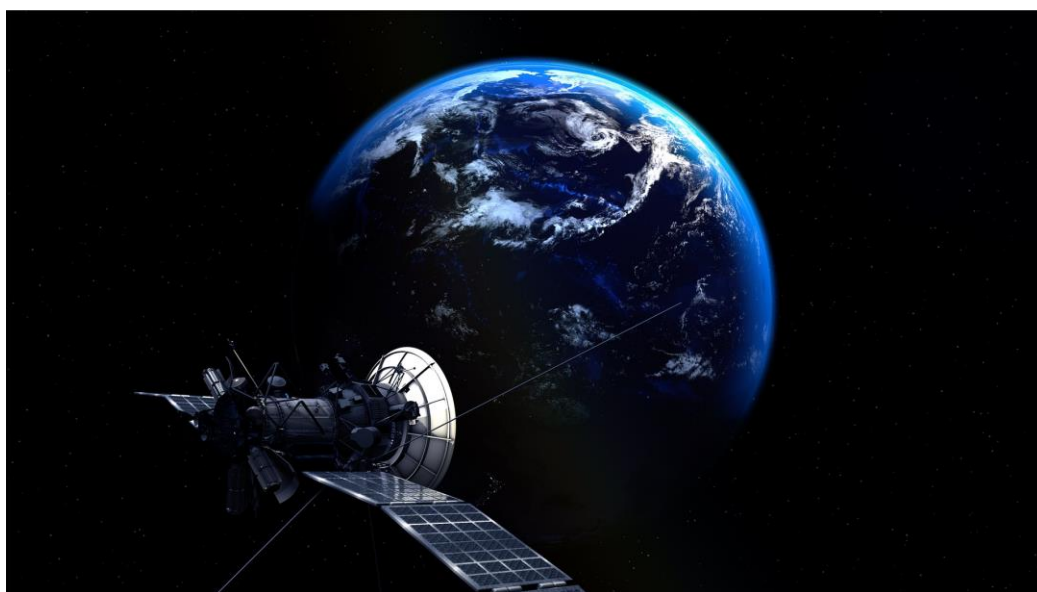


**IMPLEMENTERINGSPLAN
2022-01-19**

Agenda för landskapet AP6 - Implementeringsplan



Version	Datum	Ändrade avsnitt	Anmärkningar	Författare
1.0	2021-12-20		Första versionen	Luke Webber, Johanna Skarpman Sundholm, Bastian Berlin, Anders Persson, Niklas Boke Olén och Birgitta Olsson
2.0	2022-01-19	Samtliga	Uppdatering baserat på resultatet från projektet Agenda för landskapet. Version för synpunkter.	Intressentstyrgrupp

Innehåll

TABELLFÖRTECKNING	3
SAMMANFATTNING	4
1. SYFTE OCH BAKGRUND	6
1.1. Bakgrund	6
1.2. Dokumentets syfte	6
1.3. Definitioner och förkortningar	7
2. BEHOVSBILD	8
2.1. Framtida versioner av NMD	8
2.1.1. Vektorversion	10
2.2. Teknisk plattform	11
2.2.1. Hårdvarukrav	11
2.2.2. Program/verktyg	12
2.2.3. Lagring	12
2.2.4. Data	13
2.2.5. Leverans	13
2.3. Behovet av samordning	14
2.3.1. Samordning behövs för att stärka och förenkla tillgången till data	14
2.3.2. Samordning behövs för att förbättra kvaliteten på data	14
2.3.3. Samordning behövs för att sprida kompetens	15
3. GENOMFÖRT ARBETE	15
3.1. Processkartläggning av NMD v.2	15
3.2. Workshop med intressenter	16
3.2.1. Initial workshop	16
3.2.2. Workshop efter leverans av NMD v.2 testprodukter	16
3.3. Pilotstudier i Rymddatalabbet	18
3.3.1. Skogskartering	18
3.3.2. Vattenkartering	20
3.3.3. Piloter utanför Agenda för landskapet	20
4. KVARSTÅENDE BEHOV	21
5. TEKNISK PLATTFORM – ALTERNATIV	24
5.1. Molnplattform	24
5.1.1. Generella molnplattformar	25
5.1.2. Molnplattformar specialiserade på geoinformation	26
5.1.3. Lokal molnplattform utan egen Sentinel-data	27
5.2. Lokal plattform	28
5.3. Hybridlösning	29
5.3.1. Möjliga kombinationer med lokal plattform	30
5.4. Leveransplattform	31
5.4.1. Plattform för analys	31
5.4.2. Distribution av NMD v.2	32

6.	LÖSNINGSFÖRSLAG	32
6.1.	Teknisk plattform	33
6.2.	Scenario 1 - grundutförande	34
6.3.	Scenario 2 – tillägg av finindelning av våtmark	35
6.4.	Scenario 3 – tillägg av finindelning öppen mark och snötäckning	36
6.5.	Scenario 4 – tillägg av alla föreslagna tilläggsskikt	37
7.	REFERERADE SLUTRAPPORTER FRÅN ANDRA ARBETSPAKET	39
8.	APPENDIX	39

Tabellförteckning

Tabell 1. Definitioner och förkortningar	7
Tabell 2. Beskrivning av de föreslagna klasserna för NMD v.2. Nya klasser markerade i rött och förbättrade klasser markerade i blått.....	9
Tabell 3. Beskrivning av de tilläggsskikt som är föreslagna för NMD v.2. Nya tilläggsskikt är markerade i rött.....	10
Tabell 4. Sammanställning av kvarstående behov inför implementering och kostnadsuppskattning i tkr.....	21
Tabell 5. Sammanställning av prioriterade behov av metodutveckling eller strategiarbete och kostnadsuppskattning i tkr.	22
Tabell 6. Sammanställning av kvarstående behov som har identifierats, men som kräver fortsatt dialog innan det står klart om de ska implementeras. Därför kan heller inte konkreta förslag och kostnadsuppskattningar göras i de flesta fall.....	22
Tabell 7. Redovisning av föreslaget innehåll i scenario 1 - grundutförande för NMD v.2. Processer i rött representerar ytterligare lager/uppgifter som ingår i detta scenario, processer i svart eller grått representerar oförändrade lager/processer från NMD v.1.1.	34
Tabell 8. Redovisning av föreslaget innehåll i NMD v.2, scenario 3, där scenario 2 utökats med en finindelning av den öppna marken, inklusive relaterade tilläggsskikt. Processer i rött representerar ytterligare lager/uppgifter som ingår i detta scenario, processer i svart eller grått representerar oförändrade lager/uppgifter från NMD v.1.1 eller tidigare scenarion.	36
Tabell 9. Redovisning av föreslaget innehåll i NMD v.2, scenario 4, där scenario 3 utökats med tilläggsskikt som föreslås produceras årligen. Processer i rött representerar ytterligare lager/uppgifter som ingår i detta scenario, processer i svart eller grått representerar oförändrade lager/uppgifter från NMD v.1.1 eller tidigare scenarion.	38

Sammanfattning

En förnyad nationell produktion av Nationella Marktäckedata (NMD v.2) kräver beskrivning av vad NMD v.2 ska innehålla och hur den ska produceras. Inom projektet Agenda för landskapet har det tagits fram och utvärderats nya klasser, nya s.k. tilläggsskikt och önskade leveransmöjligheter. Tekniska krav på programvara och hårdvara för produktion, lagring och leverans har kartlagts och utifrån detta finns rekommendationer för den tekniska plattform där produktion och leverans kan ske. En ansats har varit att arbetet ska kunna utföras på en molnplattform där siktet är inställt mot en större andel öppen källkod. I nuläget anses dock en kombination av molntjänster och lokal hårdvara hos utföraren krävas. Alternativt ses också en helt lokal hårdvara som en möjlig teknisk plattform. Eftersom vissa processer fortfarande förlitar sig på proprietär hårdvara anses det i dagsläget inte lämpligt att utföra alla på en molnplattform.

Ett tydligt fokus för metodutvecklingen har varit långtgående samverkan mellan myndigheter och andra aktörer. En samordning kan stärka och förenkla tillgången till data, förbättra kvaliteten, både på resultat och på indata, och underlätta spridning av kompetens. Som exempel på samverkan utvärderades det Nationella Rymddatalabbet eftersom det tidigt setts som förstahandsalternativet till teknisk plattform. I nuläget bedöms det dock inte fylla de behov som finns för en produktion av NMD v.2, men eftersom flera av de samordningsfördelar som nämnts uppfylls genom nyttjande av Rymddatalabbet så är förhoppningen att detta kan lösas i framtiden. Viktigt för detta är ett nära samarbete inom ett fortsatt implementeringsprojekt.

Ett annat fokus har varit att förbättra noggrannheten för klasserna och att ha ytterligare finindelade klasser. Utvärderingarna som gjorts av testprodukterna (som finns i tre områden i Sverige) visar en genomgående förbättring av noggrannheten för befintliga klasser och de nya finindelade klasserna anses hålla en hög noggrannhet.

Inom metodutvecklingsprojektet har förslag på en mängd skikt, åtgärder och processer tagits fram. Det finns därför en mängd olika kombinationer för hur en slutgiltig NMD v.2 kan se ut, men det finns inget beslut kring vilka delar som ska ingå. För att göra ett förslag till implementeringsplan med sammanställda tids- och kostnadsestimat så beskrivs fyra olika scenarier. Till del är estimaten framtagna med utfallna kostnader för produktion av NMD v.1.1 som grund. För nytillkomna processer har estimat baserats på erfarenheter från metodutvecklingsprojektet.

Scenario 1 speglar ett grundutförande som till stora delar har samma innehåll som NMD v.1.1. Delar av arbetet som gjordes under produktionen av version 1 behöver inte upprepas, dessutom har effektiviseringar och automatiseringar av vissa processer gjorts under metodutvecklingsprojektet. Därigenom beräknas en halvering av kostnaden mot den tidigare versionen. För detta scenario uppskattas ett totalt antal arbetstimmar till cirka 9 000.

Scenario 2 är detsamma som scenario 1, med skillnaden att en finindelning av våtmarken också görs. För detta scenario uppskattas ett totalt antal arbetstimmar till cirka 10 000.

I Scenario 3 görs också en finindelning av den öppna marken, både i fjällen och nedan fjällen. Ett antal tilläggsskikt läggs också till i detta scenario. Samtliga innehåller information som faller ut under processen med att ta fram de finindelade klasserna till basskiktet och anses därmed inte tillföra någon större ytterligare tidsåtgång. Det gäller tilläggsskikten 'jordbearbetningsvecka', 'detaljerad fjällklassning' och 'förekomst av snö'. För detta scenario uppskattas ett totalt antal arbetstimmar till cirka 15 000.

För vissa tilläggsskikt anses det finnas en vinst i att producera dem årligen. Scenario 4 innehåller ett tillägg av årlig produktion av dessa tre skikt: 'förekomst av snö', 'jordbearbetningsvecka' och 'förekomst av ytvatten'. För detta scenario uppskattas ett totalt antal arbetstimmar till cirka 17 000.

Det är förstås möjligt att gå vidare med andra scenarion och utifrån de som har beskrivits går det att skapa sig en uppfattning om kostnadsbilden för andra varianter. Projektet kommer inte att besluta eller rekommendera något scenario utan överlåter detta till den framtida förvaltningen och de myndigheter som väljer att ingå i det framtida samarbetet.

1. Syfte och bakgrund

1.1. Bakgrund

Projektet Agenda för landskapet finansieras av Vinnova och nio svenska myndigheter och skall säkerställa att det finns ständigt aktuella, högkvalitativa öppna data om landskapet och markanvändningen i Sverige.

Dessa data används av myndigheter, kommuner och näringsliv för att övervaka miljön och bidra till att skapa nya innovativa lösningar inom samhällsplanering, miljö och riskhantering. Projektet utgår från Nationella Marktäckedata (NMD) och skall ta fram innovativa metoder som drar nytta av teknik som möjliggör effektiv ajourhållning av den produkten. I detta ingår bland annat tillämpning av automatisering, tidsserieanalyser av satellitbilder och maskininlärning.

Framtida versioner av NMD ställer höga krav på datatillgång och bearbetningskapacitet och skall uppfylla flera användares behov. En central utmaning är därför att sammanställa alla krav och identifiera möjliga plattformar för den tekniska implementationen som kan uppfylla dessa. Inom Agenda för landskapet finns ett dedikerat arbetspaket (AP6) som adresserar dessa frågor. Gruppen leds av Skogsstyrelsen med representanter från Naturvårdsverket, Lantmäteriet, Jordbruksverket, Statistiska Centralbyrån, SLU och Metria AB.

Arbetet skall inte enbart gynna arbetet med NMD utan också bidra till en förbättrad infrastruktur för tillgång till bearbetningsmetoder och användbara resultat baserade på geografiska data i Sverige.

1.2. Dokumentets syfte

Dokumentet beskriver det arbete som genomförts inom arbetspaket 6 ”Implementering”. Konkret skall AP6 verka för att ta fram:

- Ett dokumenterat och beslutat vägval för implementering av framtida NMD avseende plattform för indata, bearbetning och distribution som är anpassat till den nationella plattformen.
- En förankrad implementeringsplan redo för beslut i intressentstyrgrupp (detta dokument).

1.3. Definitioner och förkortningar

Tabell 1 innehåller förkortningar och förklaringar till flera av de begrepp som används i rapporten. Målsättningen är att använda standardbegrepp och förkortningar, men det kan förekomma ord och förkortningar som endast används i detta dokument eller projekt. De förkortningar som avser IT-termer följer etablerad standard.

Tabell 1. Definitioner och förkortningar

Begrepp / förkortning	Förklaring
AP	Arbetspaket
API	Application programming interface, applikationsprogrammeringsgränssnitt
CPU	Central processing unit, processor
DEM	Digital elevation model, terrängmodell
ESA	European Space Agency
GB	Gigabyte
GPU	Graphics processing unit, grafikkort
GRD	Ground range detected
HaV	Havs- och vattenmyndigheten
JSON	JavaScript object notation, ett format
MB	Megabyte
NMD	Nationella marktäckedata
OGC	Open Geospatial Consortium, en internationell standardiseringsorganisation för geospatiala tjänster.
PB	Petabyte
RAM	Rapid access memory
SFTP	SSH file transfer protocol
SJV	Jordbruksverket
SKS	Skogsstyrelsen
SLU	Sveriges Lantbruksuniversitet
SRTM	Shuttle radar topography mission
SSD	Solid state disk, särskild lagringshårdvara
SSH	Secure shell
TB	Terrabyte
VM	Virtuell maskin
WFS	Web Feature Service
WMS	Web Map Service

2. Behovsbild

2.1. Framtida versioner av NMD

Precis enligt målet för Agenda för landskapet har NMD v.1.1 förbättrats och utökats där det är relevant. NMD v.2 kommer att innehålla mer detaljerade klasser, som ses nedan i *Tabell 2*. Alla klasser markerade med rött är nya för NMD v.2 och är resultatet av arbete som utförts under Agenda för landskapet med att förfina klasser från NMD v.1.1. Främst gäller förfiningen de klasser som tillhör kategorierna våtmark eller öppen mark (se AP 3 slutrapport för en mer detaljerad beskrivning av dessa nya klasser).

Arbetet som hittills gjorts inom Agenda för landskapet har också strävat efter att förbättra klassificeringsnoggrannheten för NMD v.2 i jämförelse med NMD v.1.1. Skogsklasser markerade med blått har varit föremål för arbete för att förbättra klassificeringsnoggrannheten genom att använda större datamängder och modernare klassificeringsmetoder. Dessa nya metoder och data har också använts för att producera de nya förfinade klasserna. Testprodukterna som tagits fram inom detta metodutvecklingsprojekt har utvärderats och resultaten redovisas i AP 7s slutrapport. Dessa nya marktäckeklassificeringar har för testområdena visat sig vara mer noggranna än tidigare klassificeringar och det kan förmodas att NMD v.2 som helhet kommer att bli en mer exakt och detaljerad kartläggning av Sverige.

Projektet Agenda för Landskapet har gjort förbättringar i att automatisera manuellt arbete för såväl databehandling som klassificeringar och statistisk utvärdering. Detta har minskat antalet projekttimmar som krävs och resulterande förbättring av noggrannheten. Fördelarna med att automatisera processer konkretiseras i de lösningsförslag som presenteras i slutet av detta dokument (klasserna i blått och rött i *Tabell 2* är klasser som har genomgått arbete för att automatisera sina processer), med resultat att det totala antalet timmar som krävs för produktion halverades i det första scenariot jämfört med NMD v.1.1.

Arbetet med att förfina, förbättra och automatisera NMD-processer har också möjliggjort produktion av flera nya tillägsskikt (*Tabell 3*, nya skikt i rött, se AP 3s slutrapport för en mer detaljerad beskrivning av dessa nya skikt) som ger ytterligare stödjande data för att komplettera NMD v.2 i de fall där de inte ansågs lämpliga för inkludering i basskiktet.

Tabell 2 och *Tabell 3* dokumenterar vad den framtida versionen av NMD, NMD v.2, kommer att innehålla i form av nya skikt och klasser (markerade i rött), eller förbättrade klasser (markerade i blått).

Tabell 2. Beskrivning av de föreslagna klasserna för NMD v.2. Nya klasser markerade i rött och förbättrade klasser markerade i blått.

	NMD v.2 Klass	NMD v.2 Kod
Skog ej på våtmark	<i>Tallskog</i>	<i>111</i>
	<i>Granskog</i>	<i>112</i>
	<i>Barrblandskog</i>	<i>113</i>
	<i>Lövblandad barrskog</i>	<i>114</i>
	<i>Triviallövskog</i>	<i>115</i>
	<i>Ädellövskog</i>	<i>116</i>
	<i>Triviallövskog med ädellövinslag</i>	<i>117</i>
	Temporärt ej skog	118
Skog på våtmark	<i>Tallskog på våtmark</i>	<i>121</i>
	<i>Granskog på våtmark</i>	<i>122</i>
	<i>Barrblandskog våtmark</i>	<i>123</i>
	<i>Lövblandad barrskog på våtmark</i>	<i>124</i>
	<i>Triviallövskog</i>	<i>125</i>
	<i>Ädellövskog</i>	<i>126</i>
	<i>Triviallövskog med ädellövinslag</i>	<i>127</i>
	Temporärt ej skog	128
Öppen våtmark på myr	<i>Buskmyr</i>	<i>211</i>
	<i>Ristuvemyr</i>	<i>212</i>
	<i>Fastmattemyr, mager</i>	<i>213</i>
	<i>Fastmattemyr, frodig</i>	<i>214</i>
	<i>Sumpkärr</i>	<i>215</i>
	<i>Mjukmattemyr</i>	<i>216</i>
	<i>Lösbottenmyr</i>	<i>217</i>
	<i>Övrig öppen myr</i>	<i>218</i>
Öppen våtmark ej på myr	<i>Våtmark med buskar</i>	<i>221</i>
	<i>Risdominerad våtmark</i>	<i>222</i>
	<i>Gräsdominerad våtmark, mager</i>	<i>223</i>
	<i>Gräsdominerad våtmark, frodvuxen</i>	<i>224</i>
	<i>Gräsdominerad våtmark, högvuxen</i>	<i>225</i>
	<i>Mossdominerad våtmark</i>	<i>226</i>
	<i>Lösbottnad våtmark</i>	<i>227</i>
	<i>Övrig öppen våtmark</i>	<i>228</i>
Öppen våtmark	<i>Låg fjällskog på övrig våtmark</i>	<i>230</i>
	<i>Öppen våtmark (underindelning saknas)</i>	<i>200</i>
Åkermark	<i>Åkermark (underindelning saknas)</i>	<i>30</i>
	<i>Åkermark, jordbearbetat inom 1 år</i>	<i>31</i>
	<i>Åkermark, jordbearbetat inom 1- 5 år</i>	<i>32</i>
	<i>Åkermark, ej jordbearbetat de senaste 5 åren</i>	<i>33</i>

Övrig öppen mark utan vegetation	Öppen mark utan vegetation (ej glaciär eller varaktigt snöfält)	411
	Glaciär	412
	Varaktigt snöfält	413
Övrig öppen mark med vegetation	Torr buskdominerad mark	4211
	Frisk buskdominerad mark	4212
	Frisk-fuktig buskdominerad mark	4213
	Torr risdominerad mark	4221
	Frisk risdominerad mark	4222
	Frisk-fuktig risdominerad mark	4223
	Torr gräsdominerad mark	4231
	Frisk gräsdominerad mark	4232
	Frisk-fuktig gräsdominerad mark	4233
	Torr Ris/gräsdominerad mark	4241
	Frisk Ris/gräsdominerad mark	4242
	Frisk-fuktig Ris/gräsdominerad mark	4243
	Låg fjällskog på övrig öppen mark	4300
Exploaterad mark	Exploaterad mark, byggnad	51
	Exploaterad mark, ej byggnad eller väg/järnväg	52
	Exploaterad mark, väg/järnväg	53
Vatten	Sjö och vattendrag	61
	Hav	62

Tabell 3. Beskrivning av de tillägsskikt som är föreslagna för NMD v.2. Nya tillägsskikt är markerade i rött.

NMD v.2 Tillägsskikt
Åkermark – Jordbearbetningsvecka per år
Exploaterad mark - Förändring av exploaterad mark mellan två år
Exploaterad mark - Markanvändning
Fjäll - Detaljerad fjällklassning
Fjäll - Förekomst av snö
Laserdata - objekthöjd/täckning
Skog - Trädslagsvisa kontinuerliga raster
Vatten - Förekomst av ytvatten per år

Tillägsskikt Produktivitet som är en del av NMD v.1.1 är ett fortsatt viktigt underlag och en ökad noggrannhet är ett prioriterat behov från användarna. Pågående forskning sker hos SLU i frågan vilket bör beaktas i framtida implementering. I denna implementeringsplan har dock inte detta tillägsskikt hanterats.

2.1.1. Vektorversion

Ett viktigt och centralt behov är att kunna leverera NMD v.2 i vektorformat. Då fokus för metodutvecklingen inom projektet har varit att utöka

informationsinnehållet samt höja karteringens tillförlitlighet (noggrannhet) så har arbetet med att ta fram en vektorversion inte hunnits med inom befintligt projektet.

Detta kommer att vara en prioriterad aktivitet inom det fortsatta arbetet inför implementering och arbetet bör göras i samverkan med Lantmäteriet. Arbetet skall syfta till en harmonisering med den nationella plattformen.

2.2. Teknisk plattform

2.2.1. Hårdvarukrav

För varje inblandad operatör krävs en Windows 10-baserad arbetsstation, med tillgång till den licensierade programvaran. Minsta hårdvarukrav för varje maskin inkluderar:

- 4-kärnig CPU med HyperThreading och med CPU-boostfrekvens upp till ~4GHz
- 32GB datorminne
- Diskret GPU med 4GB minne, för hårdvaruacceleration
- 1TB SSD, för lagring av arbetsfiler

Nya klassificeringsprocesser har utvecklats inom AP 5, såsom skog- och fjällvegetationsklassificeringen, dessa kräver specifik hårdvara för att köras och bör köras på minst 4 Linux-baserad dator:

- 32-kärnig CPU med CPU- boostfrekvens upp till ~4GHz
- 64GB datorminne
- 2 x diskret Nvidia GPU med minst 8GB minne (motsvarande produkterna RTX 2080 Ti eller Quadro 6000)
- 1TB SSD, för lagring av arbetsfiler

Sentineldata kräver atmosfäriska och geometriska korrigeringar innan de kan användas i NMD-produktion. Detta kräver ett kluster av Linux-baserade datorer med följande specifikationer (det minsta antalet maskiner som anges är tillräckligt för att hålla produktionen i gång i realtid när nya Sentinel-bilder skaffas). Observera att beroende på vald plattform för implementering kan redan bearbetad Sentinel-data vara tillgänglig och kravet på självbearbetning av Sentinel-data elimineras.

Sentinel-1 (minst 4 maskiner i klustret)

- 4-kärnig CPU med HyperThreading och med CPU-boostfrekvens upp till ~4GHz
- 64GB datorminne
- 1TB SSD, för lagring av arbetsfiler

Sentinel-2 (minst 4 maskiner i klustret)

- 4-kärnig CPU med HyperThreading och med CPU-boostfrekvens upp till ~4GHz
- 16GB datorminne
- 1TB SSD, för lagring av arbetsfiler

2.2.2. *Program/verktyg*

Både Windows 10 och Linux-datorer krävs för produktion av NMD. Programvaran som listas nedan körs i Windows-miljön och kräver bildskärm. Processer från NMD som körs under Linux kräver endast åtkomst till kommandotolken.

Proprietär programvara som kräver licens/licensserver

- ArcGIS Pro 2.8/ArcMap 10.8
- eCognition 10.1
- Erdas Imagine 2018

Fri programvara:

- QGIS 3

Verktyg:

- Python 2 (körning av ArcMap-script) & 3 (och tilläggsmoduler)
- PostgreSQL+PostGIS/pgAdmin 4
- GDAL 3
- LAStools

2.2.3. *Lagring*

Varje maskin som används i produktionen av NMD v.2 behöver nätverksåtkomst till ett delat lagringsmedium. Över olika NMD-processer skapas, nås och uppdateras samma geodatabaser och produktionsdatalager samtidigt.

- Cirka 200 TB delad lagring krävs för produktion av NMD v.2.
- Den delade lagringen bör klara 200 MB/s för både läs- och skrivoperationer till varje ansluten maskin. Dessa hastigheter kan vanligtvis uppnås med rackmonterade hårddiskar i RAID-arrayer.
- Data som ingår i geodatasamverkan måste lagras hos EU-registrerade företag inom EU.

Det är kritiskt att produktionsdata inte förvanskas eller förstörs, därför måste en backupstrategi utvecklas och implementeras på den valda plattformen för produktion. Detta bör inkludera minst dagliga differentiella säkerhetskopieringar.

I allmänhet måste alla arbetsfiler från produktionen av NMD lagras i händelse av ett senare behov av att köra om processen om fel upptäcks. För NMD-lager som uppdateras ofta till exempel de tilläggsikt, där rekommendationen från AP 3 var för årliga uppdateringar, krävs att indatalagren är tillgängliga när dessa processer körs. Beroende på vald plattform för implementering kan det vara nödvändigt att arkivera data som inte används på långsammare lagring för att minska kostnaderna.

2.2.4. Data

NMD samlar in och bearbetar geografiska data från flera olika myndigheter, dataleverantörer och tidigare kartläggningsprojekt. Den fullständiga listan över använda data beskrivs i detalj i AP4:s slutrapport (se avsnitt 7), en översikt över använd data ges i processkartläggning i avsnitt 4.1 i detta dokument.

2.2.5. Leverans

2.2.5.1 Analysmöjligheter

Under utformningen av kravbilden för leverans och distribution har olika alternativ lagts fram, där bland annat möjligheten att användarna på olika sätt ska kunna interagera med NMD har lyfts fram. En produktionsplattform för NMD ska i så fall kunna fylla behovet att låta användarna själva göra analyser och göra kombinationer med andra geografiska data. Användare skulle också kunna tillåtas köra script som använts i produktionen av NMD på nya data.

Användarnas intresse av denna typ av förmågor undersöktes under en workshop med referensgruppen (se avsnitt 4.2.2). Det framkom att en stor del av deltagarna ansåg sig se en stor nytta med att på olika sätt kunna interagera med NMD i större utsträckning.

För att tillmötesgå detta behov kan användare ges tillgång till en viss del av de skript som används för produktion och ges möjlighet att nyttja dem i samma plattform som använts för produktion. På detta sätt kan skript, kod och instruktioner från produktionen av NMD v.2 delas med, modifieras av och köras av användare på analysplattformen med samma eller ett annat urval av data.

2.2.5.2 Distribution av data

När det kommer till distribution av data har frågan lyfts om möjligheter till dynamiska uttag baserat på till exempel geografiskt område eller specifika klasser. Intresset för dynamiska uttag undersöktes under workshop med referensgruppen (se avsnitt 4.2.2) och en stor del av användarna visade intresse för att hellre nyttja en sådan tjänst jämfört med att få NMD nerladdad som fil eller distribuerad som WMS.

I ett första läge planeras dock distribution av NMD på samma sätt som NMD v.1.1, som komprimerade filer eller WMS (Web Map Service). Detta kräver en filserver och en server för att distribuera geospatial data, såsom den öppna programvaran GeoServer eller QGIS Server, eller den proprietära ArcGIS Server. Totalt kommer NMD v.2 och dess tilläggsdatabas ha en filstorlek på cirka 10 GB, för att inkludera framtida uppdateringar av dessa tilläggsdatabaser bör detta utökas till cirka 100 GB.

För att leverera data som ett interaktivt polygonlager känt som WFS (Web Feature Service) krävs att processen för vektorisering av NMD v.2 har definierats. Vektorlagret kan sedan distribueras som en WFS-tjänst via någon av de exemplifierade servrarna för geospatial data.

För att nå användarens krav att dynamiskt välja NMD v.2-data för nedladdning efter område, version eller lager, krävs ytterligare utveckling av en webbaserad karta som tillåter visning och urval av dessa data. Detta skulle kunna lösas med OGC API, servat till exempel av någon av tidigare nämnda kartservrar. En specifikation måste också definieras för att hantera olika NMD-versioner och uppdateringar.

2.3. Behovet av samordning

Produktionen av NMD kräver tillgång till en rad datakällor samt en infrastruktur som långsiktigt kan lagra, hantera och bearbeta en växande volym av dessa data. Det behovet är inte enbart NMD:s utan delas redan idag av flera myndigheter, företag och organisationer som själva använder samma datakällor eller producerar följdprodukter från dessa. Erfarenheterna från myndigheterna med flera visar att betydelsen av samordning blivit allt viktigare och tydligare.

En aktör bör ha ett utpekat huvudsakligt ansvar för samordningen av dessa viktiga frågor.

2.3.1. Samordning behövs för att stärka och förenkla tillgången till data

Stora datamängder produceras idag av Sentinel-satelliterna i det europeiska Copernicusprogrammet och görs fritt tillgängligt. Dessa data är en väsentlig del av såväl NMD:s som andra myndigheters arbete med att följa förändringarna i landskapet men för att fullt ut kunna nyttja potentialen med dem krävs en omfattande infrastruktur. En sådan infrastruktur är för de flesta organisationer en alltför tung investering i både maskinpark och kompetens. Vill man dessutom nyttja data från flera satelliter kan uppgiften lätt bli fullständigt övermäktig.

En samordnad infrastruktur gör att kostnaden kan spridas på fler, men framför allt att det tunga administrativa arbetet med hanteringen av data inte behöver skötas av alla. Med ett välfungerande gränssnitt mellan infrastrukturen och användares egna verktyg (GIS eller annat) är det möjligt för slutanvändaren att använda färdigprocesserad data som har förfinats och förbättrats gemensamt.

En samordnad nedladdning av data från Copernicus-programmet gör att fler kan använda sig av hela spektret av tillgängliga datakällor utan att vara begränsade av utrymmes- och kompetensskäl.

En samordnad infrastruktur är dessutom ett kostnadseffektivt sätt att bygga för framtiden. Tekniken kring hanteringen av geografisk information och inte minst data som berör raster utvecklas mycket snabbt. Investeringarna kan vara stora för att både hård- och mjukvara ska kunna svara upp till nya effektiva sätt att jobba. Bättre då att bära de kostnaderna gemensamt.

2.3.2. Samordning behövs för att förbättra kvaliteten på data

En samordnad bearbetning av data från Copernicus-programmet skulle kunna förbättra kvaliteten på data inom framför allt två områden som är helt nödvändiga för ett fortsatt arbete för alla. Produktionen av NMD behöver det, alla tidserieanalyser behöver det, all sambearbetning med andra dataset behöver det och det förenklar utvecklingen av nya metoder väsentligt.

1. Förbättrad geometri i satellitdata
Utan förbättringen kan pixlar från till exempel Sentinel-2 hamna upp till 30 meter fel och variera över tid. Ett sådant fel är förödande i en detaljerad pixelbaserad tidserieanalys.
2. Förbättrad molnmaskning
Moln, molnskuggor, dis, snö och is är fenomen som är nödvändiga att kunna ta bort från data. En lyckad maskning gör att det går att använda de pixlar i data som annars bedömts vara oanvändbara pga. mycket moln. Vilket då i en samordnad insats endast behöver göras en gång för Sverige. Detta säkerställer även att svenska myndigheter och användare nyttjar harmoniserade data vilket innebär att funktioner och rutiner enklare kan delas mellan dessa.

För att detta skall fungera på bästa sätt så behöver någon ha ansvaret för att bearbeta satellitdata för att det skall nå en kvalitet där det är direkt användbart för tidserie och/eller pixelbaserade analyser.

2.3.3. Samordning behövs för att sprida kompetens

En samordnad plattform för lagring, bearbetning och spridning av data behövs för att fler användare inom myndigheter, företag, och organisationer lättare ska kunna nyttja de satsningar som nationen Sverige redan har gjort inom EU:s Copernicus-program. Flera myndigheter (till exempel Jordbruksverket, Skogsstyrelsen och Naturvårdsverket genom Metria) nyttjar redan Copernicusdata i stor omfattning - men behovet finns hos betydligt fler. Med en samordnad plattform kan metoder, verktyg och bearbetningar enklare spridas till fler och därmed bidra till en snabbare kompetensuppbyggnad i fler organisationer och spänna över fler områden i hela landet. Med en samordnad plattform är det enklare att göra gemensamma riktade insatser för att lösa problem och för att utveckla metodik kommer många till nytta.

3. Genomfört arbete

3.1. Processkartläggning av NMD v.2

En processkartläggning har genomförts som dokumenterar processerna för att producera NMD v.2. Den har baserats på processkartläggningen för NMD v.1.1 (den finns som en bilaga till AP4:s slutrapport). Den uppdaterade kartläggningen inkluderar alla ändringar och ytterligare skikt och klasser som har resulterat från AP 3, AP 4, AP 5 och AP7 vilket motsvarar lösningsförslaget Scenario 4 beskrivet i avsnitt 6.5. Den representerar också hur produktionen skulle genomföras på den bäst lämpade tekniska plattformen som beskrivs i avsnitt 6.1.

Processkartläggningen för NMD v.2 visas i Appendix A.

3.2. Workshop med intressenter

3.2.1. Initial workshop

En workshop för att samla in synpunkter och perspektiv på det planerade arbetet inom AP6 med fokus på Rymddatalabbet genomfördes 2 april 2020. Deltagare kom från följande organisationer:

- AI Innovation for Sweden
- Havs- och vattenmyndigheten
- Jordbruksverket
- Lantmäteriet
- Metria AB
- Naturvårdsverket
- RISE
- Rymdstyrelsen
- SLU
- Skogsstyrelsen
- Statistiska Centralbyrån
- Vinnova

Varje deltagare fick möjlighet att presentera sig och sin organisations syn på Rymddatalabbet och framtida utveckling och hantering av NMD. Workshopen gick sedan över till tre diskussionsteman:

1. Framtida datainnehåll och datakvalitet
2. Användarvillkor och gränssnitt
3. Leveransformat och versionshantering

Gemensamma slutsatser innefattar att det är viktigt att en framtida plattform blir användarvänlig och bygger på öppna data och öppen källkod.

3.2.2. Workshop efter leverans av NMD v.2 testprodukter

Ytterligare en workshop hölls den 23e september 2021 med deltagare från Agenda för landskapets referensgrupp efter att de givits möjlighet att utvärdera testprodukterna för NMD v.2. Deltagare kom från följande organisationer:

- Brockmann Geomatics
- Center for Environmental and Climate Research
- Havs- och vattenmyndigheten
- Jordbruksverket
- Kommuner
- Lantmäteriet
- Länsstyrelser
- Metria AB
- Naturvårdsverket
- SLU
- Skogsstyrelsen
- Statistiska Centralbyrån

- Stockholms Universitetet

Mer detaljerade frågor ställdes till mötesdeltagarna kring möjliga användarbehov relaterade till leverans och tillgängliggörande av resultat och produkter från NMD v.2. Det undersöktes också vilka olika användningsområden som deltagarna såg kopplade till en öppen plattform för analyser och visualiseringar där resultat och metoder inom NMD v.2 nyttjas.

Till skillnad från NMD v.1.1 där produktions- och leveransmodellen var statisk och isolerad från användarna, så är det föreslaget att NMD v.2 ska röra sig närmare slutanvändarna. Genom att distribuera de nyutvecklade metoderna på en öppen plattform där tillgång ges till fjärranalysdata som använts vid produktionen av NMD så skulle användarna kunna interagera med och extrahera information från en mer uppdaterad NMD.

Resultatet av enkätundersökningarna som utfördes under workshopen och hur det har påverkat implementeringsplanen har sammanfattats nedan:

- Ett jämnt fördelat intresse hos deltagarna mättes för att ges möjlighet att göra urval från NMD baserat på geografiskt område, specifikt lager, NMD-version eller som tidigare, att ladda ner hela NMD eller att ges åtkomst till statisk WMS-tjänst. Detta önskemål kan implementeras för slutanvändarna genom en webbaserad karta, där data kan sökas och väljas för nerladdning. Detta kräver också ett system för att spåra produktversioner. Givet att NMD-produkter mest sannolikt inte kommer uppdateras oftare än en gång per år, så kan versionshantering implementeras genom att lagra metadata i en databas där manuell uppdatering kan göras för att lägga till information för nya tilläggsskikt.
- En stor del av användarna såg ett behov av tillgång till data via en tjänst eller via API. Det fanns ett jämnt fördelat intresse för att NMD v.2 skulle tillgängliggöras på ett interaktivt sätt via antingen WFS, där NMD skulle kunna levereras som sökbara features/polygoner, eller via ett API såsom OGC API, där data, metadata eller statistik kan hämtas och levereras som JSON. Implementationen av en WFS-tjänst kräver utredning för att bestämma hur NMD på bästa sätt kan vektoriseras innan det kan levereras. OGC API definierar bara en standard för hur åtkomsten till data ska se ut. Ett system för att serva data via dessa APIer behöver också komma på plats. En mängd olika sådana lösningar finns att tillgå såsom GeoServer, ArcGIS Server och QGIS Server. Dessa måste utvärderas bland annat med avseende på vilken teknisk plattform som väljs för produktion av NMD v.2.
- Det var lika många mötesdeltagare som såg ett behov av en gemensam analysplattform som deltagare som var osäkra på om de såg ett sådant behov. Endast en liten del av deltagarna såg inte något sådant behov alls. Deltagarna frågades också vilka användningsområden de såg kunde bidra med värde. De flesta såg ett värde i möjligheten att kombinera eller jämföra NMD-produkter med andra fjärranalysdata, utföra analyser med NMD-produkter eller att använda NMD-script på nya eller alternativa data. Detta kräver att leveransplattformen tillåter användaren att exekvera

kod såväl som att tillhandahålla NMD och fjärranalysdata i en och samma miljö.

3.3. Pilotstudier i Rymddatalabbet

Eftersom Rymddatalabbet (se 5.1.2.1) haft en särställning som möjlig teknisk plattform ända sedan projektets början så har ett antal pilotstudier genomförts i Rymddatalabbet för att utvärdera dess förmågor och lämplighet som produktionsmiljö för NMD v.2.

3.3.1. Skogskartering

Metoden för skogskartering som utvecklats inom AP5 implementerades i Rymddatalabbets miljö. Den molnbaserade lösningen erbjöd flera fördelar jämfört med implementationen som gjorts på Metrias egen hårdvara och egna datalager. Däremot finns det flera delar som i nuläget brister och som förhindrar en flytt av hela produktionsprocessen till Rymddatalabbets miljö. Pilotprojektet inkluderade överflyttning av processningen till Rymddatalabbet tillsammans med en kvalitetsutvärdering där Sentinel-2-bilder och deras molnmasker jämfördes med Metrias egenprocessade data.

3.3.1.1 Infrastruktur

Testet utfördes på en virtuell maskin med följande hårdvaruspecifikationer:

- 256 GB RAM.
- 64 Core Intel Xeon Gold 6130 @ 2.10Ghz.
- 2 x Nvidia 2080Ti 12GB GPUer.

Denna hårdvara överstiger minimikraven för att kunna köra skogsklassningen. Flaskhalsen var mängden tillgängligt grafikminne. De virtuella maskinerna kunde optimeras genom att köra med endast 128 GB RAM och allokeras endast 48 CPU-kärnor för att tillåta fler virtuella maskiner att köra parallellt på den underliggande delade hårdvaran. Vid en fullskalig produktion i denna miljö bör ytterligare virtuella maskiner anskaffas för att snabba upp produktionen, beroende på tidplan och budget.

Tillgång till den virtuella maskinen gavs via en körande JupyterLab-instans. Även om det är möjligt att köra produktionsprocessen via JupyterLab-notebooks så är det inte optimalt. En produktionsprocess som kan köras självständigt utan konstant övervakning är beroende av att JupyterLab-servern förblir stabil. Det noterades under pilotprojektet att om mängden tillgänglig RAM på den virtuella maskinen överskreds, även om det fanns tillgängligt minne enligt system page file, så hängde sig ofta körningen och processen behövde startas om. Att köra kod via JupyterLab ökar också kraftigt komplexiteten i att köra Pythonkod som använder bibliotek för multiprocessing som används för att parallellisera och snabba upp produktionsprocessen.

Överföringsprocessen av filer från användarens dator till Rymddatalabbets instans var också komplicerad att utföra via JupyterLab. Det är en besvärlig process när det görs helt via webbläsaren. Det vore önskvärt att tillgång till den virtuella maskinen ges via SSH. Pythonscript skulle kunna köras direkt via kommandotolken och den underliggande hårdvaran kan kontrolleras i större

utsträckning. I synnerhet ger SSH-access möjligheten att ha noggrann kontroll över hur de olika grafikkorten kör processer parallellt och filer kan föras över på ett säkert sätt med SFTP.

Tillgång till katalogen med Sentinel-2, level-2A, tillhandahölls vid testtillfället genom Open Data Cube API. Detta API tillhandahåller ett gränssnitt för att extrahera tidsserier av Sentinel-2-data till arrayer som kan hanteras med NumPy-biblioteket som används för array-hantering och TensorFlow-biblioteket som används för att implementera maskininlärningsalgoritmen. Därigenom möter APIet de krav som ställs av skogsklassningsprocessen. Att hämta data från katalogen gick snabbt och pålitligt. Att välja data på datum och geografiskt område från katalogen var komplicerat på grund av hur metadata är strukturerade och hur data kan sökas. NMD produceras i huvudsak granul för granul. Vid pilotens utförande så fanns det inget sätt att ladda data via granulnamn i Rymddatalabbet, även om granulnamnet var del av metadata. I stället valdes data genom geografisk utsträckning.

3.3.1.2 Bildkvalitet

Både Rymddatalabbet och Metria använder Sen2Cor-processorn från ESA för att processa Sentinel-2-data till level-2A, där korrekationer för atmosfär, terräng och moln görs. Eftersom Rymddatalabbet är med i ESA:s national ground segment för Sentinel-processning så har de tillgång till den senaste versionen av Sen2Cor, innan den publika versionen släpps. Metria använder den publika open-source-versionen. Skillnader mellan Sen2Cor-versionerna resulterar i en mindre än statistiskt signifikant skillnad i pixelvärden mellan två likadana bilder. Den primära skillnaden har att göra med den digitala terrängmodellen som används för geometrikorrektion. Ground segment-versionen som används av Rymddatalabbet använder Planet DEM, medan den publika versionen använder SRTM DEM som har lägre upplösning och noggrannhet. Därmed har data från Rymddatalabbet förbättrad geometrinoggrannhet. Dock har dessa skillnader minimal effekt efter de uppdateringar som ESA gör på hur level 1-data processas och påverkar därmed inte produktionen av klassningen.

Skillnader i datalagringsstrategier gjorde att Rymddatalabbet hade en mer komplett katalog av data, utan restriktioner på lagring av molniga bilder. Skogsklassningen som metodutvecklades under AP5 hade endast tillgång till bilder med mindre än 60 % moln. Eftersom klassningen använder kompositbilder så tillför varje molnfri pixel data för träning och prediktion för modellen. Även bilder med mer än 60 % moln har användbara data efter att molnmaskning har applicerats. I teorin skulle klassning producerad i Rymddatalabbet kunna generera resultat med högre konfidens på grund av den ökade mängden tillgängliga data. Vid testtillfället täckte dock Rymddatalabbets katalog ett kortare tidsspänn, även om detta var mer komplett. Ingen data fanns heller tillgänglig för 2021 under pilotprojektet som genomfördes under Q3 2021. Osäkerhet rörande när nya bilder kommer finnas tillgängliga betyder att produktionen inte kan flyttas till Rymddatalabbet förrän detta är löst.

3.3.1.3 *Sammanfattning*

För närvarande är miljön som tillhandahålls för implementation av skogsklassning för NMD v.2 inte tillräcklig. Även om den huvudsakliga infrastrukturen är på plats och fungerar bra sett till den tekniska implementationen av processkedjan så saknas en komplett katalog av Sentinel-2-data. Dessutom krävs justeringar för att förenkla access till data som katalogiseras i Open Data Cube.

3.3.1.4 *Återkoppling från Rymddatalabbet*

Resultaten och slutsatserna från denna pilot presenterades för Rymddatalabbet i ett gemensamt möte med medlemmarna i AP6. Återkopplingen som gavs indikerade att det pågick arbete för att adressera alla funna hinder för att flytta produktionen till Rymddatalabbet, inklusive att ge en alternativ möjlighet till access via SSH i stället för JupyterLab. Reprocessningen av metadata för att förenkla sökning i katalogen, såväl som en plan för att återuppta processning av Sentinel-2-data för att hålla bildkatalogen up-to-date. Om dessa saker implementeras innan produktionen av NMD v.2 så fyller Rymddatalabbet de behov som finns för att kunna utföra skogsklassningen där.

3.3.2. *Vattenkartering*

Vattenkarteringen som metodutvecklades inom AP5 kunde inte implementeras i Rymddatalabbets miljö eftersom produktionen av Sentinel-1-bilder inte hade påbörjats. Utan Sentinel-1-data kunde inte metoden testas och det var därmed inte möjligt att utvärdera huruvida Rymddatalabbets miljö lämpade sig för NMD-processer som nyttjar Sentinel-1-data.

3.3.3. *Piloter utanför Agenda för landskapet*

3.3.3.1 *Erfarenheter från Jordbruksverket och Skogsstyrelsen: Åtkomst till Rymddatalabbet – Pilot 6*

Skogsstyrelsen, Jordbruksverket och Havs- och Vattenmyndigheten har under hösten 2020 till våren 2021 genomfört ett pilotprojekt tillsammans med RISE och Rymdstyrelsen. Projektet har haft som syfte att skapa ett standardiserat sätt att få tillgång till Rymddatalabbets data och tjänster.

Alla myndigheterna (Skogsstyrelsen, Jordbruksverket, Havs- och Vattenmyndigheten) har olika system för sin GIS-hantering, allt ifrån enskilda användare med desktopprogramvaror till webbaserade system med hundratals användare. Behoven är ändå gemensamma, det kan till exempel gälla:

- Visualisera data från specifika datum och kombinationer av spektralband och visa dem tillsammans med data från egna verksamhetssystem.
- Specificera analyser som görs på data *on-the-fly*. Det kan till exempel gälla beräkningar av specifika index, maska bort data som är molniga, kombinera satellitdata med annan information eller jämföra data från två tidpunkter.
- Analysera trender för att se när till exempel jordbearbetning sker, eller när avverkning av skog sker inom en viss tidsperiod.

Pilotprojektet har uppnått en samsyn kring vikten av att följa öppna standarder. Eftersom valet av system hos användare kommer att variera så förenklar det mycket om vi följer öppna standarder.

Pilotprojektet har uppnått samsyn kring hur Rymddatalabbet är tänkt att fungera men också kring hur användandet kan se ut hos användare av Rymddatalabbet. Rymddatalabbet har processkapaciteten och tillgången till data men måste kunna serva ut det till en stor variation av användare, men Rymddatalabbet ska i sig inte ha en anpassning till varje användare.

Pilotprojektet testade att arbeta med de gränssnitt som Open Data Cube erbjöd men kunde snabbt konstatera att de var alldeles för begränsade.

En slutsats från projektet var att ett betydligt mer omfattande ramverk måste implementeras ovanpå Rymddatalabbet för att kunna nå de syften som denna pilot har. Ett sådant ramverk finns i OpenEO (<https://openeo.org>).

RISE och Rymdstyrelsen beslutade att genomföra en implementering av OpenEO under hösten 2021. I december 2021 pågår fortfarande arbetet och förväntas fortsätta en bit in på nästa år.

4. Kvarstående behov

Detta avsnitt listar kortfattat de kvarstående behov som har identifierats under metodutvecklingsfasen av detta projekt. Där så är möjligt redovisas kostnadsestimat. Tabell 4 innehåller sådana behov som identifierats och där det finns en färdig plan för utförandet. Tabell 5 visar på behov där genomförandet kräver fortsatt metodutveckling. Utöver dessa konkreta behov finns en rad behov som lyfts under projektets gång men som inte har formaliserats och där fortsatt dialog om prioritering krävs. Dessa är listade under Tabell 6.

AP 3 inom projektet har sammanställt alla kvarstående behov i ett separat dokument där vidare detaljer kan utläsas (se avsnitt 7).

Tabell 4. Sammanställning av kvarstående behov inför implementering och kostnadsuppskattning i tkr.

Behov	< 100 tkr	100-250 tkr	250-500 tkr	500-1000	> 1000 tkr
Kontinuerliga raster även för ädellövsskogar	x				
Komma till rätta med geometriproblematik i S2		x			
Torvtäkt förs till Exploaterad mark	x				
Förbättra avgränsning av öppen våtmark.		x			
Samsyn av finindelning av öppen mark med vegetation (nedan/i fjällen)	x				
Fuktighetsindelning (val av indata) av den öppna marken med vegetation nedan fjällen		x			
Producera fullständig finindelning i testområde Sundsvall och utvärdera.		x			
Förbättring av Jordbearbetningstillfälle i åkermark.		x			
Fånga åkermark som inte har ekonomiskt stöd.	x				

Behov	< 100 tkr	100-250 tkr	250-500 tkr	500-1000	> 1000 tkr
Fuktighetsindelning (val av indata) av den öppna marken med vegetation i fjällen		x			
Korrigerad identifierad avvikelse i beräkning av stabilt NDVI. *	x				
Inkludera fornlämningsbyggnader i klass 51	x				
Backupstrategi för produktionsdata.	x				
Arkiveringsplan för data.	x				

*Arbete med detta utförs redan under höst/vinter 21/22 tillsammans med Boverket och SCB.

Tabell 5. Sammanställning av prioriterade behov av metodutveckling eller strategiarbete och kostnadsuppskattning i tkr.

Behov	< 100 tkr	100-250 tkr	250-500 tkr	500-1000	> 1000 tkr
Finindelning av öppen våtmark i fjällen				x	
Igenväxning av annan öppen mark.			x		
Hantering av klassen fjällbjörskog samt kalvfjäll/fjällzon.		x			
Utveckling av webbkarta för dynamisk nerladdning.		x			

Tabell 6. Sammanställning av kvarstående behov som har identifierats, men som kräver fortsatt dialog innan det står klart om de ska implementeras. Därför kan heller inte konkreta förslag och kostnadsuppskattningar göras i de flesta fall.

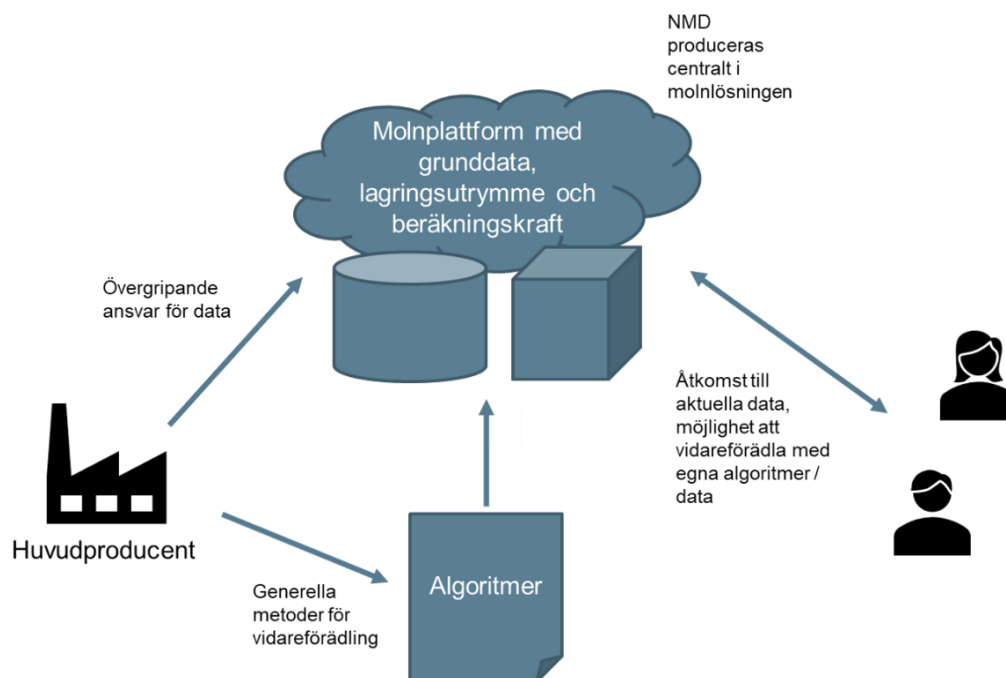
Behov
Vektorisering av NMD. Specificera tekniska krav för vektorisering av NMD med stöd av LM. Arbetet skall syfta till en harmonisering med den nationella plattformen.
Metadatasikt med osäkerhetsbedömning.
Standardiserad versionshantering av alla underlag vid uppdateringstillfällen.
Användarbeskrivningar/manualer. (Uppskattad kostnad <100 tkr)
Skogens ålder: Vidareutveckling på längre sikt bör adressera kunskap om hur skogens struktur (kontinuitet/naturskogar) hänger ihop med skogarnas ålder.
Tilläggsikt Produktivitet – ökad kvalitet: Pågående forskning sker hos SLU i frågan vilket bör beaktas i framtida implementering.
Standardiserad versionshantering av alla olika underlag vid uppdateringstillfällen.
Tätare laserskanning: Långsiktig utvecklingsfråga där en ökad täthet i laserskanning bedöms kunna bidra med mer information kopplat till skogars struktur och även innehåll av död ved.
Identifiera och klassificera vattenvegetation. (100–250 tkr)
Särskilja estuarier och laguner.
Skikt med förändringar i fältsikt på våtmark.
Förfining av tilläggsikt objekthöjd och täckning. (Uppskattad kostnad < 100 tkr).
Separera barr- och lövbuskar.
Minimera risk att områden med tunt jordtäck, samt mycket blottad berggrund med vegetation hamnar 'Annan öppen mark utan vegetation'.
Utformningen av tilläggsikt snötäckning behöver diskuteras.
Finindelning klass 41, Övrig öppen mark utan vegetation'.
Utformningen av tilläggsikt 'Förekomst av ytvatten'.

Behov
Särskilja olika typer av sjöar.
Implementera kvalitetsrutin för kontroll av arealriktighet. (Uppskattad kostnad <100 tkr).
Användning av markanvändningsskikt i produktion.
Bakåtdatering.

5. Teknisk plattform – alternativ

Nedan beskrivs olika alternativ för den tekniska plattform där NMD v.2 ska produceras och levereras. För varje alternativ lyfts olika för- och nackdelar och i vilka fall de kan tänkas vara användbara. Tre huvudspår för teknisk plattform diskuteras. Det ena är att hela produktionen och leveransen ska göras i en molnplattform, som är extern för utföraren, och idealt central och samordnad för flera olika myndigheter och aktörer. Detta anses vara något av ett önskat framtidsläge för att till fullo dra nytta av de samordningsfördelar som diskuterats i 2.3. *Figur 1* illustrerar detta alternativ. Det andra alternativet, illustrerat i *Figur 2*, är att produktion och leverans helt utförs lokalt hos utföraren på samma sätt som för den tidigare versionen av NMD. Det tredje alternativet är en hybridlösning där de processer som bäst lämpar sig för en molnplattform alternativt för en lokal plattform hos utföraren utförs på respektive plats (illustrerat i *Figur 3*). På detta sätt kan fördelarna med respektive plattform utnyttjas. Varje alternativ diskuteras utförligt nedan. Ett sista avsnitt beskriver också hur en leveransplattform som tar höjd för interaktion och dynamiska uttag av data skulle kunna se ut.

5.1. Molnplattform



Figur 1. En potentiell produktionsmiljö för NMD v.2 där hela produktionen utförs i en molnplattform. Leverans, åtkomst och interaktion med resultaten ges i detta alternativ direkt via en och samma plattform som produktionen utförs på.

En plattform där servrar och lagring ligger externt från utförarens egna servrar och lagring. Vissa av alternativen som beskrivs nedan tillhandahåller vissa satellitdata. Det varierar dock vilka satellitdata som finns och vilka nivåer av preprocessning som har gjorts. Det finns även skillnader i metadata och med vilka APIer data tillgängliggörs.

Underhåll och support sköts av molnplattformsdistributören och inkluderas i priset. I denna typ av system finns ofta stor redundans både vad gäller fysisk placering av datahallar och till exempel strömförsörjning. De ansvarar också för failovers, lastbalansering och drift med mera. Detta gör att systemet är robust mot olika former av driftstörningar.

En fördel med den här typen av plattformar är att man ofta kan nyttja dem endast vid behov och därmed också bara betala för dem vid behov. Ofta finns det också möjlighet att dynamiskt utöka de allokerade resurserna på ett enkelt sätt. Men dessa fördelar medför också en risk för oförutsedda kostnader om en instans glöms bort utan att den faktiskt används eller om en instans satts upp med autoskalning av hårdvaruresurser i fall där det inte finns full kontroll på behoven.

Det anses också viktigt att i ett längre perspektiv ta hänsyn till att åtkomst av data och beräkningsresurser inte ska kunna äventyras av ett försämrat omvärldsläge. Om en mer osäker lösning anses vara det bästa i dagsläget, bör ändå alternativa lösningsförslag finnas tillhands i ett sådant läge. I flertalet processer används också data tillhörande geodatasamverkan. För dessa gäller att de ska hanteras av EU-registreradeföretag inom EU.

Det finns flera olika potentiella lösningar som ryms inom kategorin molnplattformar och dessa beskrivs mer ingående nedan.

5.1.1. Generella molnplattformar

Exempel är plattformar såsom AWS (Amazon Web Services) eller Google Cloud, som erbjuder både lagring och beräkningsresurser. Dessa är dock inte specialiserade på jordobservationsdata även om de tillhandahåller vissa satellitdata via sina plattformar. Av dessa två är det dock bara AWS som har både Sentinel-1 (processad till level-1C, GRD) och Sentinel-2 (processad till level-2A). Google erbjuder i stället Google Earth Engine (se avsnitt Molnplattformar specialiserade på geoinformation) som en dedikerad plattform för geografiska data och beräkningar.

AWS har datacenter i Sverige och dessa kan också väljas mot en högre kostnad. Det anses dock vara avgörande var företaget är registrerat. När det kommer till data inom geodatasamverkan ska företag vara registrerade inom EU. Detta medför att endast de processer som baseras helt på öppna satellitdata kan vara aktuella att köras i denna miljö.

Både AWS och Google Cloud tar också betalt för överföring av data, vilket kan bli kostsamt i fall där stora datamängder som inte redan finns hos dem behöver föras över.

I båda plattformarna kan man välja mellan begränsade (fast tim-/månadspris) och dynamiska hårdvaruresurser (fluktuerande pris per timme beroende på resursanvändning). Vid metodutveckling och sällangångsansvändande (som vid produktion av NMD) kan det vara svårt att förutsäga hur stora resurser som går åt eftersom man inte gjort fullskaliga tester tidigare och det finns även risk att fel

i koden gör att resursbehoven ökar okontrollerat. För ett sådant användande bör därför alternativ med begränsade resurser väljas eftersom det då finns kontroll på kostnaderna. Resurserna kan i så fall utökas manuellt om behovet finns. Om man i stället har en väl testad plattform som alltid ska finnas tillgänglig för till exempel externa användare som startar relativt triviala processer så kan ett dynamiskt alternativ vara bättre eftersom man kan låta resurserna ligga på standby och automatiskt skala upp vid behov.

5.1.2. Molnplattformar specialiserade på geoinformation

Nämnvärda exempel är Google Earth Engine och Sinergise som båda tillhandahåller en stor mängd satellitdata och beräkningsresurser. Av de två är det i dagsläget endast Sinergise som kan nyttjas för kommersiellt/operationellt bruk. Google Earth Engine kan inte heller nyttjas för processer som involverar nyttjande av data med begränsad spridningsrätt såsom data inom geodatasamverkan. Sinergise tillåter dock inte fri processning av data på sina servrar, utan begränsar nyttjandet till vissa funktioner som att hämta data, generera vegetationsindex, skapa mosaiker eller att nyttja deras färdiga maskininlärningsfunktioner för marktäckeklassificering och arealmonitorering.

Två alternativ som däremot kräver ytterligare fördjupning är Nationella Rymddatalabbet och DISE-baserade plattformar. Dessa beskrivs nedan.

5.1.2.1 Nationella rymddatalabbet

Detta är ett samarbetsprojekt mellan AI Sweden, Rymdstyrelsen, RISE och Luleå tekniska universitet. Infrastrukturen baseras på plattformsprojektet Open Data Cube och arbete pågår för att plattformen ska tillgängliggöras med OpenEO APIet.

Rent fysiskt inryms Rymddatalabbet i ICE datacenter i Luleå som finns beskrivet under 5.1.3. Rymddatalabbet är för närvarande under uppbyggnad, men målet är att tillgodose ett nationellt behov av tillgång till Copernicusdata och beräkningsresurser.

I ett längre perspektiv finns det en önskan om större interaktionsmöjligheter för NMD:s användare, som ska kunna göra vissa beräkningar och kunna hämta ut de delmängder de för tillfället behöver på en central plattform. Med en nationell delbar plattform finns förhoppningen att man ska kunna driva utveckling snabbare, förenkla användandet och också öka reproducerbarhet och transparens. Förhoppningen är att Rymddatalabbet på sikt ska kunna tillgodose dessa behov. I nuläget finns dock inte nödvändiga datamängder och infrastruktur. Bland annat saknas i skrivande stund fortfarande data från Sentinel-1 och data från Sentinel-2 finns inte i tillräcklig mängd. Det återstår också jobb med att säkra att dessa data, när de väl kommit på plats, håller rätt standard för de analyser som krävs inom NMD. För närvarande ges endast tillgång till datakuben via Jupyter Notebooks. För produktionsmässiga script vore det i stället önskvärt med shell-access. Rent tekniskt finns inga hinder för att dessa förutsättningar ska kunna tillgodoses, däremot krävs en långsiktig och hållbar finansiering av projektet. Det är också viktigt med ett nära och kontinuerligt samarbete med

fortsättningsprojekt inom Agenda för landskapet för att tillse att behoven uppfylls på ett bra sätt. Rymdstyrelsen har nyligen fått ett regeringsuppdrag som går ut på att undersöka Rymddatalabbets roll.

5.1.2.2 DIAS-baserade plattformar

EU-kommissionen har finansierat utvecklingen av DIAS (Data and Information Access Services) för att underlätta, standardisera och centralisera tillgången till Copernicusdata. Det finns idag fem olika kommersiella molnbaserade DIAS-plattformar som tillgängliggör öppna satellitdata och som därutöver erbjuder lagring av privata data och beräkningstjänster där betalning görs baserad på användning. Ett exempel på en av de kommersiella plattformarna som baseras på DIAS är Creodias. Plattformen erbjuder full tillgång till Sentinel-1, GRD och en rullande cache på 1 PB av Sentinel-2, level-2A. Data som inte finns i cachen kan kostnadsfritt beställas och blir då del av den delade cachen.

Det kan också noteras att Jordbruksverket har valt Creodias som plattformslösning för att täcka sina behov av satellitdataanalyser.

5.1.3. Lokal molnplattform utan egen Sentinel-data

En molnplattform vars fysiska placering är helt begränsad till Sverige. En fördel är att plattformen därigenom kan finnas i närheten av egna servrar. En nackdel är att studerade exempel inte har samma storskaliga utbyggnad av resurser, dokumentation, support och gränssnitt (men kan i gengäld vara flexibla och serviceinriktade). Dessa lagerhåller inte heller någon satellitdata. Om en producent av NMD själv ska stå för dataförsörjningen krävs i så fall en egen processkedja för Sentinel-data.

Ett exempel på en lokal molnplattform är Puzl som på många sätt liknar de generella molnplattformarna beskrivna ovan, med skillnaden att dess fysiska placering i detta fall är inom samma väggar som Metrias datahallar i Boden. De erbjuder, liksom övriga molnplattformar, beräkningsresurser och lagring av data. Resurser kan på samma sätt som hos de exemplifierade generella molnplattformarna allokeras statiskt eller dynamiskt. Det huvudsakliga sättet att använda Puzl är via Jupyter Notebooks, git-repositorys, containers eller direkt via SSH. För produktionsscript bör man huvudsakligen köra egna containers. Puzl använder ett system med ett saldo med insatta pengar och begränsar på så sätt risken att resurskostnader ökar okontrollerat.

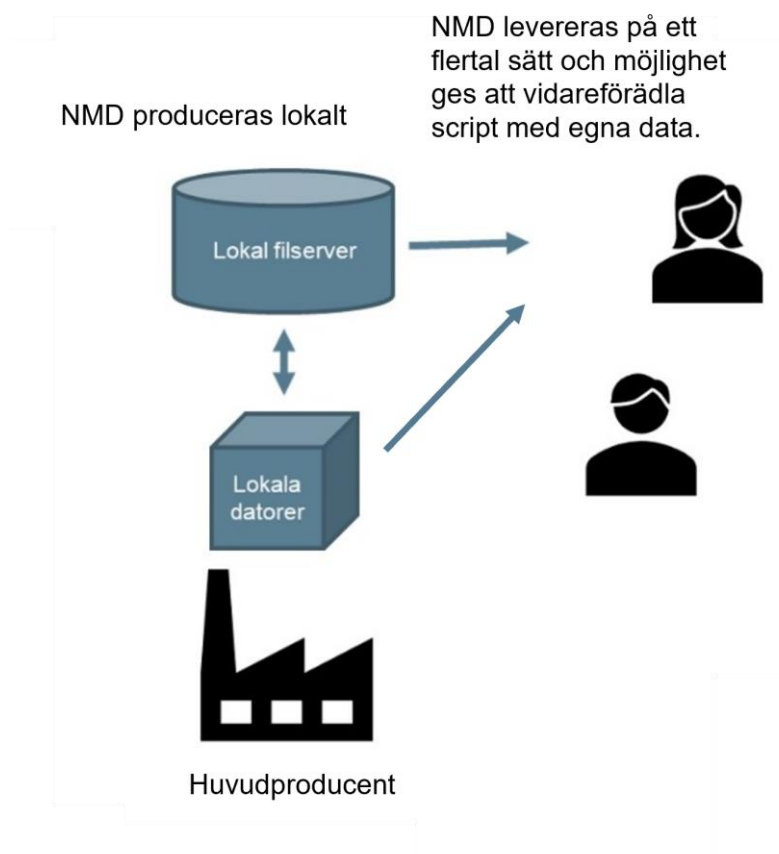
Puzl har ingen egen lagring av satellitdata så tiden för överföring av data och dessutom tillförda kostnader för dubbellagring och processning av de data som behövs för analyser är en nackdel i detta sammanhang. De tar dock inte betalt för överföring.

I Puzl's fall görs dataöverföring över externt nätverk, om än krypterat, så det är ändå bara ett alternativ i de fall där data får överföras på detta sätt.

Andra tänkbara alternativ är ICE datacenter som erbjuder virtuella maskiner som körs på GPU-kluster, anpassade för big data och maskininläring. Det är denna miljö som Rymddatalabbet (se avsnitt 6.1.2.1 Nationella rymddatalabbet) rent fysiskt körs på. Här kan man hyra virtuella maskiner och också fysiska servrar (bare-metal servers) som inte delas mellan användare. Betalning sker per timme och arkitektur på samma sätt som hos de generella molnplattformslieferantörerna. Denna plattform finns rent fysiskt i Luleå. Dataöverföring sker som standard med SSH över externt internet, men det är möjligt att bära diskar med lagrade data till centret. Åtkomst till de virtuella maskinerna ges bland annat via Kubernetes native API eller via JupyterLab. Även för detta alternativ krävs att all data som behövs för beräkningarna överförs och lagras här. Det behövs också en processkedja för nödvändiga data. Överföringen i sig kostar inget, men däremot kostar lagringen.

Precis som för övriga molnplattformar så är det relativt enkelt att komma i gång och inga initiala investeringar behöver göras. Denna typ av plattformar kan vara ett alternativ i fall där lagring och beräkningar måste göras i Sverige och där det snabbt behövs tillgång till tillfälliga beräkningsresurser eftersom det är relativt enkelt att komma i gång.

5.2. Lokal plattform



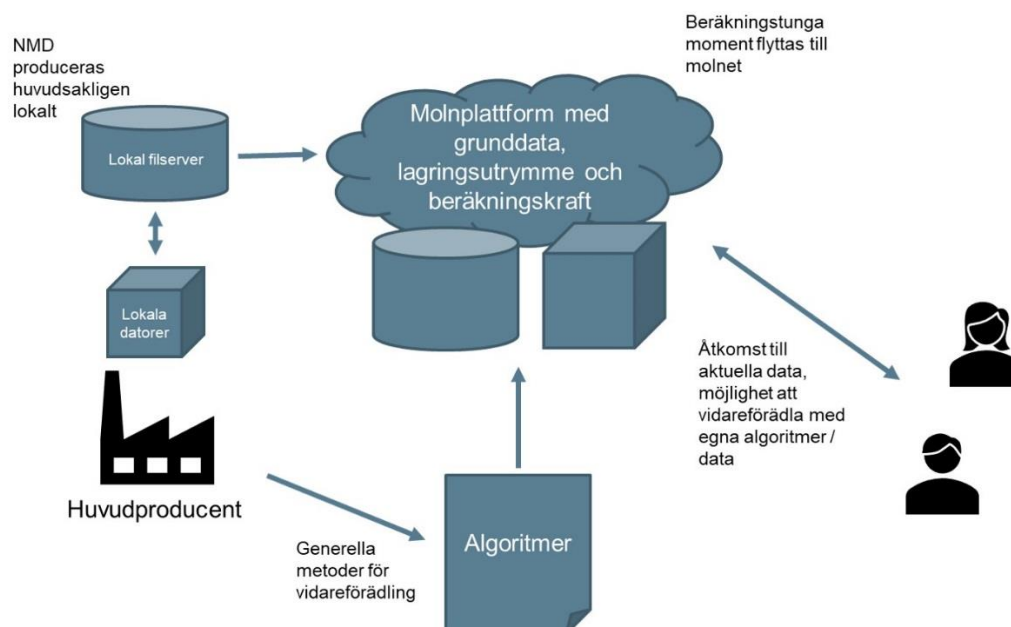
Figur 2. Ett alternativ för teknisk plattform för NMD v2 är en helt lokal plattform hos utföraren. Detta alternativ kräver egen hårdvara och egen processkedja för exempelvis Sentinel-data.

Med lokal plattform menas utförarens egen beräkningshårdvara och lagring. Testprodukterna inom Agenda för landskapet har i helhet tagits fram på Metrias egen hårdvara och med data som finns lagrade i Metrias datahallar. Beräkningshårdvaran består av en blandning av workstationdatorer, virtuella desktops och enstaka beräkningsservrar (se avsnitt 2.2.1). Både lagring och beräkningshårdvara finns inom Sveriges gränser och tillgängliggörs inte för utomstående aktörer.

Nackdelen med denna lösning är att det ställer stora krav på interna investeringar, teknisk kompetens och egen drift hos en enskild utförare. Med egen hårdvara kan det också vara svårt att hålla samma höga nivå av redundans som hos en molnplattformssaktör. Det finns alltså risker i form av produktionsstillestånd och oförutsägbara kostnader för drift och underhåll. Dessutom tillkommer en svåruppskattad kostnad för strömförbrukning. Inköp för att utöka hårdvara kan också dra ut på tiden eftersom exempelvis GPUer från Nvidia (krävs i dagsläget för kompatibilitet med open source-bibliotek för deep learning) ibland är en bristvara. En producent av NMD med egen plattform måste också ha en egen processkedja för en mängd geografiska data där primärt laserdata och satellitdata ställer höga krav på lagringsförmåga, tekniskt kunnande och hårdvara.

Det bedöms hursomhelst vara möjligt att producera en Sverigetäckande produkt med denna lösning. Det finns dock, som tidigare nämnts, önskemål om att på sikt tillgängliggöra beräkningsresurser för utomstående aktörer och att dessutom rationalisera datahanteringen genom delad och samordnad lagring av öppna data.

5.3. Hybridlösning



Figur 3. För att lösa de svårigheter som finns med respektive plattformsalternativ kan en hybridlösning anses vara ett alternativ. I detta fall används en kombination av molntjänst och lokal plattform där de processer som bäst lämpar sig för respektive plattform utförs där.

Med en hybridlösning menas en lösning där en kombination av molnplattform och lokal plattform används. Denna lösning ger förutsättningar att lösa de problem som finns med respektive enskild lösning. På så sätt kan de processer som lämpar sig för molnplattform göras där, medan processer som baseras på icke öppna data eller med proprietär programvara kan utföras lokalt hos utföraren. En hybridlösning kan ses som ett steg mot en central plattform där en succesiv överflyttning sker där så är möjligt. En ambition inom projektet har varit att i så stor utsträckning som möjligt använda öppen källkod och öppna data. I dagsläget kräver dock produktion av NMD i viss utsträckning användning av proprietär programvara och ej öppna data. Flera av de använda programmen kräver också Windows och en display, vilket gör att de inte kan användas på ett enkelt sätt på en virtuell server på en molnplattform i många fall. På Creodias kan man dock köra färdiga ArcGIS-instanser, och också VM:er med Windows. Detta gäller även för AWS, men de processer som kräver Windows nyttjar samtidigt data inom geodatasamverkan och kan därför inte köras hos en icke-europeisk molnleverantör. Däremot skulle vissa av processerna lämpa sig mer än väl på en virtuell maskin hos någon molnplattform. Detta gäller framför allt den beräkningstunga och datakrävande skogsklassningen, men också exempelvis vattenkartering och snökartering. Dessa baseras helt och hållet på öppna satellitdata, med öppen källkod. Processtiden kan dessutom minskas genom möjligheten att nyttja flera parallella servrar. Hos en europeisk molnleverantör skulle också andra klassningar som nyttjar data inom geodatasamverkan kunna utföras.

5.3.1. Möjliga kombinationer med lokal plattform

Nedan listas ett antal möjliga kombinationer med lokal plattform. Här avses lokal plattform så som den sett ut under metodutvecklingen.

1. AWS.

Lämpad för: skogsklassning, vattenkartering, snöutbredning, snösmältning, jordbearbetning.

Data: Nödvändig Sentineldata finns (Sentinel-2 level-2A och Sentinel-1 GRD)

Fysisk plats: Datacenter finns i Sverige och kan väljas, men detta alternativ är dyrare. Oavsett är detta ett företag som inte är registrerat i EU.

Kommentar: För de föreslagna analyserna är plats och företagets hemvist inga problem i dagsläget. Däremot är det inte lämpligt för analyser som bygger på data från geodatasamverkan.

2. Lokal molnplattform utan egen Sentinel-data.

Lämpad för: Övrig öppen markklassificering (fjäll och nedan fjäll). Däremot kan det ifrågasättas om behovet finns eftersom dessa processer kan köras på befintlig lokal plattform.

Data: Finns ej. Behöver överföras från lokal plattform. Kan överföras krypterat eller bäras över på diskar.

Fysisk plats: Finns exempelvis i Luleå/Boden.

Kommentar: Potentiellt skulle andra deep learning-processer kunna köras här, men det kräver överföring av större mängder data.

3. DIAS-baserad plattform

Lämpad för: skogsklassning och vattenkartering, snöutbredning, snösmältning, jordbearbetning, övrig öppen markklassificering.

Data: Sentineldata finns. Kan eventuellt behöva beställa äldre data (kostnadsfritt).

Fysisk plats: Är EU-projekt. Implementationen Creodias finns ex. i Polen.

4. Rymddatalabbet

Lämpad för: (teoretiskt sett) skogsklassning och vattenkartering, snöutbredning, snösmältning, jordbearbetning, övrig öppen markklassificering.

Data: Sentineldata finns ej i tillräcklig mängd i dagsläget.

Fysisk plats: Luleå.

Kommentar: I dagsläget saknas viss infrastruktur och data, men förhoppningen är att detta ska vara ett gångbart alternativ i framtiden.

5.4. Leveransplattform

För att uppfylla leveranskraven för NMD v.2 som beskrivs i behovsbild (avsnitt 2.2.5) har följande förslag lagts fram.

5.4.1. Plattform för analys

För att uppnå målet att ha en öppen plattform där slutanvändare kan köra samma metoder och kod som används inom NMD v.2 krävs minst att koden som används dokumenteras och delas på en öppen plattform. Den lämpligaste lösningen är att lagra koden på GitHub (github.com), detta skulle också möjliggöra uppdatering av koden, spårning av skillnader mellan versioner och tillhandahålla en central hubb där buggar och buggfixar kan rapporteras. Fördelen med att använda GitHub är att det möjliggör spårning av när koden har kopierats eller modifierats av en annan användare, samt att eventuella ändringar kan slås samman med huvudkodbasen. Det finns också ett antal alternativa "code hosting"-plattformar, med stöd för versionskontroll och samarbete, dessa inkluderar men är inte begränsade till GitLab, BitBucket och Sourceforge. Funktionerna för varje plattform är i stort sett desamma. GitHub är den största av dessa plattformar dessutom är den förmodligen mest välbekant bland användarna.

Under produktionen kommer koden som används för att producera NMD v.2 att behöva modifieras med avseende på den valda tekniska plattformen, med särskild hänsyn till de olika API:er som används av varje teknisk plattform för att ge tillgång till Sentinel-data. Det föreslås därför att, om beslutet att finansiera en delad plattform där användare kan köra samma NMD v.2-metoder igen mot nya eller olika datamängder, plattformen för analys ska dela samma grundläggande infrastruktur som den tekniska plattformen för att undvika att behöva skriva om något av den delade koden för att anpassa den till en annan miljö.

5.4.2. Distribution av NMD v.2

Som anges i behovsbilden har användare begärt att NMD v.2 ska kunna laddas ner som ett komplett dataset, eller ett urval av data per skikt, område eller version. Man vill även att NMD v.2 ska göras tillgänglig inte bara som en filnedladdning, utan också som en webbtjänst, antingen som en "base map" (WMS) eller som ett "feature layer" (WFS).

Som minsta distributionsåtgärd bör Naturvårdsverkets webbplats för NMD uppdateras med länkar till NMD v.2 som en komplett filnedladdning samt en uppdatering av WMS-servern med NMD v.2-basskikten och där också ytterligare WMS-lager för tillagsskikten tillhandahålls.

Både Miljödataportalen och Geodataportalen bör uppdateras med releasen av NMD v.2. Den webbaserade kartan som används för Miljödataportalen uppfyller inte de specifikationer som användarna kräver för interaktiv nedladdning av data. Som beskrivs i avsnittet om kvarstående behov, återstår arbete med att utveckla en lämplig webbklient för att visa, välja och ladda ner NMD v.2. Detta kräver att en webbkarta med öppen källkod modifieras för att passa syftet (till exempel OpenLayers) eller via inköp av en lämplig kommersiell webbkarta. När webbkartan är framtagen ska den länkas till från Naturvårdsverkets hemsida för NMD.

Kravet på att tillhandahålla NMD v.2 som ett webbaserat "feature layer", med sökbara polygoner kräver ytterligare arbete i samarbete med Lantmäteriet för att definiera hur NMD v.2 ska vektoriseras innan NMD v.2 kan genereras som ett WFS-lager. Troligtvis kommer den att lagras på samma server som används för WMS-tjänsten.

6. Lösningförslag

De olika lösningförslagsscenarioer som föreslås här inkluderar ytterligare lager eller krav för vidare metodutveckling baserat på resultaten från AP 3, AP 5, AP 6 och AP 7. Dessa scenarier inkluderar även processer som står oförändrade från NMD v.1.1. Kostnaden för dessa uppgifter har beräknats med hjälp av de faktiska kostnaderna som uppkommit inom NMD v.1.1, fast omräknade med en uppskattad reduktion för processer där en effektivisering gjorts. Där metoden eller arbetsflödet redan har utvecklats eller definierats som en del av arbetet från NMD v.1.1 har tiden som krävs för slutförande minskats i motsvarande grad. Samtidigt har arbetet med att automatisera metoder och processer för NMD v.1.1 som genomfördes inom AP 5 också minskat tiden och därmed kostnaden för att reproducera NMD v.1.1-lager som ska produceras för NMD v.2.

För de scenarier som presenteras nedan återstår några okända kostnader som inte kunde beräknas på grund av kvarstående osäkerheter. Dessa uppgifter ingår fortfarande i lösningförslaget eftersom de anses relevanta för NMD v.2. I huvudsak avser detta "Tillagsskikt Produktivitet", det är inte känt om de data som krävs för att producera en uppdaterad och förfinad version av detta lager kommer att vara kompletta när NMD v.2-produktionen börjar. Data som ännu

inte finns på plats och som väntas ingå i produktionen av "Tillägsskikt Produktivitet" inkluderar Laserdata Skog från Lantmäteriet (det finns fortfarande områden som återstår att skanna) och data från SLU:s pågående arbete med bonitet/ståndortsindex.

Även inkluderad, men inte kostnadsberäknad, är noggrannhetsbedömningen av NMD v.2 (som företrädesvis utförs av SLU).

6.1. Teknisk plattform

Som teknisk plattform för produktion rekommenderas i dagsläget att nyttja en hybridlösning där en lokal plattform hos utföraren utvidgas med en molnlösning för lämpade processer. En sådan molnlösning bör också tillhandahålla Sentinel-data. De processer som anses lämpliga att flytta till molnplattform är de processer som är tänkta att köras på de Linux-servrar som specificerats i 2.2.1, det vill säga, skogsklassning, snökartering, fjällvegetationsklassning, öppen markklassning, vattenkartering, finindelning av åkermarken och tillägsskikt som relaterar till dessa. För övriga processer rekommenderas en lokal plattform i dagsläget.

Testprodukterna som tagits fram inom Agenda för landskapet har i helhet enbart nyttjat Metrias egen hårdvara. För en eventuell fullskalig produktion förväntas dock den befintliga lokala plattformen inte räcka till. Utgående från den lokala plattform som använts under metodutvecklingen skulle det innebära ett tillägg på motsvarande två Linux-servrar. En kostnadsjämförelse mellan samtliga alternativ motsvarande de tekniska krav som ställs per Linux-server visar att kostnaden ligger mellan 50 000–100 000 kronor per år (heltidsanvändande), oavsett val av plattform. Eftersom nyttjandet inte beräknas uppgå till ett helt år, utan snarare några månader, så kan kostnaden antas bli något lägre om en molnplattform väljs.

Om Rymddatalabbet hinner möta de krav som anses finnas innan produktionsstart så vore detta ett mycket bra alternativ eftersom det finns ett långsiktigt mål för projektet Agenda för landskapet att samverka och dela plattform mellan flera aktörer för att på så sätt rationalisera datahantering och på ett bra sätt möjliggöra för användare att interagera med NMD och övriga geodatamängder. För att tillmötesgå detta behov krävs ytterligare arbete för att säkerställa en lösning där producent såväl som användare kan nyttja samma plattform och där användarna ges tillgång till bearbetningskapacitet. På detta sätt kan skript, kod och instruktioner från produktionen av NMD v.2 delas med, modifieras av och köras av användare på analysplattformen med samma eller ett annat urval av data. En förhoppning är att Nationella Rymddatalabbet ska kunna fylla denna funktion längre fram, men bedömningen är att Rymddatalabbets nuvarande tillstånd inte tillåter det. Det krävs också en finansieringsmodell som ännu inte finns på plats. Som tidigare nämnts så har Rymdstyrelsen nyligen fått ett regeringsuppdrag för att vidare utreda Rymddatalabbets roll.

I dagsläget anses en DIAS-plattform (ex. Creodias) vara den molnlösning som bäst passar de behov som finns. Där finns den data och de förmågor som anses behövas för tidigare nämnda processer. Det är dessutom en EU-baserad

plattform vilket gör att alla typer av data som används inom projektet kan lagras på plattformen. Det kan också tilläggas att Jordbruksverket valt Creodias som plattform för sina satellitdataanalyser.

En helt lokal plattform är också ett gångbart alternativ, givet att en processkedja för preprocessing av Sentinel-data finns på plats hos utföraren. En aspekt som kan vara avgörande är möjligheterna till drift och underhåll av egen hårdvara och lagring.

6.2. Scenario 1 - grundutförande

Detta uppställda scenario kan liknas vid NMD v.1.1 och där finindelade klasser som tagits fram under metodutvecklingsprojektet inom Agenda för landskapet inte tagits med. En skillnad är dock de automatiseringar som gjorts inom AP5, i synnerhet i skogsklassningen. Därmed minskas produktionstid och kostnad. Vissa metodutvecklingsmoment från NMD v.1.1 försvinner medan andra tillkommer. Även vissa identifierade kvarstående behov läggs till detta scenario.

Tabell 7. Redovisning av föreslaget innehåll i scenario 1 - grundutförande för NMD v.2. Processer i rött representerar ytterligare lager/uppgifter som ingår i detta scenario, processer i svart eller grått representerar oförändrade lager/processer från NMD v.1.1.

AP #	Uppgift	Tid (timmar)	Min kostnad (tkr)	Max kostnad (tkr)
-	Insatser inför implementering	850	320	1100
	<i>Komma till rätta med geometriproblematik i S2</i>	<i>200</i>	<i>100</i>	<i>250</i>
	<i>Kontinuerliga raster även för ädellövsskogar</i>	<i>75</i>	<i>20</i>	<i>100</i>
	<i>Torvtäkt förs till Exploaterad mark</i>	<i>75</i>	<i>20</i>	<i>100</i>
	<i>Förbättra avgränsning av öppen våtmark.</i>	<i>200</i>	<i>100</i>	<i>250</i>
	<i>Korrigera identifierad avvikelse i beräkning av stabilt NDVI.</i>	<i>75</i>	<i>20</i>	<i>100</i>
	<i>Inkludera fornlämningsbyggnader i klass 51</i>	<i>75</i>	<i>20</i>	<i>100</i>
	<i>Backupstrategi för produktionsdata.</i>	<i>75</i>	<i>20</i>	<i>100</i>
	<i>Arkiveringsplan för data.</i>	<i>75</i>	<i>20</i>	<i>100</i>
-	Vidare metodutveckling	200	100	250
	<i>Identifiera och klassificera vattenvegetation.</i>	<i>200</i>	<i>100</i>	<i>250</i>
AP 1	Projektplanering och anpassning av produktionslinan	700		665
AP 2	Förbearbetning indata	1200		1140
AP 3	Förklassning	300		285
AP 4	Klassning av markslag	3100	2380	3380
	<i>Ny Skogsklassning</i>	<i>2700</i>	<i>2000</i>	<i>3000</i>
	<i>Befintliga klassificeringar från NMD v.1.1</i>	<i>400</i>		<i>380</i>
AP 5	Tilläggsskikt Markanvändning	100		95
AP 6	Tilläggsskikt Produktivitet	-		-
AP 7	Sammanlagring till ett skikt	350		333
AP 8	Efterbearbetning	300		285
AP 9	Kvalitetssäkring	800		760

AP 10	Noggrannhetsutvärdering av slutleverans (SLU)	-	-	-
AP 11	Rapportering och produktbeskrivningar	700		665
-	Projektmöten	400		380
-	Tillägg till befintlig teknisk plattform		100	250

Total: Timmar, Min kostnad (tKr), Max kostnad (tKr)	9000	7508	9588
---	------	------	------

6.3. Scenario 2 – tillägg av finindelning av våtmark

Samma som scenario 1, men här med en finindelning av den öppna våtmarken, nedan fjällen utförd av Brockmann. Kostnaden för indelningen nedan fjällen kan inte uppskattas, så det ingår inte i den totala kostnadsberäkningen i tabellen nedan.

Tabell 6. Redovisning av föreslaget innehåll i NMD v.2, scenario 2, som utöver grundutförandet också innehåller en finindelning av våtmark. Processer i rött representerar ytterligare lager/uppgifter som ingår i detta scenario, processer i svart eller grått representerar oförändrade lager/uppgifter från NMD v.1.1 eller tidigare scenario.

AP #	Uppgift	Tid (timmar)	Min kostnad (tKr)	Max kostnad (tKr)
-	Insatser inför implementering	850	320	1100
	<i>Komma till rätta med geometriproblematik i S2</i>	200	100	250
	<i>Kontinuerliga raster även för ädellövsskogar</i>	75	20	100
	<i>Torvtäkt förs till Exploaterad mark</i>	75	20	100
	<i>Förbättra avgränsning av öppen våtmark.</i>	200	100	250
	<i>Korrigera identifierad avvikelse i beräkning av stabilt NDVI.</i>	75	20	100
	<i>Inkludera fornlämningsbyggnader i klass 51</i>	75	20	100
	<i>Backupstrategi för produktionsdata.</i>	75	20	100
	<i>Arkiveringsplan för data.</i>	75	20	100
-	Vidare metodutveckling	200	100	250
	<i>Identifiera och klassificera vattenvegetation.</i>	200	100	250
AP 1	Projektplanering och anpassning av produktionslinan	700		665
AP 2	Förbearbetning indata	1200		1140
AP 3	Förklassning	300		285
AP 4	Klassning av markslag	3900	2880	4380
	<i>Ny Skogsklassning</i>	2700	2000	3000
	<i>Finindelning av öppen våtmark (Brockmann).</i>	-	-	-
	<i>Finindelning av öppen våtmark i fjällen</i>	800	500	1000
	<i>Befintliga klassificeringar från NMD v.1.1</i>	400		380
AP 5	Tilläggsskikt Markanvändning	100		95
AP 6	Tilläggsskikt Produktivitet	-		-
AP 7	Sammanlagring till ett skikt	350		333

AP 8	Efterbearbetning	300	285
AP 9	Kvalitetssäkring	800	760
AP 10	Noggrannhetsutvärdering av slutleverans (SLU)	-	-
AP 11	Rapportering och produktbeskrivningar	700	665
-	Projektmöten	400	380
-	Tillägg till befintlig teknisk plattform	100	250

Total: Timmar, Min kostnad (tKr), Max kostnad (tKr)	9800	8008	10588
---	------	------	-------

6.4. Scenario 3 – tillägg av finindelning öppen mark och snötäckning

Samma som scenario 2, men med finindelning av öppna marken ovan och nedan fjällen. Med finindelning av fjällen följer också tilläggsskikt 'detaljerad fjällklassning'. Varaktiga snöfält karteras också. Som ett delresultat av detta kan också tilläggsskikt 'minimum snötäckning per år' och/eller 'snötäckning per vecka' tas fram. Även finindelning av åkermark görs. Från denna fås samtidigt tilläggsskikt 'jordbearbetningsvecka'.

Tabell 8. Redovisning av föreslaget innehåll i NMD v.2, scenario 3, där scenario 2 utökats med en finindelning av den öppna marken, inklusive relaterade tilläggsskikt. Processer i rött representerar ytterligare lager/uppgifter som ingår i detta scenario, processer i svart eller grått representerar oförändrade lager/uppgifter från NMD v.1.1 eller tidigare scenarion.

AP #	Uppgift	Tid (timmar)	Min kostnad (tKr)	Max kostnad (tKr)
-	Insatser inför implementering	1325	540	1700
	<i>Komma till rätta med geometriproblematik i S2</i>	200	100	250
	<i>Kontinuerliga raster även för ädellövsskogar</i>	75	20	100
	<i>Torvtäkt förs till Exploaterad mark</i>	75	20	100
	<i>Förbättra avgränsning av öppen våtmark.</i>	200	100	250
	<i>Korrigera identifierad avvikelse i beräkning av stabilt NDVI.</i>	75	20	100
	<i>Inkludera fornlämningsbyggnader i klass 51</i>	75	20	100
	<i>Backupstrategi för produktionsdata.</i>	75	20	100
	<i>Arkiveringsplan för data.</i>	75	20	100
	<i>Samsyn av finindelning av öppen mark med vegetation (nedan/i fjällen)</i>	75	20	100
	<i>Fuktighetsindelning (val av indata) av den öppna marken med vegetation nedan fjällen</i>	200	100	250
	<i>Producera fullständig finindelning öppen mark i testområde Sundsvall och utvärdera.</i>	200	100	250
-	Vidare metodutveckling	800	450	1000
	<i>Identifiera och klassificera vattenvegetation.</i>	200	100	250
	<i>Igenväxning av annan öppen mark.</i>	400	250	500

	<i>Hantering av klassen fjällbjörkskog samt kalfjäll/fjällzon.</i>	<i>200</i>	<i>100</i>	<i>250</i>
-	Nya potentiella tilläggsskikt <i>Fjäll - Förekomst av snö</i> <i>Fjäll - Detaljerad fjällklassning</i> <i>Åkermark – Jordbearbetningsvecka per år</i>	<i>Tid och kostnad för dessa skikt inkluderas i respektive relaterad klassificering för basskiktet.</i>		
AP 1	Projektplanering och anpassning av produktionslinan	1100		1045
AP 2	Förbearbetning indata	1200		1140
AP 3	Förklassning	300		285
AP 4	Klassning av markslag	7500	5080	8880
	<i>Ny Skogsklassning</i>	<i>2700</i>	<i>2000</i>	<i>3000</i>
	<i>Finindelning av öppen våtmark (Brockmann).</i>	-	-	-
	<i>Finindelning av öppen våtmark i fjällen</i>	<i>800</i>	<i>500</i>	<i>1000</i>
	<i>Fjäll - Finindelning av öppen mark ovan fjällen</i>	<i>1600</i>	<i>1000</i>	<i>2000</i>
	<i>Fjäll - Finindelning av öppen mark nedan fjällen</i>	<i>1600</i>	<i>1000</i>	<i>2000</i>
	<i>Varaktigt snöfält</i>	<i>200</i>	<i>100</i>	<i>250</i>
	<i>Fjäll - Finindelning åkermark</i>	<i>200</i>	<i>100</i>	<i>250</i>
	<i>Befintliga klassificeringar från NMD v.1.1</i>	<i>400</i>		<i>380</i>
AP 5	Tilläggsskikt Markanvändning	100		95
AP 6	Tilläggsskikt Produktivitet	-		-
AP 7	Sammanlagring till ett skikt	350		333
AP 8	Efterbearbetning	300		285
AP 9	Kvalitetssäkring	800		760
AP 10	Noggrannhetsutvärdering av slutleverans (SLU)	-	-	-
AP 11	Rapportering och produktbeskrivningar	700		665
-	Projektmöten	600		570
-	Tillägg till befintlig teknisk plattform		100	250
Total: Timmar, Min kostnad (tKr), Max kostnad (tKr)		15075	11348	17008

6.5. Scenario 4 – tillägg av alla föreslagna tilläggsskikt

Samma som scenario 3, men med tillägg av ytterligare föreslagna tilläggsskikt som kan göras årligen. Detta gäller förekomst av ytvatten, förekomst av snö och jordbearbetningsvecka. De två senare genereras en gång under framtagande av scenario 3 och behöver därför bara göras fyra gånger till på en femårsperiod.

Tabell 9. Redovisning av föreslaget innehåll i NMD v.2, scenario 4, där scenario 3 utökats med tillägsskikt som föreslås produceras årligen. Processer i rött representerar ytterligare lager/uppgifter som ingår i detta scenario, processer i svart eller grått representerar oförändrade lager/uppgifter från NMD v.1.1 eller tidigare scenarion.

AP #	Uppgift	Tid (timmar)	Min kostnad (tkr)	Max kostnad (tkr)
-	Insatser inför implementering	1325	540	1700
	<i>Komma till rätta med geometriproblematik i S2</i>	200	100	250
	<i>Kontinuerliga raster även för ädellövsskogar</i>	75	20	100
	<i>Torvtäkt förs till Exploaterad mark</i>	75	20	100
	<i>Förbättra avgränsning av öppen våtmark.</i>	200	100	250
	<i>Korrigerar identifierad avvikelse i beräkning av stabilt NDVI.</i>	75	20	100
	<i>Inkludera fornlämningsbyggnader i klass 51</i>	75	20	100
	<i>Backupstrategi för produktionsdata.</i>	75	20	100
	<i>Arkiveringsplan för data.</i>	75	20	100
	<i>Samsyn av finindelning av öppen mark med vegetation (nedan/i fjällen)</i>	75	20	100
	<i>Fuktighetsindelning (val av indata) av den öppna marken med vegetation nedan fjällen</i>	200	100	250
	<i>Producera fullständig finindelning öppen mark i testområde Sundsvall och utvärdera.</i>	200	100	250
-	Vidare metodutveckling	800	450	1000
	<i>Identifiera och klassificera vattenvegetation.</i>	200	100	250
	<i>Igenväxning av annan öppen mark.</i>	400	250	500
	<i>Hantering av klassen fjällbjörkskog samt kalvfjäll/fjällzon.</i>	200	100	250
-	Nya potentiella tillägsskikt	1400	980	1360
	<i>Fjäll - Förekomst av snö</i>	500	400	550
	<i>Åkermark – Jordbearbetningsvecka per år</i>	200	80	160
	<i>Vatten - Förekomst av ytvatten per år</i>	700	500	650
	<i>Fjäll - Detaljerad fjällklassning</i>	Kostnad inkluderad i basskiktet.		
AP 1	Projektplanering och anpassning av produktionslinan	1200		1140
AP 2	Förbearbetning indata	1200		1140
AP 3	Förklassning	300		285
AP 4	Klassning av markslag	7500	5080	8880
	<i>Ny Skogsklassning</i>	2700	2000	3000
	<i>Finindelning av öppen våtmark (Brockmann).</i>	-	-	-
	<i>Finindelning av öppen våtmark i fjällen</i>	800	500	1000
	<i>Finindelning av öppen mark ovan fjällen</i>	1600	1000	2000
	<i>Finindelning av öppen mark nedan fjällen</i>	1600	1000	2000
	<i>Varaktigt snöfält</i>	200	100	250
	<i>Finindelning åkermark</i>	200	100	250

	<i>Befintliga klassificeringar från NMD v.1.1</i>	<i>400</i>	<i>380</i>
AP 5	Tillägsskikt Markanvändning	100	95
AP 6	Tillägsskikt Produktivitet	-	-
AP 7	Sammanlagring till ett skikt	350	333
AP 8	Efterbearbetning	300	285
AP 9	Kvalitetssäkring	800	760
AP 10	Noggrannhetsutvärdering av slutleverans (SLU)	-	-
AP 11	Rapportering och produktbeskrivningar	700	665
-	Projektmöten	700	665
-	Tillägg till befintlig teknisk plattform	100	250

Total: Timmar, Min kostnad (tKr), Max kostnad (tKr)	16675	12518	18558
--	--------------	--------------	--------------

7. Refererade slutrapporter från andra arbetspaket

Agenda för landskapet AP3 Rapport – **Ajourhållen information**

Rekommendationer på informationsinnehåll i framtida NMD v.2. 2021

Agenda för landskapet AP4 Rapport - **Specifikation**

Nya kvalitetshöjande indata inför Nationella marktäckedata, NMD v.2. 2021

Agenda för landskapet AP7 Rapport – **Validering**

Statistik utvärdering. 2021

8. Appendix

A. Processkartläggning NMD v.2 (hittas på nästa sida)

Processnamn: Producenta nationellt marktvärdeindex v2 (NMD v2).
Syfte: Beskriva framtida produktion av NMD v2 basiskt och tilläggsiskt, inklusive förbättringar och ändringar från Agenda för Landskapet.
Status: Nuläge före implementering.

