op welke manier is het mogelijk om de load data uit DALI zodanig om te zetten dat het via een slimme meter naar een laadpaal gecommuniceerd kan worden zodat deze zijn maximale load aanpast?”*

DALI staat voor Distributie Automatisering Light. Dit zijn sensor meetboxen die in een trafostation verschillende elektrotechnische waarden en veiligheidsaspecten meten en doorsturen naar een back-end systeem van de netbeheerder (Enexis).

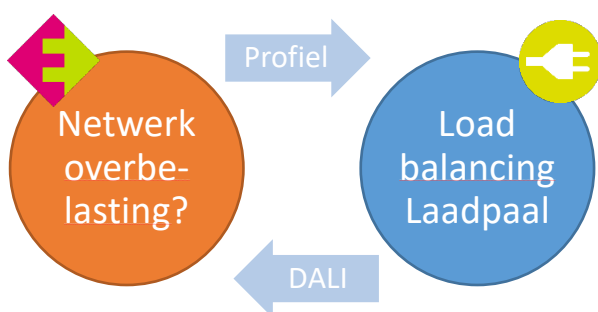
Het doel is om een keten te realiseren waarin op basis van DALI LS data een laadprofiel gemaakt kan worden om naar de slimme meter te sturen en vervolgens geïnterpreteerd wordt door de laadpaal. De functionele keten is in figuur 3 gedefinieerd.



Figuur 3 Functionele keten

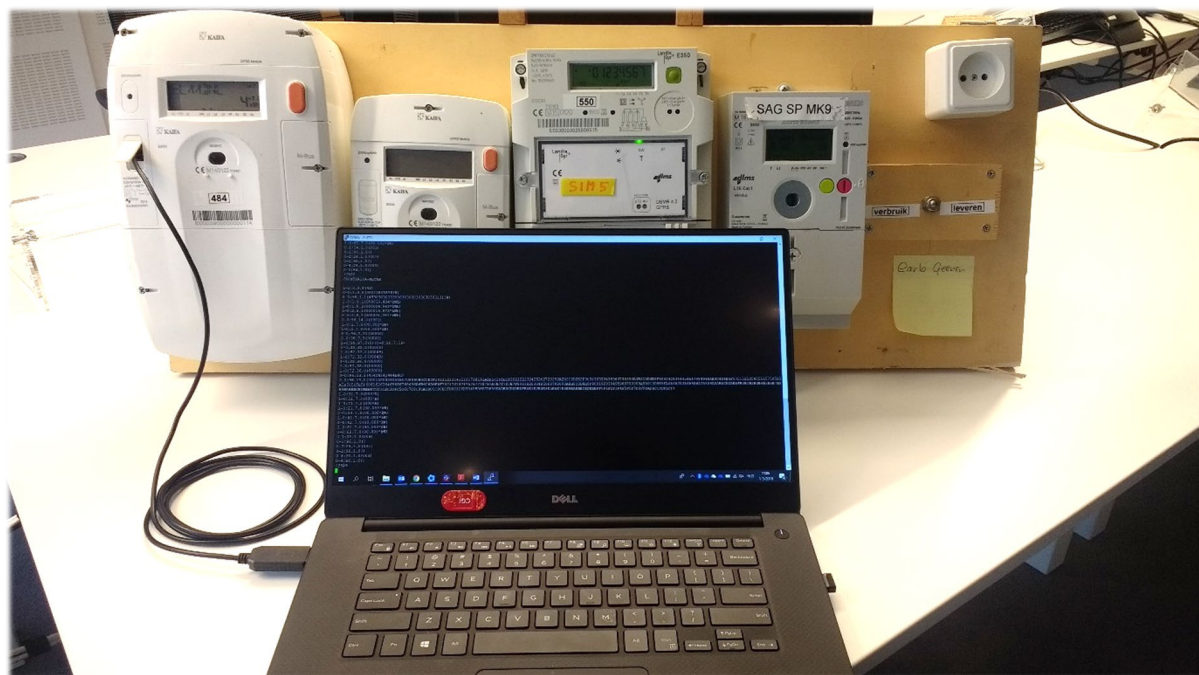
Op basis van DALI LS-veld meetgegevens is er een applicatie gebouwd die met deze input een passend laadprofiel maakt en dit naar een slimme meter stuurt. Het laadprofiel wordt vervolgens uit P1 gelezen en vertaald naar een formaat welke de laadpaal control unit begrijpt.

CTS staat voor Central Toegang Systeem; het systeem dat de data van de slimme meters ontvangt en verder verspreidt richting de gemachtigde afnemers van deze data. Dit is ook het systeem waarmee berichten naar (specifieke) slimme meters verzonden kunnen worden. Het systeem proces van de CTS-applicatie is weergegeven in figuur 4.



Figuur 4 Systeem proces

Om de theorie in de praktijk te brengen is gestart met het testen van de onderzochte functionaliteit. Met medewerking van Enexis is er een slimme meter testopstelling met bijbehorende software gebruikt om aan te tonen of de slimme meter en zijn P1 poort geschikt zijn voor data overdracht. Enexis beschikt over [DNV GL DLMS smart meter test suite](#). Hier worden alle slimme meters mee getest voordat ze op grote schaal in het veld worden geplaatst. De hardware bestaat uit slimme meter types Kaifa MA304C DSMR4.2, Landis+Gyr E350 DSMR4.2 en Sagemcom XS210 ESMR5. De testopstelling is weergegeven in Figuur 5.



*Figuur 5. Testopstelling met slimme meters van Enexis*

Ter voorbereiding zijn een serie test cases uitgewerkt waarin onder andere diverse berichtlengtes, speciale karakters en voorbeeld laadprofielen worden gestuurd. Ook wordt er gekeken wat er gebeurt na een power cycle van de meter en het ontkoppelen van de P1 kabel. Met de test suite worden alle berichten gemaakt en verstuurd via P3 naar de slimme meters in de testopstelling. Vervolgens wordt de P1 poort uitgelezen om te zien of het bericht juist is opgenomen in het bericht.

Na het testen zijn de bevindingen als volgt:

- Alle slimme meters functioneren volgens specificatie. Dat wil zeggen dat er berichten met een lengte tot en met 1024 karakters succesvol zijn verstuurd. Dat geldt ook voor alle speciale ASCII-karakters, met uitzondering van de niet ondersteunde CR en LF. De Landis+Gyr E350 vormt een kleine uitzondering door deze tekens wel te accepteren. Dit heeft verder geen gevolgen voor dit project en de invulling ervan. Het P1 bericht blijft ongewijzigd aanwezig na het ontkoppelen en aankoppelen van de stroom en P1 kabel.
- Er is aangetoond dat het mogelijk is om op een reproduceerbare manier data op de P1 poort aan te passen via P3 zonder dat deze geïnterpreteerd wordt door de slimme meter.

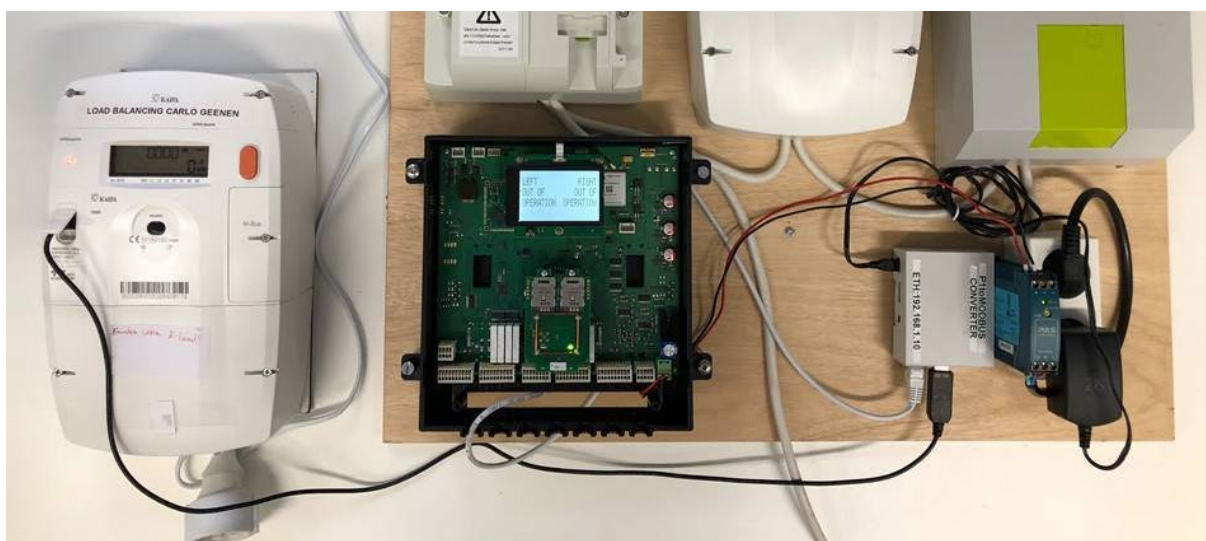
## 5 Implementatie design

De meterstandaarden voor P3 communicatie zijn complex en tijdsintensief om te implementeren. Omdat ik ervaring heb met de open source oplossing OSGP van Alliander, is deze als uitgangspunt genomen. Op deze manier kan legaal, aantoonbaar werkende software gebruikt worden die in staat is om met een slimme meter te communiceren volgens het DSMR4.2 protocol. En in de toekomst volgens het SMR5 protocol.

De Java source code is van OSGP afgesplitst in een eigen repository bij ElaadNL. Daarna zijn er nieuwe functionaliteiten geïmplementeerd zodat OSPG vanaf nu de gewenste laadprofielen kan versturen naar het desbetreffende register van de slimme meter.

Vervolgens is er een centraal systeem applicatie gebouwd, eveneens in Java. Deze leest de DALI LS kwartierwaarden uit de ElaadNL database. Deze zijn beschikbaar gesteld door Enexis, afkomstig van het Interflex project op Strijp S. De applicatie bepaalt automatisch aan de hand van deze data wat de nieuwe maximale load wordt. Dit wordt in JSON-formaat in een laadprofiel opgenomen. Vervolgens wordt dit via een bericht naar OSGP gestuurd die dit vervolgens verstuurt naar de slimme meter.

In figuur 6 is een overzicht weergegeven van de laatste drie fysieke onderdelen van de keten in een werkende testopstelling.



Figuur 6. Keten testopstelling

## 6 Oplevering

De door Enexis geleverde slimme meter is voorzien van een nieuwe SIM met publiek statisch IP. De ontwikkelde applicaties draaien als microservices in Tomcat op de ElaadNL VPS. De server is geautomatiseerd ingericht met Ansible om de applicatie te kunnen draaien.

Achter de P1 poort van de slimme meter is een door ElaadNL ontwikkelde P1 Modbus Gateway ontwikkeld. Deze is in staat om een ontvangen P1 telegram te verifiëren en het

long message veld te decoderen van octet-string naar ASCII-string. De gedecodeerde data bevat het laadprofiel in JSON-formaat.

Dit profiel wordt naar de control-unit van de laadpaal gestuurd. Deze is van laadpaal fabrikant EBG en in samenspraak met ElaadNL ontwikkeld om deze functionaliteit te ondersteunen.

Op basis van de load op fase 1 van het LS-veld van de DALI-box op Strijp S bepaalt het centraal systeem wat de nieuwe maximum load wordt. Er wordt een nieuw laadprofiel gemaakt en dit wordt als een bericht naar OSGP verstuurd.

OSGP zorgt dat dit naar de slimme meter gecommuniceerd wordt die vervolgens het laadprofiel op zijn P1 poort publiceert. Vervolgens leest de P1 Modbus Gateway het P1 bericht en past het profiel zodanig aan dat de EBG-control unit het begrijpt en de maximum load aanpast zodra het profiel actief wordt. De volledige keten is in figuur 7 weergegeven.



*Figuur 7 Opgeleverde keten*

Een voorbeeld van een gedecodeerd laadprofiel staat in Figuur 8.

```
{
  "Header": {
    "Action": " EBGDirectControl ",
    "ValidFrom": "190329160000W",
    "ValidTo": "190329190000W"
  },
  "Body": {
    "Period": [{
      {
        "Start": "190329160000W",
        "MxPwr": 6000
      }
      {
        "Start": "190329180000W",
        "MxPwr": 9000
      }
    ]
  }
}
```

*Figuur 8. Voorbeeld laadprofiel*

Het profiel heeft een geldigheid van 29 maart 2019 16.00 uur tot 29 maart 2019 19.00 uur. Vervolgens zijn er twee periodes bepaald, vanaf 16.00 uur mag er 6kW geleverd worden, vanaf 18.00 uur 9kW. Na 19.00 uur zal de EBG-laadpaal control unit teruggaan naar zijn eigen configuratie.

## 7 Conclusie & aanbevelingen

Na het starten van dit onderzoek bleek al snel dat de juiste weg is ingeslagen. Op korte termijn kon een proof of concept gestart worden met succesvolle resultaten. Het P1 bericht kan zoals gewenst aangepast worden. Dit opende direct deuren om externe apparatuur aan te sturen en de slimme meter als communicatie gateway te gebruiken.

In het geval van congestie zal het nieuwe laadprofiel geautomatiseerd worden gegenereerd op basis van de transformator meetgegevens die DALI aanlevert. Het algoritme kan in de toekomst verder geoptimaliseerd worden om met zo min mogelijk load balancing een netstoring te voorkomen. Tevens kan bij congestie in een wijk de slimme meters in de publieke laadpalen worden uitgelezen om inzicht te krijgen op het individuele verbruik. Zo kan er nog effectiever een laadprofiel naar elke paal worden gestuurd.

Een vervolgstap is om een laadpaal volledig operationeel te maken op het ElaadNL laadplein. EBG zal de laadpaal leveren met de ondersteuning voor het aangepaste laadprofiel. Hier zal nog een display met laadindicatie bijkomen om inzicht aan de gebruiker te geven. Tevens zal de transformator op het terrein bij ElaadNL voorzien gaan worden van een DALI box. De laadpaal kan dan met echte lokale meetgegevens gestuurd gaan worden.

Het project is vlot uitgevoerd door een pragmatische en oplossingsgerichte werkwijze. Essentiële gedetailleerde kennis over slimme meters en bijbehorende protocollen hebben een grote rol gespeeld. Evenals de technische ervaring met de OSGP Java applicatie van Alliander. Met deze houding en voorkennis kon snel vooruitgang worden geboekt.

## Bijlage A. P1 telegram DSMR 4.0

The example telegram below is based on:

- DSMR version 4.0 (value 40 behind OBIS code 1-3:0.2.8.255)
- It is sent at 2010, December 9th, 11h30m20s
- Gas value of 2010, December 9th, 11:00h is presented
- Standard message is in this case 01 61 81
- Limiter value is 16.1 kW
- 4 power failures in any phase
- 2 long power failure in any phase
- Power Failure Event log:
  - Failure at 2010, December 8th, 15h20m15s, duration 240 seconds
  - Failure at 2010, December 8th, 15h05m03s, duration 301 seconds
- 2 voltage sags in phase L1
- 1 voltage sag in phase L2 (polyphase meters only)
- 0 voltage sags in phase L3 (polyphase meters only)
- 0 voltage swells in phase L1
- 3 voltage swells in phase L2 (polyphase meters only)
- 0 voltage swells in phase L3 (polyphase meters only)
- Only one M-Bus device (in this case a Gas meter with a valve) is connected to the Electricity meter. The register value of the Gas meter is 12785,123 m3. This value is captured by the G meter at 2010, December 9th, at 11h00m00s Wintertime.

```
/ISk5\2MT382-1000
1-3:0.2.8(40)
0-0:1.0.0(101209113020W)
0-0:96.1.1(4B384547303034303436333935353037)
1-0:1.8.1(123456.789*kWh)
1-0:1.8.2(123456.789*kWh)
1-0:2.8.1(123456.789*kWh)
1-0:2.8.2(123456.789*kWh)
0-0:96.14.0(0002)
1-0:1.7.0(01.193*kW)
1-0:2.7.0(00.000*kW)
0-0:17.0.0(016.1*kW)
0-0:96.3.10(1)
0-0:96.7.21(00004)
0-0:96.7.9(00002)
1-
0:99:97.0(2)(0:96.7.19)(101208152415W)(0000000240*s)(101208151004W)(0000000
0301*s)
1-0:32.32.0(00002)
1-0:52.32.0(00001)
1-0:72:32.0(00000)
1-0:32.36.0(00000)
1-0:52.36.0(00003)
1-0:72.36.0(00000)
0-0:96.13.1(3031203631203831)
0-0:96.13.0
(303132333435363738393A3B3C3D3E3F303132333435363738393A3B3C3D3E3F3031323334
35363738393A3B3C3D3E3F303132333435363738393A3B3C3D3E3F303132333435363738393
A3B3C3D3E3F)
0-1:24.1.0(03)
0-1:96.1.0(3232323241424344313233343536373839)
0-1:24.2.1(101209110000W)(12785.123*m3)
0-1:24.4.0(1)
!522B
```

## Bijlage B. P1 telegram SMR 5.0

Based on P1 Companion Standard 5.0-chapter 6.13 Example P1 telegram.

The example telegram below is based on:

- DSMR version 5.0 (value 50 behind OBIS code 1-3:0.2.8.255)
- It is sent at 2010, December 9th, 11h30m20s
- Gas value of 2010, December 9th, 11:25h is presented
- 4 power failures in any phase
- 2 long power failure in any phase
- Power Failure Event log:
  - Failure at 2010, December 8th, 15h20m15s, duration 240 seconds
  - Failure at 2010, December 8th, 15h05m03s, duration 301 seconds
- 2 voltage sags in phase L1
- 1 voltage sag in phase L2 (poly phase meters only)
- 0 voltage sags in phase L3 (poly phase meters only)
- 0 voltage swells in phase L1
- 3 voltage swells in phase L2 (poly phase meters only)
- 0 voltage swells in phase L3 (poly phase meters only)
- Only one M-Bus device is connected to the Electricity meter. The register value of the Gas meter is 12785,123 m3. This value is captured by the G meter at 2010, December 9th, at 11h25m00s Wintertime.
- Instantaneous voltage per phase
- Instantaneous current per phase
- Instantaneous active power (+P) per phase
- Instantaneous active power (-P) per phase

```
/ISk5\2MT382-1000 1-3:0.2.8 (50)
0-0:1.0.0 (101209113020W)
0-0:96.1.1 (4B384547303034303436333935353037)
1-0:1.8.1 (123456.789*kWh)
1-0:1.8.2 (123456.789*kWh)
1-0:2.8.1 (123456.789*kWh)
1-0:2.8.2 (123456.789*kWh)
0-0:96.14.0 (0002)
1-0:1.7.0 (01.193*kW)
1-0:2.7.0 (00.000*kW)
0-0:96.7.21 (00004)
0-0:96.7.9 (00002)
1-0:99.97.0 (2) (0-
0:96.7.19) (101208152415W) (0000000240*s) (101208151004W) (0000000301*s)
1-0:32.32.0 (00002)
1-0:52.32.0 (00001)
1-0:72.32.0 (00000)
1-0:32.36.0 (00000)
1-0:52.36.0 (00003)
1-0:72.36.0 (00000)
0-0:96.13.0
(303132333435363738393A3B3C3D3E3F303132333435363738393A3B3C3D3E3F3031323334
35363738393A3B3C3D3E3F303132333435363738393A3B3C3D3E3F303132333435363738393
A3B3C3D3E3F)
1-0:32.7.0 (220.1*V)
1-0:52.7.0 (220.2*V)
1-0:72.7.0 (220.3*V)
1-0:31.7.0 (001*A)
1-0:51.7.0 (002*A)
```

```

1-0:71.7.0(003*A)
1-0:21.7.0(01.111*kW)
1-0:41.7.0(02.222*kW)
1-0:61.7.0(03.333*kW)
1-0:22.7.0(04.444*kW)
1-0:42.7.0(05.555*kW)
1-0:62.7.0(06.666*kW)
0-1:24.1.0(003)
0-1:96.1.0(3232323241424344313233343536373839)
0-1:24.2.1(101209112500W)(12785.123*m3)
!EF2F

```