

ONGERUBRICEERD

Eemsgolaan 3  
9727 DW Groningen  
Postbus 1416  
9701 BK Groningen

TNO-rapport



E-pieper

www.tno.nl

T +31 88 866 70 00

F +31 88 866 77 57

## Programma van Eisen (PvE) voor de data infrastructuur van E-pieper

Datum	15 februari 2018
Auteur(s)	Vonder, M.R., Helmholt, K.A.
Reviewer	Harmsma, E.J.
Rapportnr	TNO 2018 R10146
Aantal pagina's	22
Versie	1.0
Projectnaam	DISAC E-pieper
Projectnummer	060.24700/01.02

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

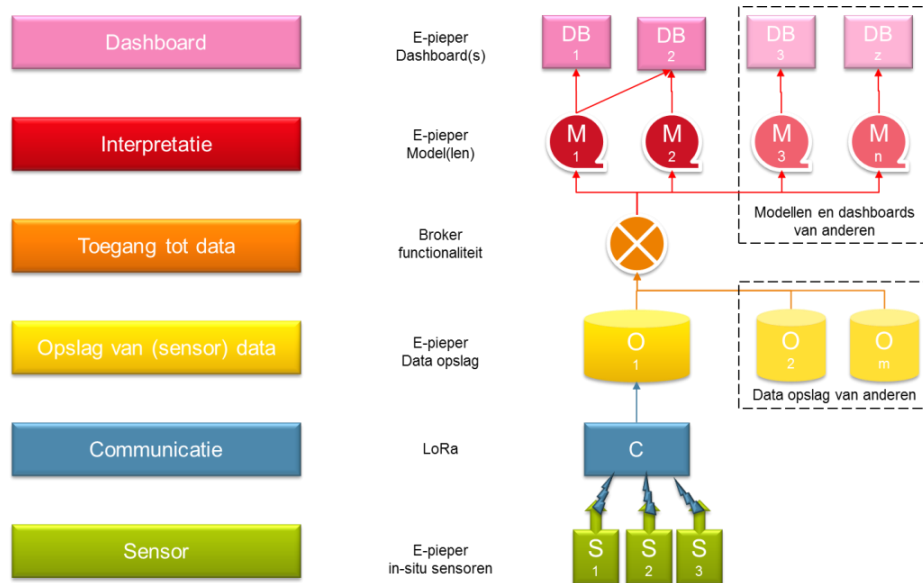
© 2018 TNO

ONGERUBRICEERD

## Management samenvatting

Dit document is **bedoeld voor mensen die actief meedoen** in de ontwikkeling van het **E-pieper systeem**. Denk aan aardappeltelers, adviseurs, leveranciers (van sensorsystemen, IT-systemen, datacommunicatiediensten, bewaarsystemen, etc.), aardappelverwerkers en onderzoekers/modelontwikkelaars. Het document bevat een Programma van Eisen en wensen (**PvE**) voor de **data infrastructuur** van het systeem voor **grootschalige toepassing** in de aardappelteelt door de hele keten heen. Het zijn eisen en wensen die gelden voor het platform in de zogenaamde **“uitrolfase”**: als het E-pieper project is afgerond en het E-pieper systeem zelfstandig opereert (na 2020).

Het document bevat **uitgangspunten** en een beschrijving van de **gevolgde aanpak** bij het komen tot een Programma van Eisen. Ten behoeve van **separation of concerns** is gekozen voor een **lagenstructuur** waardoor er per laag nagedacht kan worden over Eisen en Wensen. Zo kan bij een (grootschalige) uitrol ook per laag geschikte partner(s)/leverancier(s) gezocht worden. Het totale systeem kan dan door één of meer partijen geleverd worden, met heldere koppelvlakken.



*Gehanteerde lagenstructuur. Links generiek; rechts een illustratieve invulling*

Het document geeft de **eisen en wensen** per laag voor een uitrolfase na het project, gericht op (inter)nationale grootschalige uitrol naar duizenden gebruikers.

Tot slot staan enkele **aanbevelingen** hoe dit document in de loop van het project gebruikt kan worden en welke andere zaken opgepakt kunnen worden.

## Inhoudsopgave

	<b>Management samenvatting .....</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>4</b>
1.1	Doelgroep .....	4
1.2	Aanleiding en doel E-pieper .....	4
1.3	Werken onder architectuur .....	4
1.4	Leeswijzer .....	5
<b>2</b>	<b>Gevolgde aanpak .....</b>	<b>6</b>
2.1	Gehouden workshops en advies .....	6
2.2	Definitie Eisen en Wensen .....	6
2.3	Onderscheid uitrolfase en demonstratiefase .....	6
2.4	Uitgangspunten.....	7
2.5	Gebruikte structuur voor dit Programma van Eisen .....	7
2.6	Gerelateerde documenten .....	9
<b>3</b>	<b>Eisen en wensen uitrolfase .....</b>	<b>10</b>
3.1	Sensor .....	11
3.2	Communicatie.....	14
3.3	Opslag van (sensor) data .....	15
3.4	Toegang.....	17
3.5	Interpretatie.....	19
3.6	Dashboard .....	20
<b>4</b>	<b>Buiten scope qua specifieke functionaliteit .....</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>Aanbevelingen .....</b>	<b>22</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Doelgroep

Dit document is bedoeld voor **mensen die actief meedoen** in de **ontwikkeling van het E-pieper systeem**. Denk aan aardappeltelers, adviseurs, leveranciers (van sensorsystemen, IT-systemen, datacommunicatiediensten, bewaarsystemen, etc.), aardappelverwerkers en onderzoekers/modelontwikkelaars. Het document bevat een Programma van Eisen (PvE) voor de data infrastructuur van het systeem voor grootschalige toepassing in de aardappelteelt.

## 1.2 Aanleiding en doel E-pieper<sup>1</sup>

Aardappelketenpartijen in Nederland hebben medio 2016 aangegeven dat een **collectieve R&D inspanning nodig** is om data-intensieve sturing van aardappelteelt en verwerking mogelijk te maken. In het kader hiervan is het E-pieper project gestart dat het E-pieper systeem (werknaam) moet gaan opleveren. Met dit systeem verwachten zij:

- 1) de opbrengst en kwaliteit van aardappelteelten in Nederland te verbeteren; de laatste 15 jaar is er nauwelijks een toename in fysieke opbrengst te zien,
- 2) bij te dragen aan verduurzaming van teelt en verwerking en
- 3) hun internationale posities te versterken.

Het project zal meer data-intensieve sturing van de teelt en verwerking van aardappelen mogelijk maken, zodat de keten ecologisch en economisch gezien duurzamer kan worden. Ook zullen teelt en keten transparanter worden via betere track & tracing.

Het E-pieper project heeft daarom als **doel** vastgesteld *“om via een data-intensief productiesturing systeem te komen tot een significante toename in opbrengsthoeveelheid, -stabiliteit en kwaliteit van aardappelen, een significant lagere milieubelasting en ketens die efficiënter zijn.”*.

## 1.3 Werken onder architectuur

De ontwikkeling van een systeem van deelsystemen vereist het werken onder architectuur. Het geheel der delen en hun onderlinge samenhang moet in een vroeg stadium helder worden omschreven, zodat verschillende betrokken partijen tegelijkertijd gecoördineerd deelsystemen kunnen ontwikkelen. Voor het opstellen van de architectuur is de volgende redenering gebruikt:

- 1) Er is verbetering gewenst in de totale aardappelteeltketen, vanuit het perspectief van alle ketenpartners (telers, adviseurs, verwerkers, onderzoekers, etc.).
- 2) Deze verbetering vereist meer inzicht en begrip: niet alleen opgebouwd tijdens een onderzoekproject, maar ook voortdurend tijdens het telen, transport, bewaren en verwerking.

---

<sup>1</sup> Zie projectplan <https://www.thepotatovalley.nl/files/bijlagen/Projectvoorstel%20E-pieper.pdf>

- 3) Meer inzicht en begrip verkrijgen we door interpretatie van (meer) (soorten) meetdata middels (door)ontwikkeling van modellen.
- 4) Meetdata verkrijgen we door:
  - a. maximaal hergebruik van beschikbare data en informatie en de ICT-systemen die deze al voortbrengen;
  - b. aanvullend in-situ meten van parameters die het teeltproces beïnvloeden met het nieuw te ontwikkelen sensorsysteem.

#### **1.4 Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 staat een beschrijving van de gevolgde aanpak bij het komen tot een Programma van Eisen. Hoofdstuk 3 geeft de eisen en wensen voor een uitrolfase na het project (gericht op grootschalige uitrol naar duizenden gebruikers). Om duidelijk de begrenzing van het E-pieper project te illustreren bevat hoofdstuk 4 een aantal aspecten die gerelateerd zijn aan de E-pieper, maar buiten de scope van het project en/of document vallen. In hoofdstuk 5 staan enkele aanbevelingen.

## 2 Gevolgde aanpak

Er hebben een aantal workshops met ketenpartijen plaatsgevonden. Op basis hiervan is een architectuur van samenwerkende partijen opgesteld en als advies opgeleverd aan de E-pieper StuurGroep (zie gerelateerd document [3]). De eisen en wensen aan het E-pieper systeem zijn (mede) afgeleid aan de hand van deze architectuur.

### 2.1 Gehouden workshops en advies

De volgende drie workshops zijn gehouden:

- 1 “Oriënterend” (15-5-2017)
- 2 “Idee vormend” (27-6-2017)
- 3 “Idee verwerkend” (26-7-2017)

De resultaten van de laatste workshop (waaronder de architectuur) zijn vastgelegd een workshop verslag (gerelateerd document [1] en [2]). Op basis hiervan is een document met daarin een advies aan de stuurgroep van E-pieper opgeleverd (gerelateerd document [3]).

Een eerdere versie van dit PvE document is rondgestuurd naar de partners voor de StuurGroep bijeenkomst van 14-12-2017, reacties van de partners zijn verwerkt, resulterende in het voorliggend document.

### 2.2 Definitie Eisen en Wensen

Er wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende categorieën:

- Eisen (ook wel: Must-haves): dit zijn harde eisen die noodzakelijk zijn voor het succes van het E-pieper systeem.
- Wensen (ook wel: Nice-to-haves): dit zijn wensen die geuit zijn, maar niet strikt noodzakelijk voor het succes. Het kan wel zijn dat de wensen impact hebben op de architectuur, maar dat de volledige implementatie voorlopig achterwege blijft.
- Buiten scope: aspecten die wel een rol spelen, maar die (nu) niet meegenomen worden bij de eisen en wensen.

### 2.3 Onderscheid uitrolfase en demonstratiefase

Leidend in dit document zijn de eisen en wensen die gelden voor het platform in de zogenaamde “uitrolfase”: als het E-pieper project is afgerond en het E-pieper systeem zelfstandig opereert (na 2020).

Het E-pieper systeem is nu in ontwikkeling binnen het E-pieper project. In dit project wordt een beperkte variant ontwikkeld (*Minimal Viable Product*, MVP) die de toegevoegde waarde van het systeem aan kan tonen; dit is de zogenaamde “demonstratiefase” van het systeem (ook wel ‘incubation phase’ genoemd). De focus zit daarom voor de demonstratiefase ook op het mogelijk maken van adviezen aan de teler, (mede) op basis van in-situ sensoren. Dit is gedaan om te voorkomen dat in de demonstratiefase er te veel tijd (en geld) gaat zitten in zaken

die niet strikt noodzakelijk zijn om de toegevoegde waarde van het E-pieper systeem aan te tonen en te demonstreren.

In de loop van het project zal dit PVE gespiegeld/gereflecteerd worden met de binnen het project gekozen demo-implementatie/MVP (zie ook de aanbeveling in hoofdstuk 5). Dit zal inzichten geven en behoefte van de opschaling van het MVP na afloop van het project.

## 2.4 Uitgangspunten

Bij het afleiden van de eisen en wensen aan het E-pieper systeem zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De “**boer staat aan het roer**”. Hij/zij bepaalt wat er met zijn/haar data gebeurt.
- Er wordt **samengewerkt** door verschillende (commerciële) partijen in een **ketenverband** om de beoogde doelen van paragraaf 1.2 te behalen.
- Voor ontsluiting van data maken we **gebruik van ‘broker’ functionaliteit** (en niet van een ‘data lake’ architectuur waarbij één grote centrale dataopslag wordt gecreëerd waarin alle akkerbouw gerelateerde data terecht komt).
- De **dienst leveranciers sluiten hierbij aan**.
- De geografische locatie **staat centraal**.
- **Ook bij het meten met sensoren** staat niet het apparaat maar de **geografische locatie centraal** (we willen weten hoe vochtig de grond is op bepaalde plaats en niet hoeveel een vocht sensor aangeeft).
- Waar mogelijk **aansluiten bij open (GIS) data platformen**.
- Aansluiten bij de **gedragscode over data** vanuit **BO Akkerbouw** (zie gerelateerd document [5]).
- **FAIR<sup>2</sup> principes** zo goed mogelijk **toepassen**:

<b>Findable</b>	easy to find for both humans and computers, with metadata that facilitate searching for specific datasets,
<b>Accessible</b>	stored for long term so that they can easily be accessed and/or downloaded with well-defined license and access conditions (open access when possible), whether at the level of metadata, or at the level of the actual data
<b>Interoperable</b>	ready to be combined with other datasets by humans or computers
<b>Reusable</b>	ready to be used for future research and to be further processed using computational methods

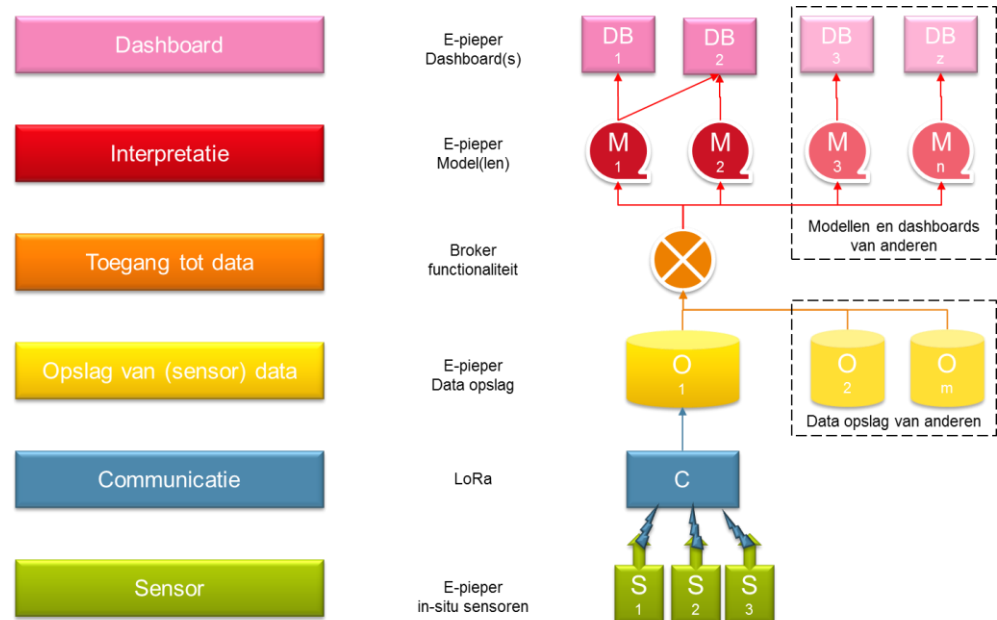
## 2.5 Gebruikte structuur voor dit Programma van Eisen

Op basis van de lagenstructuur van de architectuur van het E-pieper systeem is structuur voor de eisen en wensen opgezet. Dit is een aanpassing/verduidelijking/uitbreiding van slide 13 uit het architectuur advies (gerelateerd document [3]):

- 1 De *data acquisitie* laag is gesplitst in: *Sensor* en *Communicatie*
- 2 De *data bron* laag heet nu: *Opslag van (sensor) data*
- 3 De *data interpretatie/presentatie* laag is gesplitst in: *Interpretatie* en *Dashboard*

<sup>2</sup> <https://www.dtls.nl/fair-data/fair-data/>

In de volgende figuur is deze vernieuwde lagenstructuur weergegeven (links). Aan de rechterkant van de figuur staat een illustratieve invulling. Bijvoorbeeld de *Communicatie* loopt via LoRa (zie de latere eis UE-C1) en de *Toegang tot data* via de broker functionaliteit (zie de latere eis UE-T1).



Figuur 1: Gehanteerde lagenstructuur. Links generiek; rechts een illustratieve invulling.

Met deze lagenstructuur is **separation of concerns** gerealiseerd, waardoor er over de invulling per laag nagedacht kan worden. Zo kan bij een (grootschalige) uitrol per laag geschikte partner(s)/leverancier(s) gezocht worden. Het totale systeem kan dan door één of meer partijen geleverd worden, met heldere koppelvlakken.

In het volgende hoofdstuk worden de eisen en wensen gegroepeerd volgens deze lagenstructuur:

- **Sensor:** de E-pieper in situ sensoren die de “near” real time gegevens leveren. Het hoeft niet per sé om één fysiek apparaat te gaan met daarin een verzameling verschillende sensoren voor verschillende aspecten. Het mag ook gaan om meerdere fysieke apparaten met elk andere sensoren, die samen als geïntegreerd systeem de gewenste meetdata opleveren.
- **Communicatie:** verzorgt het transport van de data uit de E-pieper naar de opslag van de data. Maar verzorgt ook de communicatie naar de E-pieper in situ sensor.
- **Opslag van (sensor) data:** plaats waar de meetgegevens fysiek staan opgeslagen (dit kan ook een gedistribueerde cloud oplossing zijn).
- **Toegang tot data:** handelt de data/informatie aanvragen af vanuit de interpretatie laag (modellen) richting de opslag van sensor data en verzorgt de ‘vindbaarheid’, ‘machtigingen’ en ‘verrekeningen’ daarvoor.
- **Interpretatie:** hier wordt informatie uit data verkregen. Daartoe wordt data uit verschillende bronnen samengebracht, via de toegangscomponent (‘data integratie’). Het interpreteren gaat bijvoorbeeld aan de hand van modellen die adviezen genereren op het niveau van teelt, opslag, etc.



- **Dashboard:** maakt de data/informatie op verschillende niveaus inzichtelijk:
  - Adviezen aan de gebruiker (bijv. advies aan de teler om lokaal te bemesten).
  - Gemeten sensor waarden (bijv. om inzicht te krijgen in vochtigheid van de grond).
  - Meta-data (bijv. inzicht in de verwachte batterij levensduur van een E-pieper in situ sensor).

Als aanvulling op de figuur (niet getekend om figuur eenvoudig te houden): de modellen in de *Interpretatie laag* creëren mogelijk ook data/informatie die weer opgeslagen kan worden in de *Opslag van (sensor) data* en via de *Toegang tot data* ook weer aan andere afnemers beschikbaar gesteld kunnen worden.

## 2.6 Gerelateerde documenten

[1]	Workshop slides 26-7-2017	DISAC - E-pieper - Workshop data architectuur 26-7-2017 v9.pdf
[2]	Workshop verslag 26-7-2017	Actiepunten en Inzichten E-pieper workshop 26-7-2017 - v10.pdf
[3]	Architectuur advies stuurgroep	DISAC E-pieper - Architectuurkeuzes (TNO 2018 P10153) v1.2.pdf
[4]	Sensoren en gewasmodellen voor precisie landbouw	WPR-rapport 758_Totaal_LR.pdf
[5]	Gedragscode Datagebruik Akkerbouw	GEDRAGSCODE-datagebruik-akkerbouw-v161221.pdf

### 3 Eisen en wensen uitrolfase

Zoals eerder aangegeven zijn de eisen en wensen die gelden voor het platform in de zogenaamde “uitrolfase” leidend: als het E-pieper project is afgerond en het E-pieper systeem zelfstandig opereert (na 2020).

In de volgende paragrafen worden de Eisen en Wensen per abstractie laag weergegeven. Waarbij we de lagen van onder naar boven doorlopen (dus starten met de sensor). Zie ook onderstaande figuur met verwijzing naar betreffende paragrafen en de “codering” voor de Eisen en Wensen.

Dashboard	Eisen: UE-D.. Wensen: UW-D...	Zie paragraaf 3.6
Interpretatie	Eisen: UE-I.. Wensen: UW-I...	Zie paragraaf 3.5
Toegang tot data	Eisen: UE-T.. Wensen: UW-T...	Zie paragraaf 3.4
Opslag van (sensor) data	Eisen: UE-O.. Wensen: UW-O...	Zie paragraaf 3.3
Communicatie	Eisen: UE-C.. Wensen: UW-C...	Zie paragraaf 3.2
Sensor	Eisen: UE-S.. Wensen: UW-S...	Zie paragraaf 3.1

Figuur 2: Lagenstructuur, met codering voor de Eisen en Wensen en paragraafverwijzing

### 3.1 Sensor

In deze laag bevinden zich de E-pieper in situ sensoren die de “near” real time gegevens leveren. Het hoeft niet per sé om één fysiek apparaat te gaan met daarin een verzameling verschillende sensoren voor verschillende aspecten. Het mag ook gaan om meerdere fysieke apparaten met elk andere sensoren, die samen als geïntegreerd systeem de gewenste meetdata opleveren (“als ware het één gecombineerde sensor”).



#### Eisen

Nr.	Omschrijving
UE-S1	<p>De E-pieper moet minimaal een aantal grootheden meten. In gerelateerd document [4] wordt een opsomming gegeven van (een aantal) mogelijk in te zetten sensoren. Binnen het project is er op dit moment echter nog geen definitieve lijst met gekozen grootheden.</p> <p>In de loop van het project moet er een lijst komen met daarin:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de vereiste <b>parameters</b>;</li> <li>- de <b>meetfrequentie</b> per parameter;</li> <li>- en ook de <b>verzendfrequentie</b>. <i>Rationale: 1) de verzendfrequentie kan lager zijn dan de meetfrequentie, bijvoorbeeld door het beperkte aantal LoRa transmissies per dag, en 2) de meetfrequentie kan per fase in het teeltproces veranderen maar de verzendfrequentie zou hetzelfde kunnen blijven.</i></li> <li>- <b>timestamp</b> per meting.</li> </ul> <p>Per parameter moet de <b>geo-locatie</b> bekend zijn (in de data opslag).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- of doordat de E-pieper dat zelf meet;</li> <li>- of doordat het LoRa netwerk dit als meta informatie mee geeft bij een transmissie;</li> <li>- of doordat ergens anders wordt bijgehouden waar de E-pieper zich in tijd en ruimte bevindt;</li> </ul> <p>zodat later administratief de link gemaakt kan worden met geografische grootheden als:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- plant,</li> <li>- zone in perceel,</li> <li>- perceel/veld,</li> <li>- regio.</li> </ul> <p>NB: er hoeft niet per meting een geo-locatie meegegeven te worden, maar via de administratie in de data opslag moet de locatie per meting gereconstrueerd kunnen worden.</p>
UE-S2	<p><b>Timestamps worden vastgesteld en doorgegeven in UTC<sup>3</sup></b>, zodat ze wereldwijd te gebruiken zijn, en er geen last is van zomer of wintertijd (met UTC voorkom je dat er 2x per jaar een uur data onbruikbaar of niet aanwezig is). Dit stelt ook eisen aan de communicatie en de opslag (UE-O8).</p>

<sup>3</sup> <https://nl.wikipedia.org/wiki/UTC>

<b>UE-S3</b>	<p><b>Geo-locatie wordt vastgesteld in (of te herleiden naar) ETRS89-coördinaten<sup>4</sup></b> zodat het systeem gereed is voor grootschalige en langdurige Europese toepassing en uitrol; coördinaten in ETRS89 in Europa veranderen nauwelijks, omdat het Europese vasteland als homogene eenheid beweegt.</p> <p>Als het E-pieper systeem zich voor de lange termijn alleen richt op Nederland, dan volstaat vastlegging in RD-coördinaten (RijksDriehoek Coördinaten<sup>5</sup>).</p>
<b>UE-S4</b>	<p>Elke E-pieper heeft een <b>unieke identifieer</b> (zoets als een MAC-adres) <b>die doorgegeven wordt</b>. Deze identifieer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mag niet aangepast kunnen worden (i.v.m. collision),</li> <li>- is minimaal 32 bit (geeft 4 miljard mogelijkheden); liever 48 bit,</li> <li>- zou wellicht ingevuld kunnen worden met een LoRa-ID (want die heb je toch al als je met LoRa communiceert; zie eis UE-C1); in combi met een prefix ("type E-pieper"),</li> <li>- maar niet in combinatie met het LoRa-net-ID (want je zou kunnen wijzigen van netwerk).</li> </ul> <p>Deze identifieer moet ook "<b>human readable</b> zijn" (het daartoe moeten openschreeven van de E-pieper in situ sensor is toegestaan).</p> <p>NB deze identifieer is niet de "primary key" voor de data opslag.</p>
<b>UE-S5</b>	<p>Zorg dat <b>metingen</b> ook <b>getriggered</b> (i.p.v. via een ingestelde frequentie) kunnen plaatsvinden. Denk aan toepassingsvoorbeelden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bij bewegen van de E-pieper: meet dan elke seconde de stootkrachten;</li> <li>• begin te meten bij het overschrijden van een drempelwaarde volgens de ingestelde frequentie.</li> </ul>
<b>UE-S6</b>	<p>Zowel ingestelde meetfrequentie als verzendfrequentie (incl. triggermogelijkheid) moeten <b>op afstand aangepast</b> kunnen worden (zie ook UE-C2).</p>
<b>UE-S7</b>	<p>Zorg voor <b>logging-mogelijkheden</b> op de E-pieper in situ sensor. Niet alle metingen zullen meteen verzonden moeten worden, maar zouden achteraf noodzakelijk kunnen zijn. Deze logging moet ook uitgelezen (zie eis UE-C3) en eventueel opgeslagen (zie wens UW-O2) kunnen worden.</p>
<b>UE-S8</b>	<p>Zorg dat de <b>administratieve link</b> gemaakt en teruggevonden kan worden tussen de "aardappels op het land" en de "ingeschuurde aardappels", via het E-pieper systeem.</p>
<b>UE-S9</b>	<p>Zorg dat op afstand ook de volgende <b>toestand/meta data</b> van de E-pieper in situ sensor te volgen is (ook als de sensor geen meetinhoudelijke data hoeft over te sturen), denk aan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resterende batterij capaciteit van de in situ sensor.</li> <li>• Resterende dataopslag capaciteit van de in situ sensor (voor logging).</li> <li>• 'Heartbeat' signaal.</li> </ul>

<sup>4</sup> [https://nl.wikipedia.org/wiki/Europees\\_Terrestrisch\\_Referentiesysteem\\_1989](https://nl.wikipedia.org/wiki/Europees_Terrestrisch_Referentiesysteem_1989)

<sup>5</sup> <https://nl.wikipedia.org/wiki/Rijksdriehoekskoördinaten>

**Wensen**

Nr.	Omschrijving
<b>UW-S1</b>	Zorg dat (naast genoemde zaken onder UE-S9) op afstand ook de <b>toestand/meta data</b> van de E-pieper te volgen is, denk aan: <ul style="list-style-type: none"><li>- Interne vochtigheid van de in situ sensor</li><li>- Systeem parameters die een beeld geven over de werking van de E-pieper in situ sensor zelf (bijvoorbeeld de CPU-load, functioneren van de sensor etc.).</li></ul>

### 3.2 Communicatie

De Communicatie-laag verzorgt het transport van de data uit de E-pieper in situ sensor naar de opslag van de data. Maar verzorgt ook de communicatie naar de E-pieper in situ sensor.



#### Eisen

Nr.	Omschrijving
UE-C1	Communicatie met E-pieper in situ sensor loopt in elk geval via <b>LoRa</b> , omdat communicatie via LoRa tot in de akker (onder de grond) mogelijk lijkt te zijn.
UE-C2	Er moet <b>2-weg communicatie</b> mogelijk zijn (ook naar de sensor toe, i.v.m. aanpassen meetfrequentie etc.); zie ook UE-S6.  Houd er rekening mee dat de verschillende manieren van 2-weg communicatie in LoRa netwerken verschillende impact hebben op het energieverbruik.
UE-C3	Zorg dat de <b>logging</b> op de E-pieper in situ sensor (zie UE-S7) <b>ook anders dan via LoRa</b> uitgelezen kan worden. Denk bijvoorbeeld aan NFC of bekabeld (dat laatste evt. als een soort noodvoorziening, na openschroeven van een E-pieper unit).
UE-C4	De <b>Identifier</b> uit de E-pieper (UE-S4) moet doorgegeven kunnen worden aan de Data opslag. NB. als het een LoRa-ID is, dan is het makkelijk.
UE-C5	De draadloos getransporteerde data wordt <b>tijdelijk opgeslagen</b> bij de LoRa provider en <b>doorgestuurd (gepushed)</b> naar de <b>Data opslag</b> . Na een acknowledgement vanuit de Data opslag kan de <b>tijdelijke data geflushed</b> worden (zie ook UE-O6).

#### Wensen

Nr.	Omschrijving
UW-C1	Ten behoeve van de tijdelijk opgeslagen data (UE-C5) zou er bij voorkeur <b>ook</b> een <b>handshake/acknowledgement</b> plaats moeten vinden tussen de E-pieper in situ sensor en de tijdelijke opslag bij de LoRa provider.

### 3.3 Opslag van (sensor) data

In deze laag bevinden zich de plaats(en) waar de meetgegevens fysiek staan opgeslagen. Dit kan ook een gedistribueerde cloud oplossing zijn.



#### Eisen

Nr.	Omschrijving
UE-O1	De data moet <b>minimaal 10 jaar bewaard</b> worden, in verband met roterende landbenutting en modelontwikkeling op basis van historische data (voor bijvoorbeeld pootgoed).
UE-O2	Uitgangspunt bij opslag is dat <b>data open ter beschikking</b> staat, tenzij het concurrentiegevoelige data betreft (het betreft dan gesloten data). Hiervoor geldt het " <b>pas toe of leg uit</b> -principe" <sup>6</sup> : bij het <u>niet delen</u> moet <u>uitgelegd</u> worden waarom.
UE-O3	De <b>eigenaar(s)</b> van de <u>gesloten</u> data moet(en) kunnen <b>bepalen</b> wie de <b>data mag gebruiken</b> . Zie ook UE-T6. Wie de eigenaar(s) is/zijn vallen buiten de scope van dit document.
UE-O4	Er is <b>opslagruimte voor data in 'de cloud'</b> , zodat een teler voor het correct functioneren van de E-pieper zelf geen opslag hoeft te organiseren.
UE-O5	Er moeten <b>meerdere 'opslag-clouds'</b> van sensor leveranciers <b>naast elkaar</b> kunnen bestaan.  Één groot ' <i>data-lake met alle agro-data van alle sensoren van alle leveranciers</i> ' is ongewenst. Enerzijds vanuit het standpunt van de telers die tot een vendor lock-in met een monopolie worden gedwongen. Anderzijds vanuit kosten-baten opzicht: veel data staat al ergens opgeslagen en is toegankelijk. Denk aan meteorologische data, satellietbeelden, data via Akkerweb, Boerenbunder, etc.
UE-O6	De opslagfaciliteit moet aan de communicatiefaciliteit kunnen <b>aangeven of de opslag wel of niet succesvol</b> heeft plaatsgevonden. Zie ook de eisen bij communicatie aangaande handshake/acknowledgement (UE-C5).
UE-O7	De ' <b>opslag-clouds</b> ' zijn <b>gedistribueerd en redundant opgeslagen</b> zodat een lokaal/regionaal incident (overstroming, brand, etc.) niet een (inter)nationaal verlies van data tot gevolg heeft.
UE-O8	<b>Tijd</b> wordt altijd <b>opgeslagen in UTC</b> , zie ook UE-S2  Notatie is volgens <b>ISO 8601</b> <sup>7</sup> " <b>YYYY-MM-DDThh:mm:ss+00:00</b> " Dus <u>inclusief</u> de tijdzone voor UTC: +00:00.  Een voorbeeld: 2017-11-21T13:33:30+00:00
UE-O9	<b>Locatie</b> wordt altijd <b>opgeslagen in ETRS89</b> , zie ook UE-S3.

<sup>6</sup> [https://nl.wikipedia.org/wiki/Pas\\_toe\\_of\\_leg\\_uit](https://nl.wikipedia.org/wiki/Pas_toe_of_leg_uit)

<sup>7</sup> [https://nl.wikipedia.org/wiki/ISO\\_8601](https://nl.wikipedia.org/wiki/ISO_8601)

**Wensen**

Nr.	Omschrijving
<b>UW-01</b>	Naast opslag van direct gemeten sensorwaardes zou er bij voorkeur een " <b>inhoudelijke kwaliteitscontrole</b> " moeten plaatsvinden; mogelijk resulterend in een parallelle datastroom (in de tijd) met gecorrigeerde waardes. Denk aan 'drift signalering en/of correctie'.
<b>UW-02</b>	De opslag biedt functionaliteit aan om de ' <b>hoge resolutie</b> ' ( <b>logging</b> ) <b>data achteraf te importeren</b> , bijvoorbeeld als een sensor handmatig wordt uitgelezen, zie UE-S7 en EU-C3.



### 3.4 Toegang

Deze laag handelt de data/informatie aanvragen af vanuit de interpretatie laag (modellen) richting de opslag van sensor data en verzorgt de 'vindbaarheid', 'machtigingen' en 'verrekeningen' daarvoor.



#### Eisen

Nr.	Omschrijving
UE-T1	De <b>toegang tot opgeslagen data</b> vindt plaats via een component dat <b>broker functionaliteit</b> levert ('toegangscomponent'). Zodat er minder gezocht hoeft te worden naar de bron van bepaalde data. De toegangscomponent verzorgt de 'vindbaarheid' van de data.
UE-T2	Zowel de northbound <sup>8</sup> als southbound <b>interfaces</b> van het toegangscomponent moeten ook gaan <b>voldoen aan de eisen van E-pieper met betrekking tot opslag en toegang</b> . Denk bijv. aan E-pieper specifieke meet parameters en geo-informatie.
UE-T3	Het <b>ontsluiten van opgeslagen (sensor) data</b> moet in elk geval plaatsvinden <b>via</b> een 'southbound' interface van het toegangscomponent. Dit in verband met 'vindbaarheid', 'machtigingen' en 'verrekeningen' (zie UE-T1, UE-T6 en UE-T9). Data waar <b>geen machtiging</b> voor nodig is, of waarvoor niet afgerekend wordt, mag <b>daarnaast ook anders</b> ontsloten worden.
UE-T4	Naast gemeten data uit de E-pieper 'in situ sensor' <b>moet via het toegangscomponent ook andere data vindbaar zijn en ontsloten</b> worden. Dit betreft relevante data die nodig is voor modellen die adviezen moeten opleveren voor (bijvoorbeeld) telers. Denk hierbij aan data uit systemen van Tolsma Grisnich, Eurofins, Akkerweb, Biodac, BMS-leveranciers, etc.  De rationale achter deze eis is dat voorkomen moet worden dat er eigen machtigingssystemen per sensor data leverancier moet komen, waarbij de telers bij elke data leverancier machtiging moeten configureren, waarschijnlijk ook nog telkens op een leverancier specifieke manier. Dit resulteert in een onwerkbaar systeem, dat niet uitnodigt tot gebruik van de E-pieper.  Welke andere data dit nu precies is valt buiten scope het bestek van dit document en zal op basis van modelbehoefte met betrokken partijen overlegd moeten worden (zie ook hoofdstuk 4, BS-4).
UE-T5	De toegang tot data moet <b>voldoen</b> aan de <b>Gedragscode Datagebruik Akkerbouw</b> (zie gerelateerd document [5]).
UE-T6	Zoals aangegeven in UE-03 moet(en) de eigenaar(s) van de <u>gesloten</u> data kunnen bepalen wie de data mag gebruiken. Voor de <b>machtigingenstructuur</b> is het volgende van belang: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voor open data is er helemaal <b>geen machtiging</b> nodig</li> <li>• Er is data waarvoor een machtiging nodig is van <b>alleen de teler</b></li> <li>• Er is data waarvoor een machtiging nodig is van <b>alleen de dataleverancier</b></li> <li>• Er is data waarvoor een machtiging nodig is van <b>zowel de teler als de dataleverancier</b></li> </ul>

<sup>8</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Northbound\\_interface](https://en.wikipedia.org/wiki/Northbound_interface)

<b>UE-T7</b>	In de situatie dat er een machtiging voor het gebruik van de data nodig is (zie UE-T6), moet de toegangscomponent ' <b>doelbinding</b> ' <sup>9</sup> ondersteunen.
<b>UE-T8</b>	De component die de broker functionaliteit levert moet ook een <b>methode van verrekenen</b> van datagebruik bieden, gekoppeld aan de verschillende manieren van machtigen (zie ook UE-T6).
<b>UE-T9</b>	Tijd wordt altijd doorgegeven in UTC (zie ook UE-S2).
<b>UE-T10</b>	Locatie wordt altijd doorgegeven in ETRS89 (zie ook UE-S3).

## Wensen

Nr.	Omschrijving
<b>UW-T1</b>	De toegangscomponent biedt ook een ' <b>Glossary</b> ' van aangesloten bronnen en telers. Inclusief de <b>tijdstippen van "aan- en afmelden"</b> op een bepaalde locatie.
<b>UW-T2</b>	Naast de hierboven beschreven pull functionaliteit zou de broker ook <b>push functionaliteit</b> kunnen ondersteunen.

<sup>9</sup> Het principe dat iemand (persoon of organisatie) alleen informatie mag vragen, opslaan, gebruiken, delen ten behoeve van welbepaalde, uitdrukkelijk omschreven en gerechtvaardigde doeleinden, zie: <https://www.noraonline.nl/wiki/Doelbinding>.

### 3.5 Interpretatie

In deze laag wordt informatie uit data verkregen, middels interpretatie. Daartoe wordt data uit verschillende bronnen samengebracht, via de toegangscomponent ('data integratie'). Het interpreteren gaat bijvoorbeeld aan de hand van modellen die adviezen genereren op het niveau van teelt, opslag, etc.



#### Eisen

Nr.	Omschrijving
UE-M1	Voor interpretatie moet de E-pieper data worden <b>ontvangen en/of opgevraagd via de toegangscomponent</b> (die broker functionaliteit levert). Daarmee zijn 'vindbaarheid', 'machtigingen' en 'verrekeningen' op een enkelvoudige wijze geregeld. Dit voorkomt fragmentatie van het technisch aanbod, zonder een specifieke commerciële vendor lock-in.
UE-M2	Een model moet via de toegangscomponent de eigenaar van E-pieper data <b>toestemming vragen</b> om data te mogen gebruiken. Doel van het gebruik moet daarbij worden aangegeven: ' <b>doelbinding</b> ' (zie ook UE-T7)
UE-M3	Binnen het E-pieper project worden <b>modellen ontwikkeld</b> , bijvoorbeeld ten behoeve van <b>kwaliteitsmonitoring tijdens teelt en sturing tijdens teelt</b> . In gerelateerd document [4] wordt een opsomming gegeven van enkele mogelijke modellen. Binnen het project is er op dit moment echter nog geen definitieve lijst met gekozen modellen die ontwikkeld zullen worden tot een MVP. In de loop van het project deze gebouwd en beproefd worden en op basis van resultaten zullen deze doorontwikkeld kunnen worden tot diensten.

#### Wensen

Nr.	Omschrijving
UW-M1	<b>Informatie (data)</b> die beschikbaar komt <b>via interpretatie door modellen</b> moet bij voorkeur ook weer <b>via de toegangscomponent</b> worden <b>ontsloten</b> . Aan de hand van de machtigenstructuur die daarbij hoort, wordt bepaald wie de machtiging verleent (zie ook UE-T6).

### 3.6 Dashboard

In de Dashboard laag wordt de data/informatie op verschillende niveaus inzichtelijk gemaakt:

- Adviezen aan de gebruiker (bijvoorbeeld advies aan de teler om lokaal te bemesten).
- Gemeten sensor waarden (bijvoorbeeld om inzicht te krijgen in vochtigheid van de grond).
- Meta-data (bijvoorbeeld inzicht in de verwachte batterij levensduur van een E-pieper in situ sensor).



Op dit moment kan er nog geen uitgebreide lijst met concrete eisen of wensen voor de dashboard laag worden gegeven. Onder andere omdat nog niet bekend is hoe de partners binnen E-pieper dat op de langere termijn zien.

#### Eisen

Nr.	Omschrijving
UE-D1	Zoek <b>aansluiting bij bestaande systemen of dashboards</b> zodat de gebruiker (bv de teler) er niet nog weer een apart systeem of dashboard bij krijgt.

#### Wensen

Nr.	Omschrijving
UW-D1	Maak het mogelijk dat <b>informatie of advies ook door andere dashboards getoond</b> kan worden (zodat de gebruiker in zijn/haar favoriete dashboard kan werken).

## 4 Buiten scope qua specifieke functionaliteit

In het hoofdstuk 3 is een opsomming gegeven van eisen en wensen met betrekking tot specifieke E-pieper functionaliteit. Bij het opstellen daarvan zijn observaties gedaan die buiten die scope vallen. Omdat ze bepalend (kunnen) zijn voor het slagen van het E-pieper concept, worden ze hier alsnog gedeeld.

Nr.	Omschrijving
<b>BS-1</b>	Functionaliteit voor het meten van <b>bewaarcondities</b> met de E-pieper (in situ sensor) valt buiten scope van dit document. Daar zijn namelijk al andere, reeds aanwezige, waarnemingen voor.
<b>BS-2</b>	De waarde van de verkregen informatie is de uiteindelijke limiet voor de te maken kosten. Dat betekent bijvoorbeeld dat er grenzen zijn aan nauwkeurigheid van sensoren, bandbreedte van communicatie, opslagcapaciteit, etc. Een berekening van de verhouding tussen <b>kosten en baten</b> valt buiten het bestek van dit document.
<b>BS-3</b>	Er moet nog een <b>servicemanagement platform</b> komen. Dat kan bijvoorbeeld detecteren en signaleren of een E-pieper nog functioneert, dreigt uit te vallen (geen batterijlading meer), of er nog communicatie via LoRa plaats kan vinden, etc.
<b>BS-4</b>	Behalve de door de E-pieper in situ gemeten data zal <b>via het toegangscomponent ook andere data ontsloten</b> moeten worden voor de te ontwikkelen modellen. Welke andere data dit nu precies is valt buiten het bestek van dit document en zal op basis van modelbehoefte met betrokken partijen overlegd moeten worden (zie ook UE-T4).  De rationale hier is dat voorkomen moet worden dat er telkens een eigen machtigingssysteem per sensor data leverancier moet komen, waarbij de telers bij elke data leverancier machtiging moeten configureren, waarschijnlijk ook nog telkens op hun eigen manier. Dit resulteert in een onwerkbaar systeem, dat niet uitnodigt tot gebruik van de E-pieper.
<b>BS-5</b>	Eisen op het gebied van <b>robuustheid, beschikbaarheid, beveiliging, veiligheid en energievoorziening</b> van de E-pieper in situ sensor vallen buiten scope van dit document. Deze moeten wel worden vastgelegd omdat ze (in)direct impact hebben op beschikbaarheid van data.
<b>BS-6</b>	De <b>precisie van vastgelegde data</b> in termen van tijd (incl. synchronisatie), locatie etc. moeten nog door sensor en model deskundigen worden vastgesteld.

## 5 Aanbevelingen

Dit hoofdstuk bevat enkele aanbevelingen hoe dit document in de verdere loop van het project (of daarna) gebruikt kan worden en welke andere zaken opgepakt kunnen worden.

1. Voor definitieve vastlegging van de eigenschappen van de E-pieper in situ sensor moet door de project-partners nog een lijst worden opgesteld, met daarin noodzakelijke **te meten parameters, meet- en verzendfrequentie** (zie UE-S1).
2. Ook moet er nog een lijst met **modellen** worden opgesteld (zie UE-M3).
3. Indien er sprake is van gesloten data (zie UE-O2): maak **afspraken over eigenaarschap** van die **gesloten data** (zie UE-O3), zodat ook de machtigingen (UE-T6) geregeld kunnen worden.
4. In de loop van het project zal dit PvE **gespiegeld/gereflecteerd** worden aan de hand van de binnen het project ontwikkelde demo-implementatie / MVP (inclusief de onderwerpen uit hoofdstuk 4). Op basis van die spiegeling kunnen (zo nodig):
  - a. **aanpassingen/aanscherpingen** van bestaande eisen/wensen plaatsvinden;
  - b. **nieuwe eisen/wensen** aan het document worden toegevoegd;
  - c. **richtlijnen voor de opschaling van het MVP** (na afloop van het project) gegeven worden.
5. Voor de implementatie moeten er nog **technische specificaties** van de interfaces tussen componenten in de verschillende lagen worden toegevoegd.
6. Het (aangepaste) document kan gebruikt worden als input voor een **markt consultatie**.