

**MILJØCENTER RIBE**

## **Landovervågning**

LOOP 6

Fase 0 - Datagrundlag

13. juli 2010

**MILJØCENTER RIBE**

## **Landovervågning**

LOOP 6

Fase 0 - Datagrundlag

13. juli 2010

Revision : [1.0]  
Revisionsdato : [13. juli 2010]  
Sagsnr. : 101691  
Projektleder : ula  
Udarbejdet af : thw  
Godkendt af : ula. Olje

## Indholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>INDLEDNING .....</b>	<b>3</b>
1.1	Modelgrid og afgrænsning .....	3
<b>2</b>	<b>DATAGRUNDLAG .....</b>	<b>5</b>
2.1	Grundvandspotentialer .....	5
2.1.1	Jupiterdata .....	5
2.1.2	Potentialekort .....	6
2.1.3	Dybde til grundvandsspejlet .....	7
2.2	Vandindvinding .....	8
2.2.1	Indvinding i DAISY .....	9
2.3	Vandføring .....	10
2.3.1	Hydrografer .....	11
2.3.2	Hydrografseparation .....	12
2.3.3	Årlig afstrømning .....	14
2.3.4	Vandløbsstatistik .....	16
2.4	Transport i vandløb .....	16
2.4.1	Sammenhæng mellem vandføring og N-transport .....	18
2.4.2	Andre kemiske relationer .....	20
2.4.3	Årlig sammenhæng mellem kvælstof transport og afstrømning .....	22
2.5	Hydrogeokemiske betragtninger og forslag til yderligere undersøgelser .....	22
2.5.1	pH buffering med kalk .....	22
2.5.2	Denitrifikation .....	23
2.5.3	Okkerudfældning i grøfter .....	23
2.5.4	Claypan og denitrifikation .....	24
2.6	Nettonedbør .....	24
2.6.1	Substitution af DAISY kolonner .....	31
2.6.2	DAISY nettonedbør og afstrømning i LOOP 6 området .....	35
<b>3</b>	<b>REFERENCER .....</b>	<b>38</b>

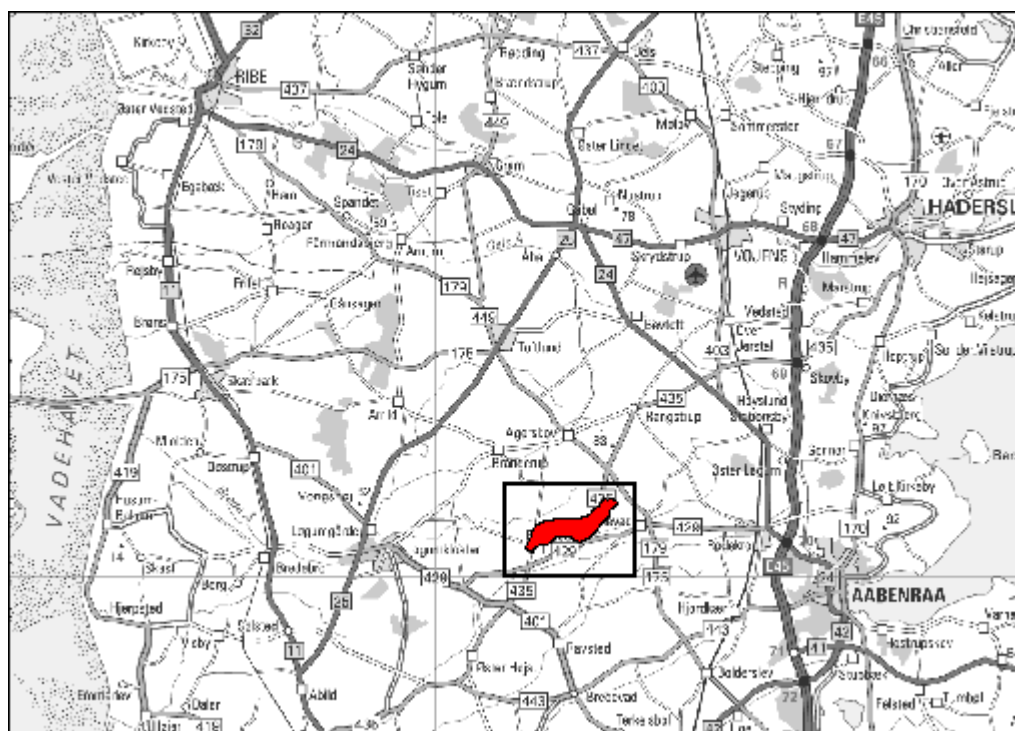
## **Bilagsoversigt**

Bilag 1	Jupiterdatabasen
Bilag 2	Pejlinger
Bilag 3	Indvinding

## 1 Indledning

Følgende notat gennemgår den indledende databehandling af LOOP 6 data til opstilling af strømningsmodellen.

Figur 1.1 viser LOOP 6 området, lokaliseret nord for landevejen mellem Aabenraa og Løgumkloster. LOOP 6 områdets areal dækker 7.6 km<sup>2</sup>.



**Figur 1.1: Oversigt over LOOP 6 området**

### 1.1 Modelgrid og afgrænsning

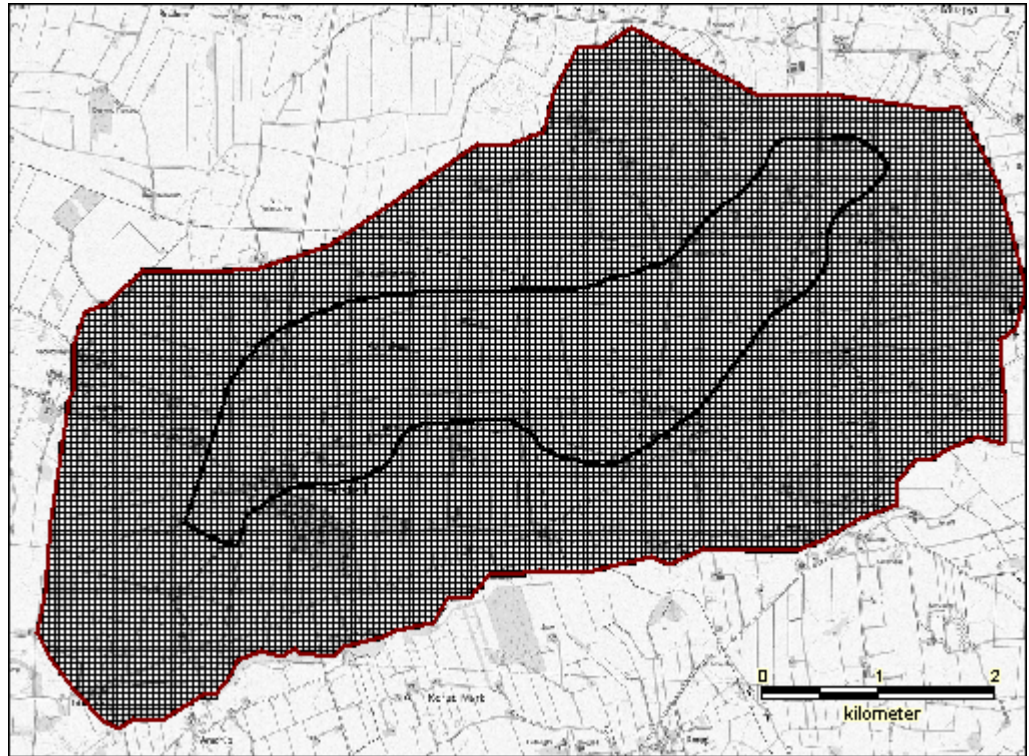
Dele af modellen opstilles i GIS, hvortil datafilen, Modelgrid indeholder data.

Figur 1.2 viser modelgrid. Modelgrid har hjørnekoordinater

UTMx = 504300 m

UTMy = 6099600 m

Grid har 126 r og 176 rækker. Modelgrid er opstillet i EUREF89 - DVR 90 koordinat-system. Hver modelcelle er 50 meter og DAISY kolonnerne er i centrum af modelcellerne.



**Figur 1.2: Oversigt over modelgrid samt afgrænsning af model og LOOP 6 området**

## 2 Datagrundlag

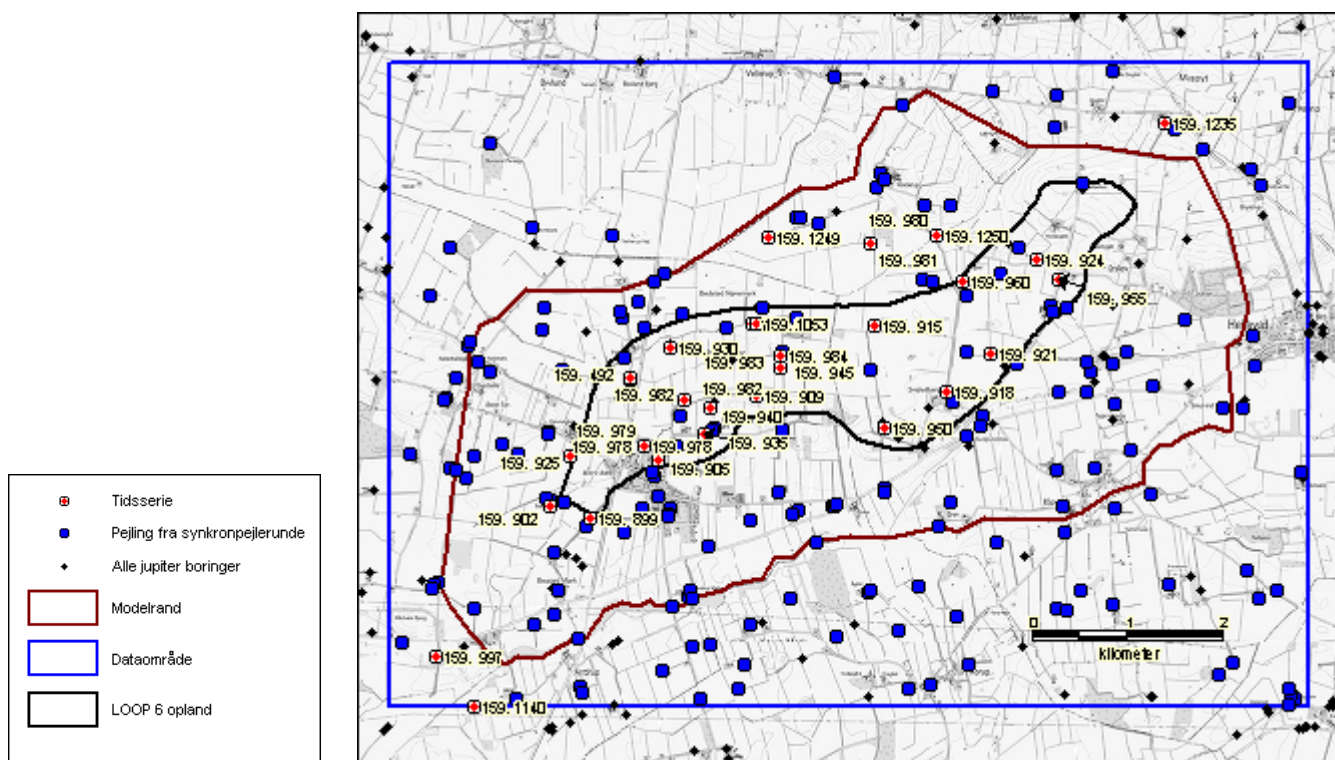
Jupiter databasen benyttes som primær datakilde til pejledata og vandindvinding. Databasen er hentet fra GEUS 19. maj 2009.

Bilag 1 viser en gennemgang af Jupiter-databasens data for boringer og indvinding.

### 2.1 Grundvandspotentiale

#### 2.1.1 Jupiterdata

Figur 2.1 viser JUPITER boringer inden for dataafgrænsningen. Der er 327 boringer inden for dataafgrænsningen, svarende til et rektangel omsluttende modelafgrænsningen. Af disse boringer er 218 inden for modelafgrænsningen og 94 boringer er inden for LOOP 6 oplandet.



**Figur 2.1: Oversigt over JUPITER boringer ved LOOP 6 området.**

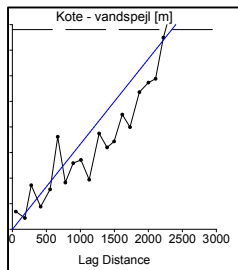
Der er 9282 pejlinger inden for dataområdet og 9246 pejlinger inden for modelafgrænsningen. Inden for dataafgrænsningen er pejlingerne fordelt på 90 boringer,

og 105 forskellige indtag, heraf 43 boringer/indtag med mere end 1 pejling. Alle 105 boringer/indtag har definerede koter for indtagene i JUPITER.

Bilag 2 viser tidsserier for boringer med pejlinger inden for modelområdet.

### 2.1.2 Potentialekort

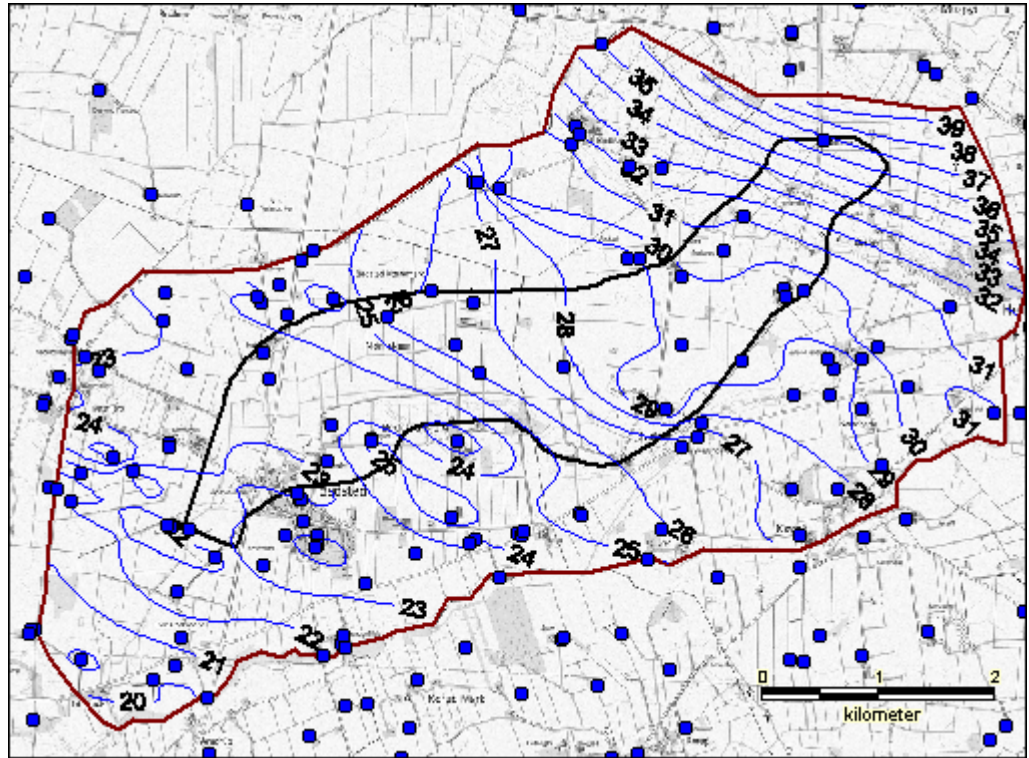
Pejledata fra Miljøcentrets regionale potentialekort er benyttet til optegning af et potentialekort for LOOP 6 oplandet. Data stammer fra Sønderjyllands Amt og er data fra JUPITER samt enkelte pejlinger fra SJA's egne data, hvoraf nogle er unavngivne. Der er 180 pejlepunkter i modelområdet.



Data er interpoleret vha. kriging med tilknyttet variogram. Ved databehandlingen benyttes kun pejlinger og der er ikke taget hensyn til eventuelt vandløbskontakt. Variogrammet er afbilledet på figuren til venstre.

Figur 2.2 viser grundvandspotentialet for LOOP 6 modelområdet. I den østlige del er potentialet nær kote 40 m. I dette område er der forholdsvis leret og potentialet falder til ca. kote 30 m. I den sydvestlige del af modelområdet er potentialet omkring kote 20 m og grundvandsspejlet er svagt hældende mod sydvest.





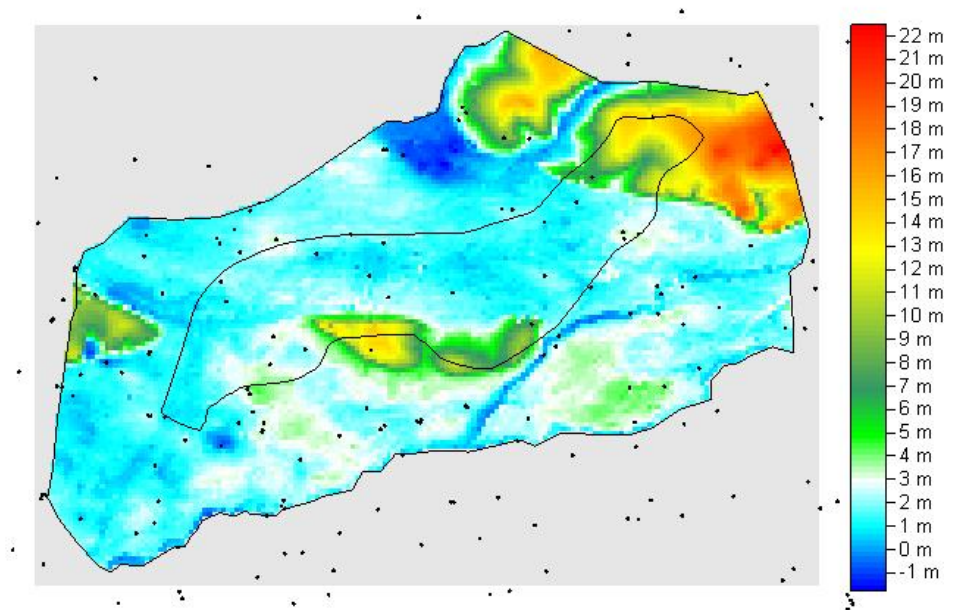
**Figur 2.2: Oversigt over grundvandspotentiale for LOOP 6 modelområdet.**

### 2.1.3 Dybde til grundvandsspejlet

Den topografiske overflade er fratrukket det udarbejdede potentialekort. Herved opnås et estimat for dybden til grundvandsspejlet.

Figur 2.3 viser dybden til grundvandsspejlet. Dybden er fortrinsvis under 2 m i en stor del af modelområdet med undtagelse af den østlige del, hvor terræn hæves markant, et mindre område i den sydlige del af LOOP området, samt i den vestlige del af modelområdet. Der er nogle få områder med blå farve, hvor dybden til grundvandsspejlet er negativ. Dette skyldes ikke at der er vand på terræn eller artesiske forhold, men områder, hvor interpolationen overstiger den topografiske overflade. Dette kan tolkes som områder med potentiale for dræning.

Dybden til grundvandsspejlet bruges senere i LOOP sammenhæng til at ekstrapolere nettonedbøren ud fra LOOP området til at dække hele modelområdet. Dette er nærmere beskrevet i kapitel 2.6, side 24.



**Figur 2.3: Oversigt over dybden til grundvandsspejlet i LOOP 6 modelområdet.**

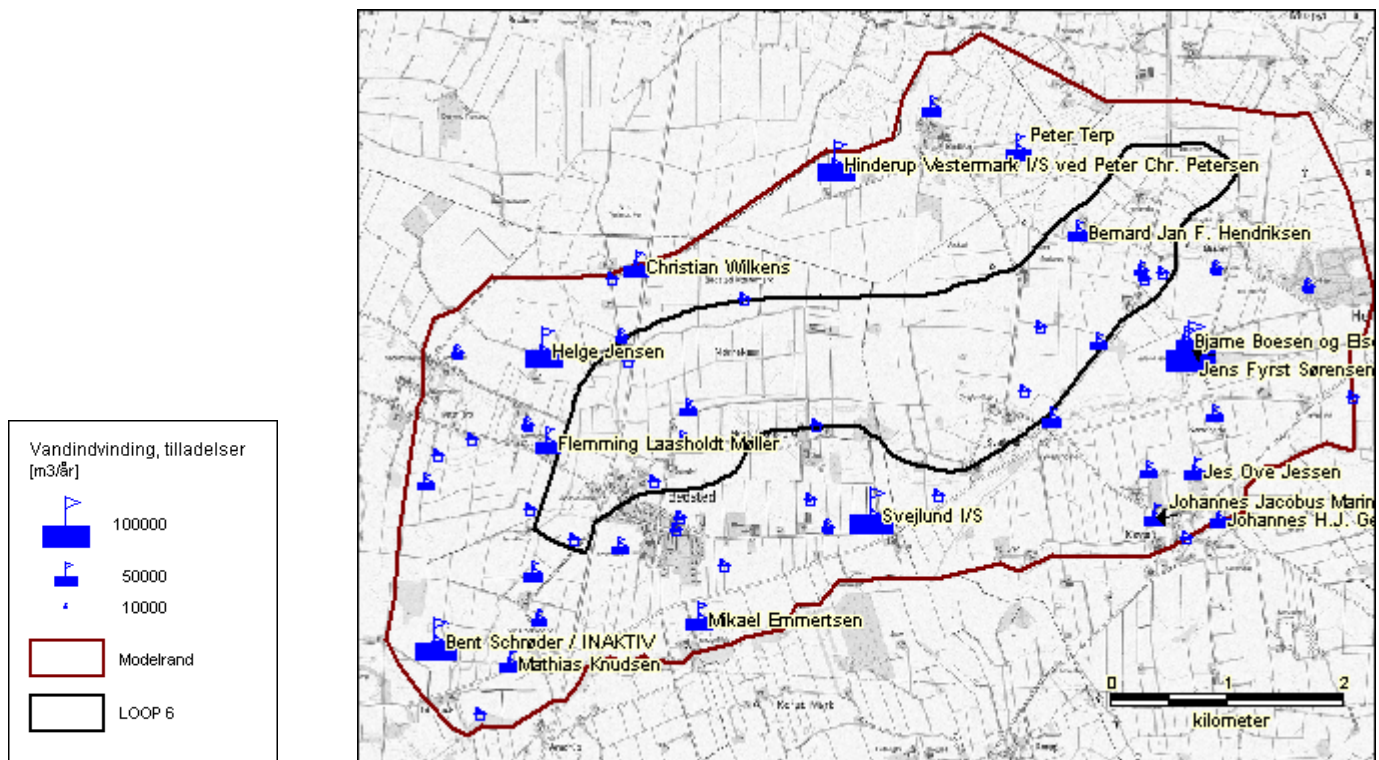
## 2.2 Vandindvinding

Vandindvindingen fra JUPITER er angivet som årlig indvinding. Indvindingen er fordelt på forskellige typer.

Bilag 3 viser en oversigt over årlig indberettet indvinding. Størstedelen af indvindingen er relateret til markvanding. Der er en enkelt privat vandforsyning (Bedsted) og enkelte indvindinger til gartneri samt industri.

Tidsserierne indeholder en del huller. Disse udfyldes under vurdering af det årlige vandbehov.

Figur 2.4 viser en oversigt over tilladelser i modelområdet. Tilladelser større end 30.000 m<sup>3</sup>/år er navngivet. Bemærk at Bedsted vandværks tilladelse ikke er opgivet til JUPITER og derfor ikke indgår på kortet. Indvindingsmængden medtages i grundvandsmodellen.



**Figur 2.4: Oversigt over indvindingstilladelser i modelområdet**

### 2.2.1 Indvinding i DAISY

DAISY er opstillet med tilførsel af markvandning under tørre forhold. Dette betyder at nettonedbøren i modellen allerede er tildelt markvandning. Dette skal man være opmærksom på, når man vurderer markvandningen.

Der er umiddelbart forskellige tilgange til at løse dette problem:

- 1) Man udfylder hullerne i den indberettede indvinding og tilknytter den til boringerne, hvorved modellen håndterer dette. Dette giver en lidt forkert vandbalance idet indvinding ikke nødvendigvis svarer til markvandningen fra DAISY.
- 2) Såfremt man har markvandningen fra DAISY, kan denne størrelse fratrækkes nettonedbøren, og herved vil vandbalancen stemme. Det antages at markvandningen sker i det overfladenære magasin. Metoden kan dog give problemer med stoftransporten, idet koncentrationerne skal justeres for at opretholde en korrekt massebalance.

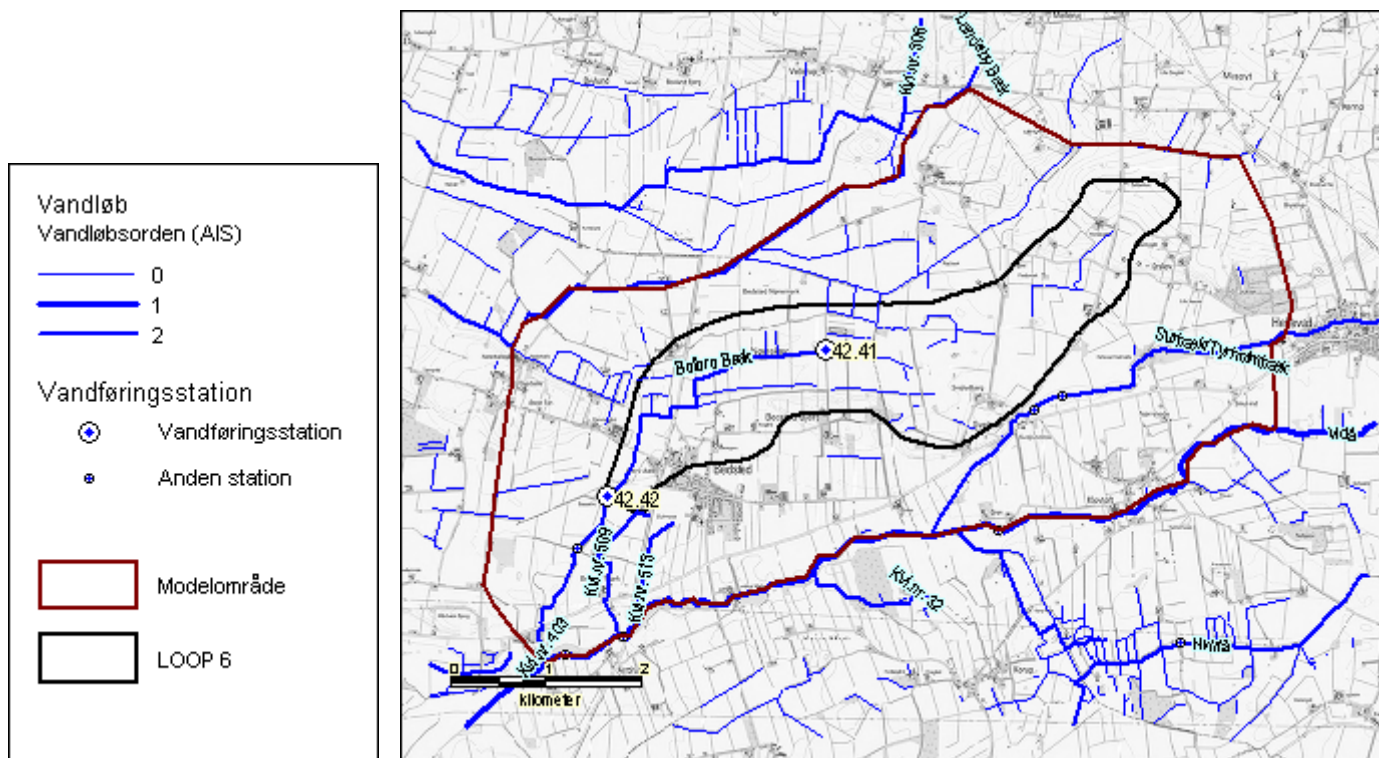
3) Såfremt man kender markvandingen fra DAISY tilknyttes indvindingen fra en DAISY modelcelle nærmeste indvindingsboring til markvanding. Dette kræver lidt mere datahåndtering men vil give den bedste vandbalance i modellen samt muligheden for at man kan validere indvindingen med hvad der er indberettet til JUPITER.

Da DAISY markvanding er foretaget ud fra oplysninger fra landmændene, er det vurderet, at metode 3 er den bedste at benytte mht. vand- og massebalance.

## 2.3 Vandføring

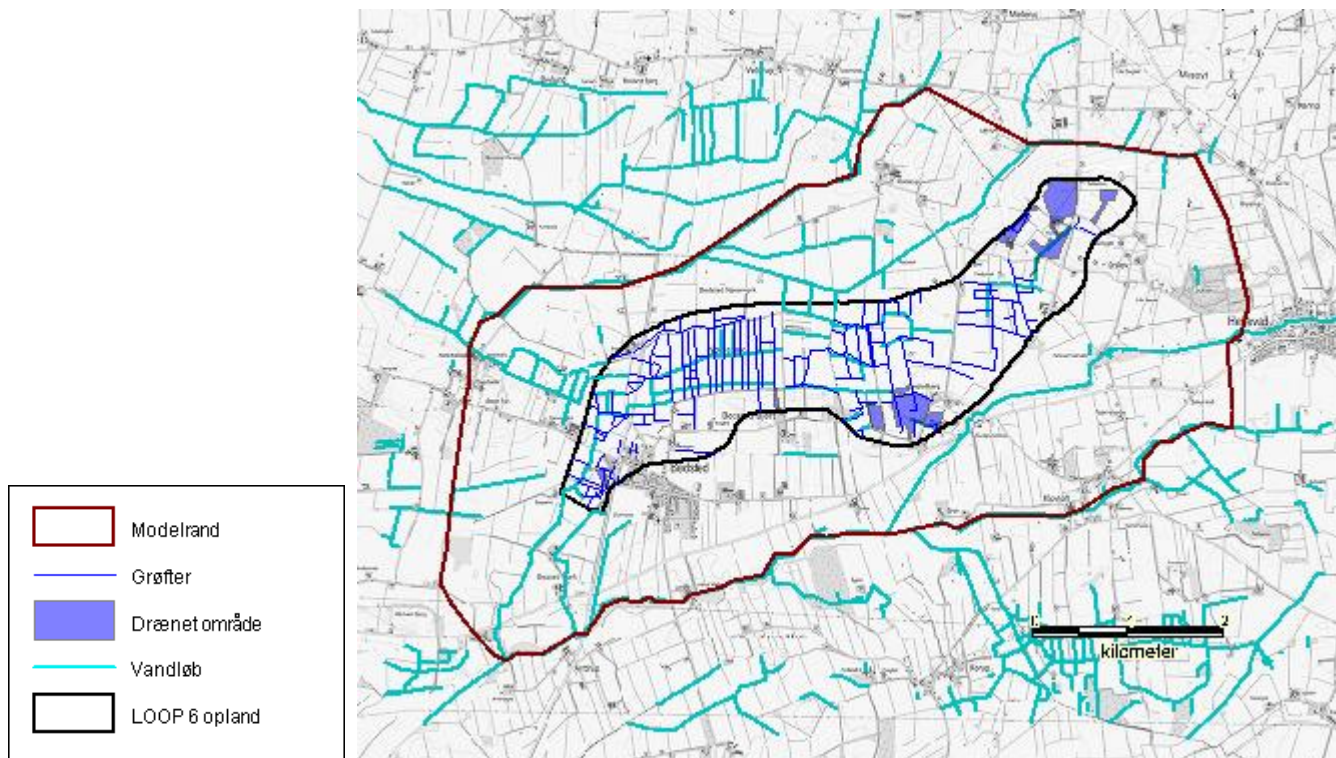
I LOOP oplandet er der to vandføringsstationer. Station Hu nr. 42.41 er lokaliseret centralt i oplandet mens station HU nr. 42.42 er lokaliseret nær oplandets afgrænsning. Figur 2.5 viser en oversigt over stationernes placering i LOOP 6 området.

Station HU nr. 42.42 har et oplandsareal svarende til LOOP 6, ca. 7.61 km<sup>2</sup>. Station HU nr. 42.41 har et oplandsareal på ca. 4.65 km<sup>2</sup>.



**Figur 2.5: Oversigt over vandløb og placeringen af målestationer i LOOP 6 området.**

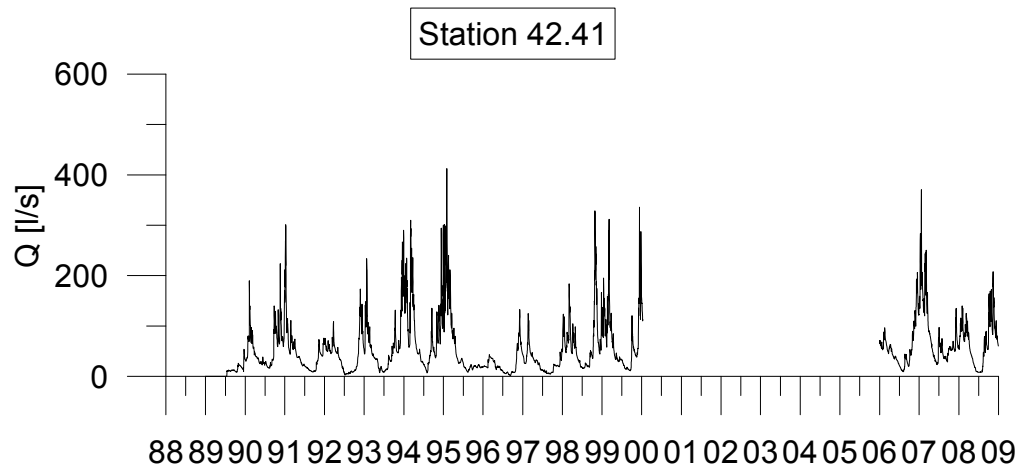
Figur 2.6 viser et kort over drænedede områder og grøfter i LOOP 6 området. I det nordøstlige hjørne af området samt et mindre område i den sydlige del er der nedlagt drænrør, mens grøfter forekommer i en stor del af oplandet. Det drænedede areal er 17.9 ha i alt. Drænedede områder svarer til områder med leret jordbund. Grøfterne er optegnet efter ældre målebordskort og kan være sløjfede.



**Figur 2.6: Oversigt over drænedede områder i LOOP 6 området.**

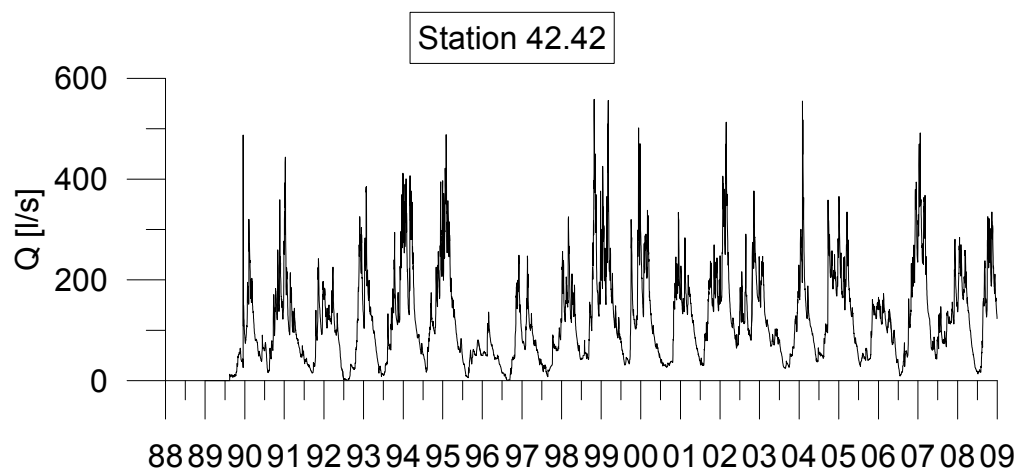
### 2.3.1 Hydrografer

Station Hu nr. 42.41 har daglige data for vandføring fra midt 1989 til 2009, dog mangler data for perioden 2000-2006. Figur 2.7 viser vandføringen for station Hu nr. 42.41. Vandføringen er generelt under 40 l/s om sommeren og ofte over 200 l/s om vinteren.



**Figur 2.7: Vandføring for Station Hu nr. 42.41**

Station Hu nr. 42.42 har daglige data for hele perioden 1989 - 2009. Figur 2.8 viser vandføring for denne station. Vandføringen er under 30 l/s om sommeren og om vinteren ses ofte en peakafstrømning over 400 l/s.



**Figur 2.8: Vandføring for Station Hu nr. 42.42**

### 2.3.2 Hydrografseparation

Der er foretaget en hydrografseparation for at kunne adskille baseflow og peakflow.

Til hydrografseparationen er benyttet Chapmans algoritme /1/.

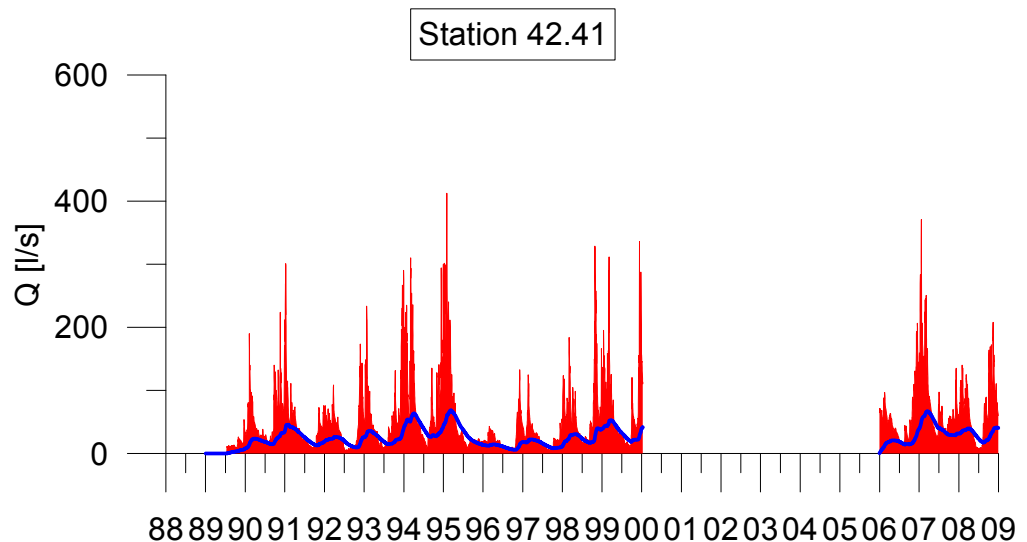
$$q_{f(i)} = \frac{3\alpha - 1}{3 - \alpha} q_{f(i-1)} + \frac{2}{3 - \alpha} (q_{(i)} - \alpha q_{(i-1)})$$
$$q = q_f + q_b$$

hvor  $q$  er hydrograf data,  $q_b$  er baseflow og  $q_f$  er peakflow,  $i$  er sampling tidspunkt,  $i-1$  foregående sampling tidspunkt og  $\alpha$  er en dæmpningskonstant. Der er benyttet en  $\alpha = 0.995$ . En større værdi giver større udglætning af baseflow hydrografen og dette resulterer i 'negativ' afstrømning, mens en mindre dæmpningskonstant giver større sæsonvariation i baseflow.

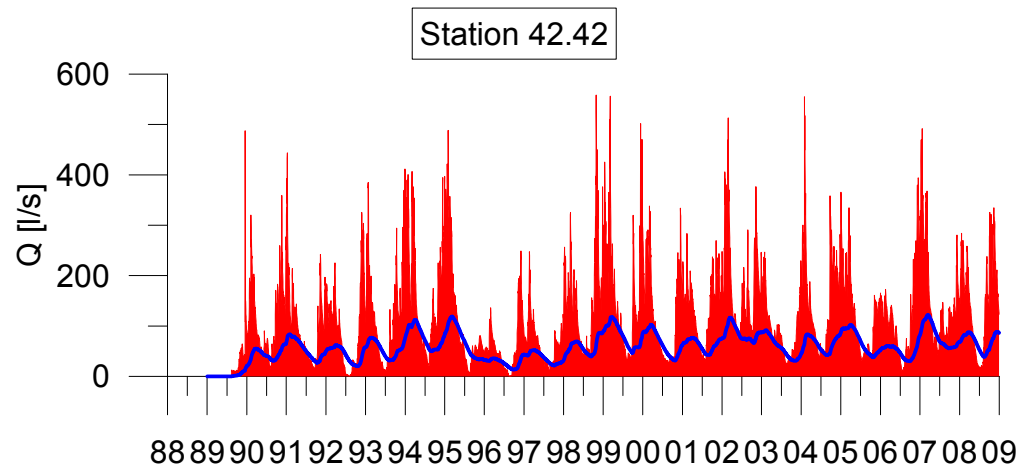
Figur 2.9 viser hydrografseparationen for station Hu nr. 42.41. Der ses nogen årlig variation i baseflowkomponenten.

Figur 2.10 viser hydrografseparationen for station Hu nr. 42.42.

For begge stationer ses et hurtigt fald i vandføringen om foråret. Dette fald kan skyldes, at den benyttede algoritme har en smule lag og ikke helt følger en eksponentiel faldende tømning af øvre magasin. Faldet i den observerede forårsvandføring kan også skyldes igangsætning af vandindvinding og derved en hurtigere dræning af det øvre magasin med en kraftig reduktion af vandføringen til følge.



**Figur 2.9: Hydrografseparation for station Hu nr. 42.41**



**Figur 2.10: Hydrografseparation for station Hu nr. 42.42**

### 2.3.3 Årlig afstrømning

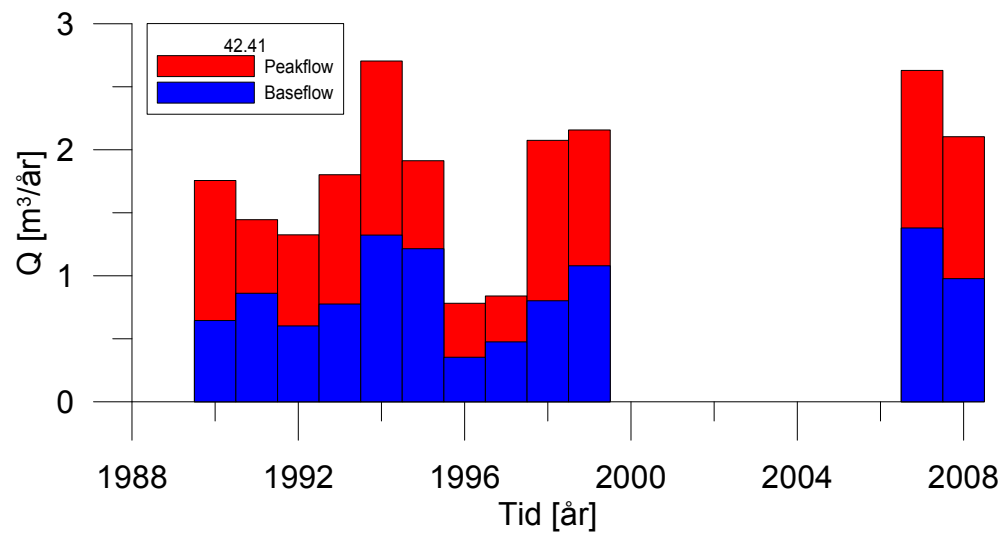
Den årlige afstrømning er beregnet for den samlede vandføring samt for base- og peakflow.

Figur 2.11 viser den årlige afstrømning for station Hu nr. 42.41. Den årlige afstrømning er omkring 2 mill. m<sup>3</sup>. I våde år er afstrømningen nær 3 mill. m<sup>3</sup>, mens afstrømningen i de tørre år er under 1 mill. m<sup>3</sup>.

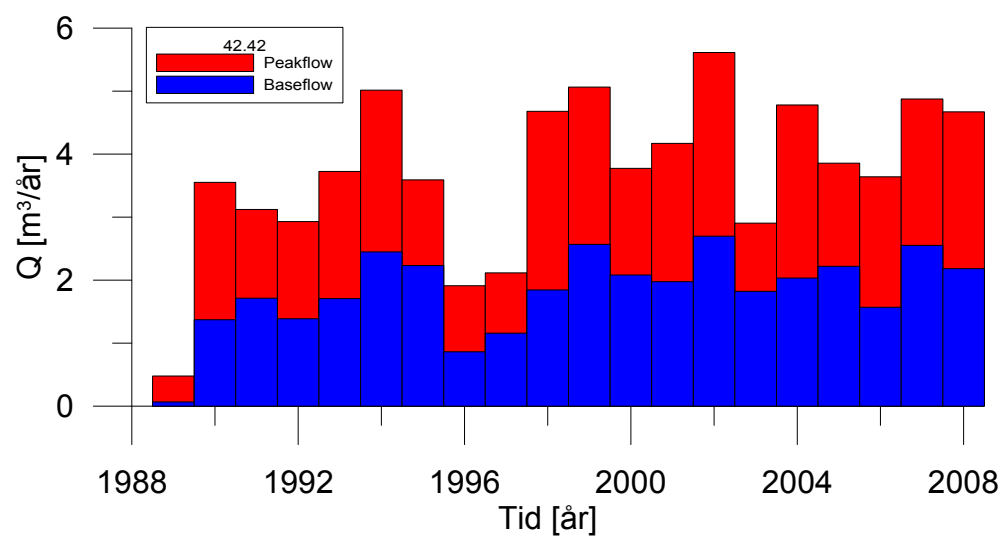
Figur 2.12 viser den årlige afstrømning for station Hu nr. 42.42. Den årlige afstrømning er omkring 4 mill. m<sup>3</sup>. I våde år er afstrømningen nær 6 mill. m<sup>3</sup>, mens afstrømningen i de tørre år er omkring 1 mill. m<sup>3</sup>.

Figur 2.13 viser en hyppighedsfordeling for afstrømningen for de to stationer.

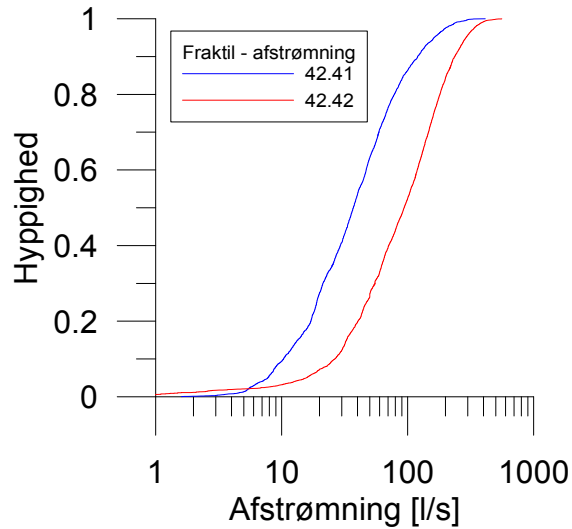




**Figur 2.11: Årlig afstrømning for station Hu nr. 42.41 fordelt på base of peakflow.**



**Figur 2.12: Årlig afstrømning for station Hu nr. 42.42 fordelt på base of peakflow.**



**Figur 2.13: Hyppighedsdiagram for afstrømning (fraktalplot, angiver hyppigheden hvorved afstrømningen er mindre end en given værdi).**

### 2.3.4 Vandløbsstatistik

Tabel 2-1 viser afstrømningsstatistik på de to vandføringsstationer. Vandføringen ved station Hu nr. 42.42 er ca. det dobbelte af station Hu nr. 42.41 på alle statistiske data.

**Tabel 2-1: Afstrømningsstatistik for station Hu nr. 42.41 og 42.42**

	42.41 (1989-1999)	42.42 (1989-2007)
Medianminimum	1.6 l/s	3.6 l/s
Medianmaksimum	295 l/s	558 l/s
Middel årlig vandføring	1.67 mill m <sup>3</sup>	3.57 mill m <sup>3</sup>
Maks årlig vandføring	2.7 mill m <sup>3</sup>	5.06 mill m <sup>3</sup>
Min. årlig vandføring	0.78 mill m <sup>3</sup>	1.91 mill m <sup>3</sup>
Årlig middel samlet	53.2 l/s	115.3 l/s
- heraf baseflow	25.8 l/s	56.4 l/s
- heraf peakflow	27.6 l/s	58.9 l/s

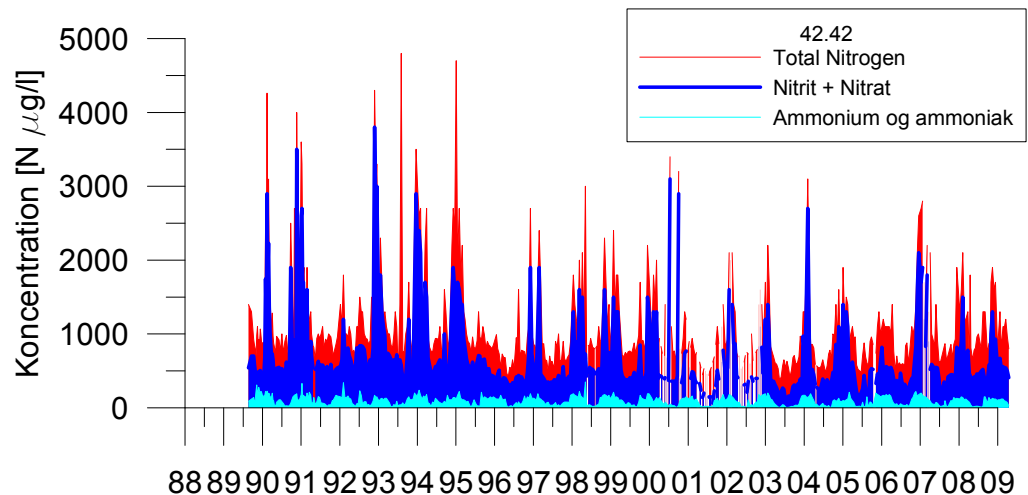
## 2.4 Transport i vandløb

Data for kemiske stoffer er fra Miljøportalen og modtaget fra Miljøcenter Ribe. Nitrattransporten er angivet som hhv. Ammonium-ammoniak-N, Nitrit-Nitrat-N, Nitrat-N og Total-kvælstof. Måleenheden er microgram/l.

Data findes fra 22 august 1989 til 2009 med en analysefrekvens på ca. 1 uge. Der er nogle få huller i tidsserien i perioden 2000-2003. Dataserien fra station 42.42 er anvendt da serien fra station 42.41 er for sporadisk til at data kan anvendes til kalibrering af modellen.

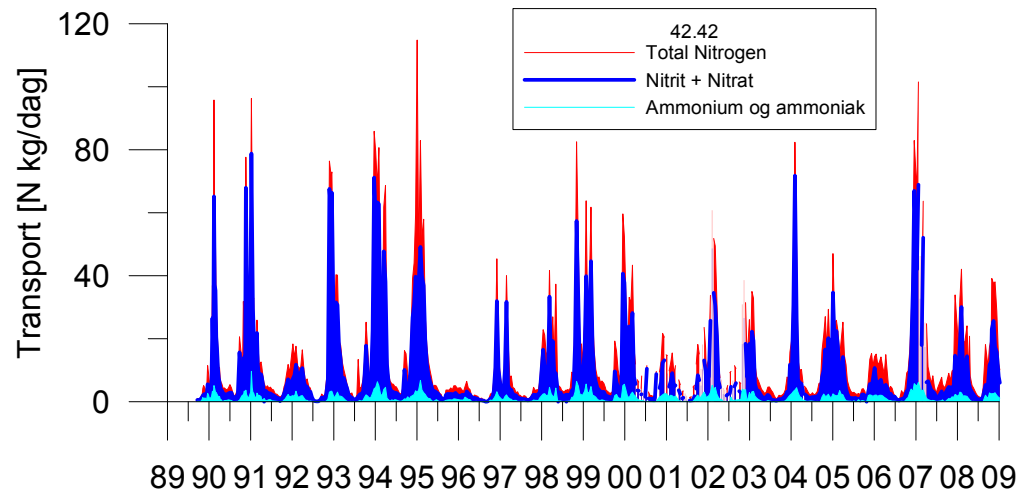
I tidsserierne er nitritkoncentration lav og nitrit + nitratkoncentrationen er identisk med nitratkoncentrationen. Summen af Ammonium-N og Nitrat svarer ikke til den totale N, som generelt er højere, hvilket skyldes suspenderet kvælstof.

Af den samlede nitrat transport udgør Nitrat og Nitrit N ca. 65 % mens 8 % er Ammoniak og ammonium.



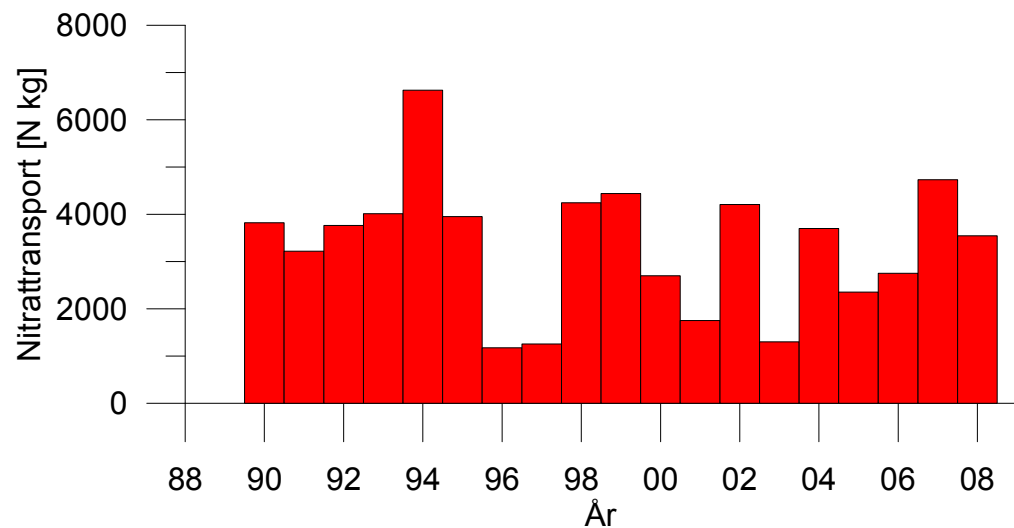
**Figur 2.14: Oversigt over koncentrationen af kvælstof ved station Hu nr. 42.42**

Den totale transport af N ud af oplandet findes som koncentrationen multipliceret med den aktuelle afstrømning. I sommerperioden er N-transporten lav på grund af både lav N- koncentration og lav vandføring. Om vinteren kan den totale N transport nå en størrelse på ca. 10 kg/dag. Figur 2.15 viser transporten af kvælstof i perioden 1990 - 2001.



**Figur 2.15: Oversigt over transporten af kvælstof (masse) ved station Hu nr. 42.42**

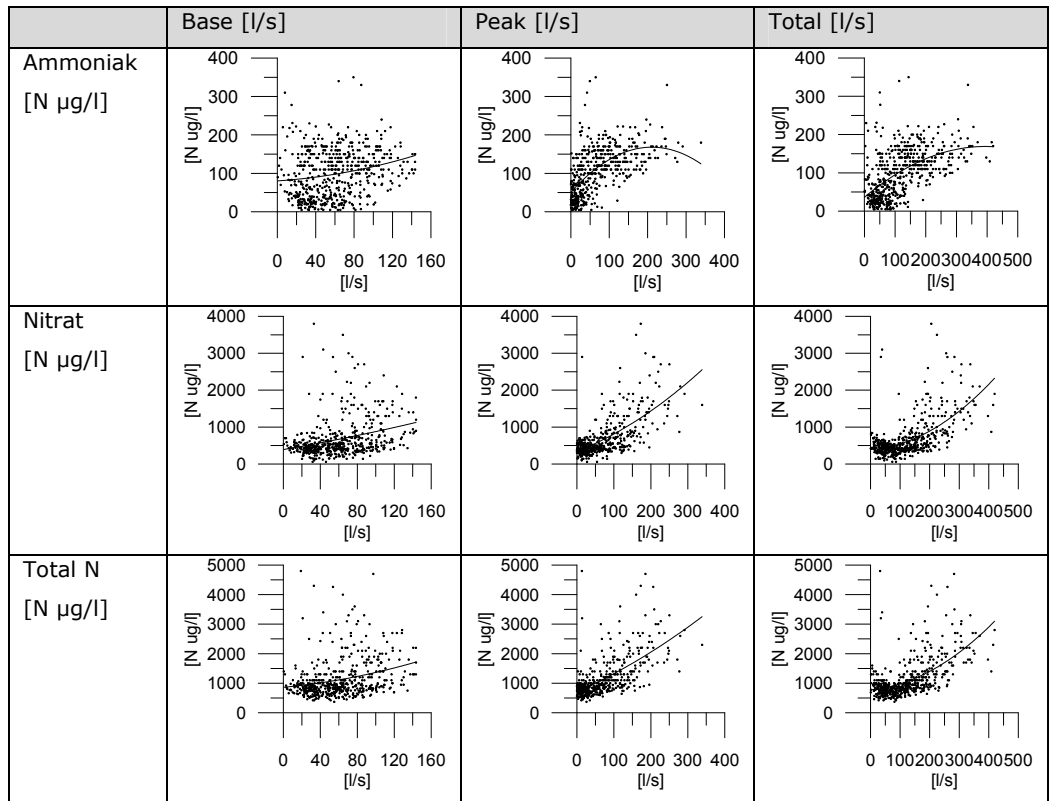
Den årlige transport er opgjort i Figur 2.16. Våde år giver en generelt høj N transport. I 1994 var transporten over 6000 kg N, mod normalt omkring 4000 kg N. De tørre år, 1996, 1997 samt årene 2001 og 2003 har en N transport under 2000 kg. Middel transporten af nitrat i perioden 1990-2008 er 3344 kg / år.



**Figur 2.16: Oversigt over årlig transport (kalenderår) af nitrat ved station Hu nr. 42.42**

#### 2.4.1 Sammenhæng mellem vandføring og N-transport

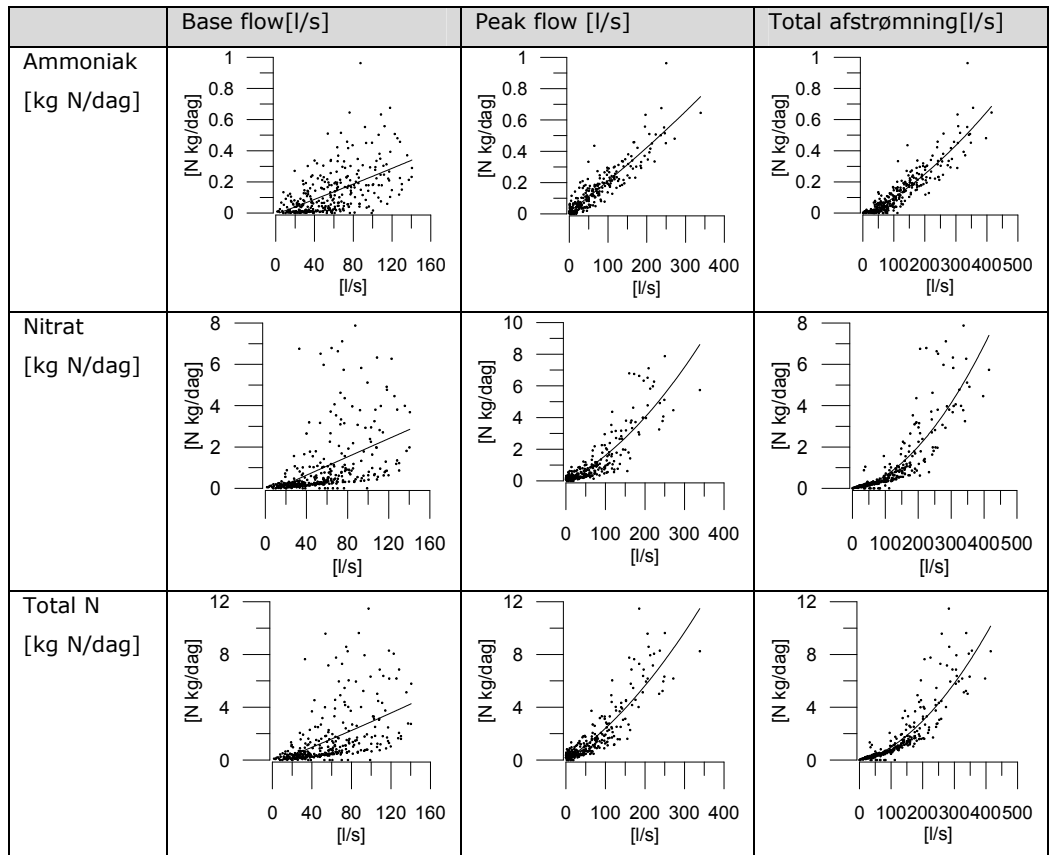
Sammenhængen mellem vandafstrømning og kvælstof transport er vist på de følgende figurer.



**Figur 2.17: Oversigt over sammenhæng mellem koncentration af kvælstof samt afstrømning ved station Hu nr. 42.42**

Figur 2.17 viser sammenhænge mellem kvælstof koncentration (Ammoniak, nitrat og total N) og afstrømning (peakflow, baseflow og samlet afstrømning). Der er for alle plots indlagt en 2. ordens polynomium (parabel). For koncentrationen af kvælstof ser man en stigning med stigende afstrømning. De bedste fits har en korrelationskoefficient,  $r^2$  omkring 0.35 - 0.4

Der er ikke observeret nogen sammenhæng mellem koncentrationen af kvælstof (alle former) og baseflow. Det ser ud til at nitratkoncentrationen her er konstant omkring 0.5 mg/l.



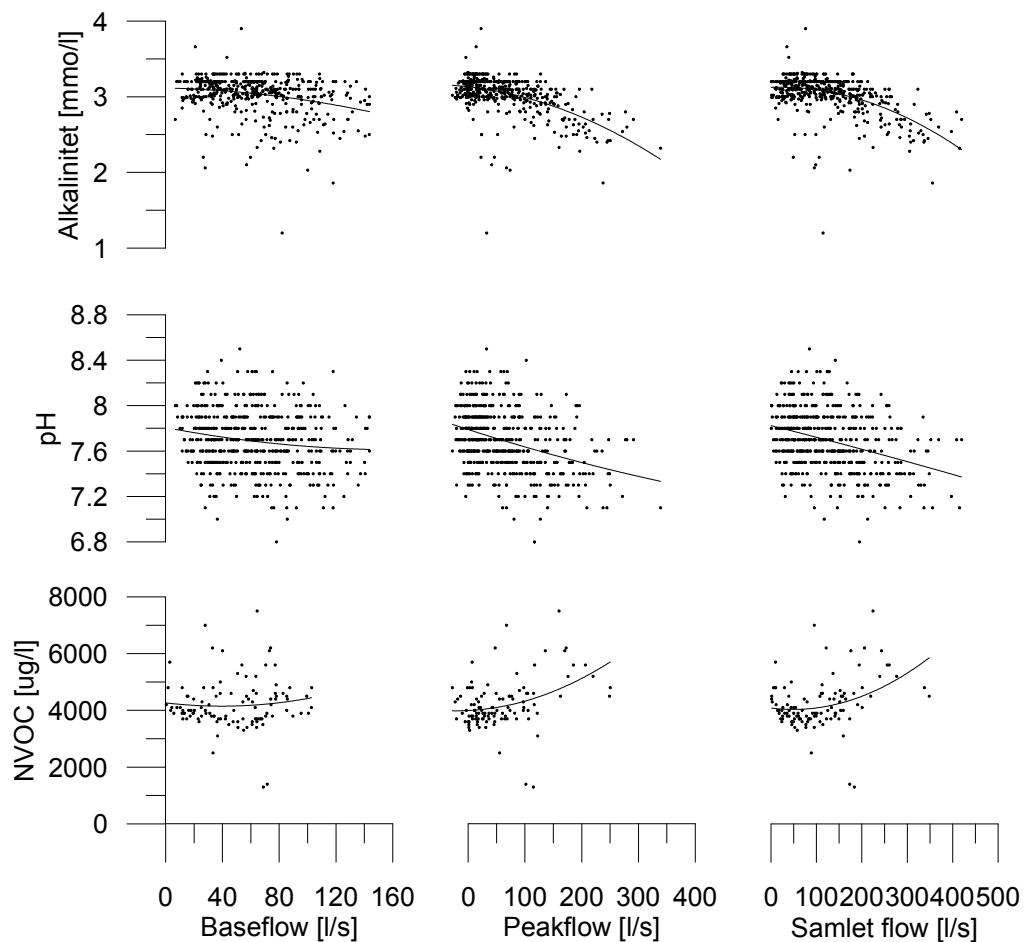
**Figur 2.18: Oversigt over sammenhæng mellem kvælstof transport samt afstrømning ved station Hu nr. 42.42**

Figur 2.18 viser sammenhæng mellem daglig N transport (ammoniak, nitrat og total N) og vandføringen (peakflow, baseflow og samlet vandføring). Der ses her en signifikant sammenhæng mellem flere elementer. For transporten af N-ammoniak er der en klar lineær sammenhæng med peak afstrømningen (korrelationskoefficient,  $r^2 = 0.85$ ). Nitrattransporten stiger også med peak afstrømningen samt den samlede afstrømning ( $r^2 = 0.74 - 0.8$ ). Der er muligvis en eksponentiel sammenhæng mellem transporten af nitrat samt den samlede afstrømning ( $r^2 = 0.86$  - ikke vist).

#### 2.4.2 Andre kemiske relationer

Der kan være andre kemiske relationer, som kan vise forskelle i vandkvaliteten i vandløbet og relateres til hhv. drænvand og vand med en længere opholdstid i grundvandet.

Figur 2.19 viser en oversigt over nogle nøgleparametre i dræn og grundvand. Drænvandet har en generelt lavere alkalinitet, pH samt højere indhold af organisk kulstof (NVOC). Det ses også at de opløste ioner har en tendens til at være konstante i baseflow delen, mens peakflow delen viser at koncentrationen afhænger af peakflow andelens størrelse. Herved er det muligt at separere to forskellige vandtyper og herved på oplandsskala vurdere styrende kemiske processer i grundvandet.

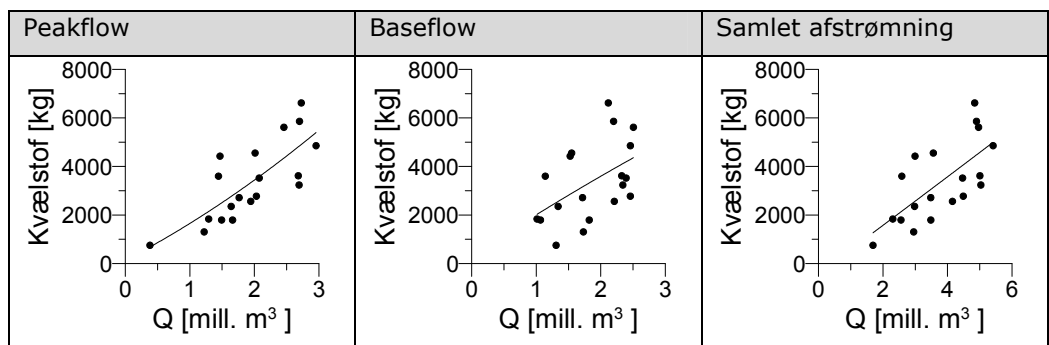


**Figur 2.19: Oversigt over sammenhæng mellem alkalinitet, pH og organisk kulstof ved station Hu nr. 42.42**

Metoden er relativ grov men kan man godt benytte den til nogle trends i forhold til afstrømning. Man kan i fremtidige undersøgelser finde sammensætningen af ioner for baseflow og benytte PHREEQC til at beregne en vandsammensætning for dræn ved forskellige kendte opblandingsforhold.

### 2.4.3 Årlig sammenhæng mellem kvælstof transport og afstrømning

Figur 2.20 viser sammenhæng mellem den årlige transport af kvælstof fordelt på årlig akkumuleret afstrømning (peakflow, baseflow og samlet afstrømning). Transporten af kvælstof er beregnet som kvælstofkoncentrationen vægtet med daglig afstrømning og herefter akkumuleret til årlige værdier. Man ser en tendens til at våde år giver større transport af kvælstof.



**Figur 2.20: Oversigt over samlet kvælstoftransport som funktion af årlig peakflow, baseflow og samlet årlig afstrømning**

## 2.5 Hydrogeokemiske betragtninger og forslag til yderligere undersøgelser

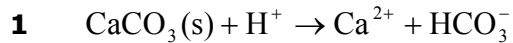
Gennemgangen af data har givet anledning til opstilling af nogle hypoteser for vandstrømning og hydrogeokemiske reaktioner.

Det formodes at de styrende kemiske processer er 1) opløsning af kalk, 2) frigivelse af brintioner i forbindelse med reduktion af nitrat, hvor både pyrit (disulfid) og organisk kulstof kan være primære elektrondonorer.

### 2.5.1 pH buffering med kalk

Drænvandet har en pH værdi som er lidt lavere end vand fra baseflow andelen, og det vurderes herved at drænvandet ikke nødvendigvis er i ligevægt med calcit. Calcitopløsning vurderes herved at være vigtig. pH er bufferet med tilstedeværelse af calcit. Opløsningen af calcit forøger alkaliniteten markant og pH stiger.



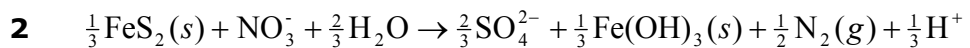


Man skal være opmærksom på at vandløbet er i kontakt med atmosfæren og her ved fastholdes  $\text{CO}_2$  partialtrykket.

### 2.5.2 Denitrifikation

Nitrat fra landbrug omsættes. Der kan umiddelbart være to typereaktioner, den ene nitratreduktion med pyrit som elektrondonor og denitrifikation, hvor organisk kulstof står som den dominerende elektron donor.

Hvis vi antager at frit kvælstof er det endelige kvælstof species for nitratreduktionen, har de to reaktioner følgende udseende:



Begge reaktioner producerer brintioner og alkaliteten ændres. Reaktion 2 producerer desuden sulfat.

I et calcitbuffered system vil reaktionerne betyde en forøgelse i alkaliteten. For reaktion 2 vil ændringen i alkaliteten være  $\Delta alk = \frac{1}{3}$ , mens ændringer i alkaliteten for reaktion 3 er  $\Delta alk = 1\frac{1}{2}$  (sat i relation til nitratomsætningen). Ændringer i alkaliteten er altså betydeligt større i systemer domineret af omsætning af organisk materiale.

Målinger af calcium og sulfatkoncentrationer kan nærmere klarlægge, hvilken reaktion af reaktion 2 og 3 er dominerende.

### 2.5.3 Okkerudfældning i grøfter

I bunden af grøfterne i den øvre del af oplandet til LOOP 6 er der observeret udfældning af okker. Dette betyder, at jern ikke er på  $\text{Fe}^{3+}$  form inden grøften nås og iltningen først foregår her. Der kan dog være tale om lokale forhold.

### 2.5.4 Claypan og denitrifikation

I den sydlige del af LOOP 6 området nær station HU 42.42 blev der ved marken fundet knytnævestore stykker er en sort leret substans. Det formodes at der er tale om en claypan / fragipan som er pløjet op på marken, hvor det blev fundet.

Den mørke farve i horisonten kan være organisk materiale og herved er der en elektron donor til stede til at kunne bidrage med denitrifikation.

Der er i litteraturen adskillige eksempler på denitrifikation både over og i fragipaner og claypaner.

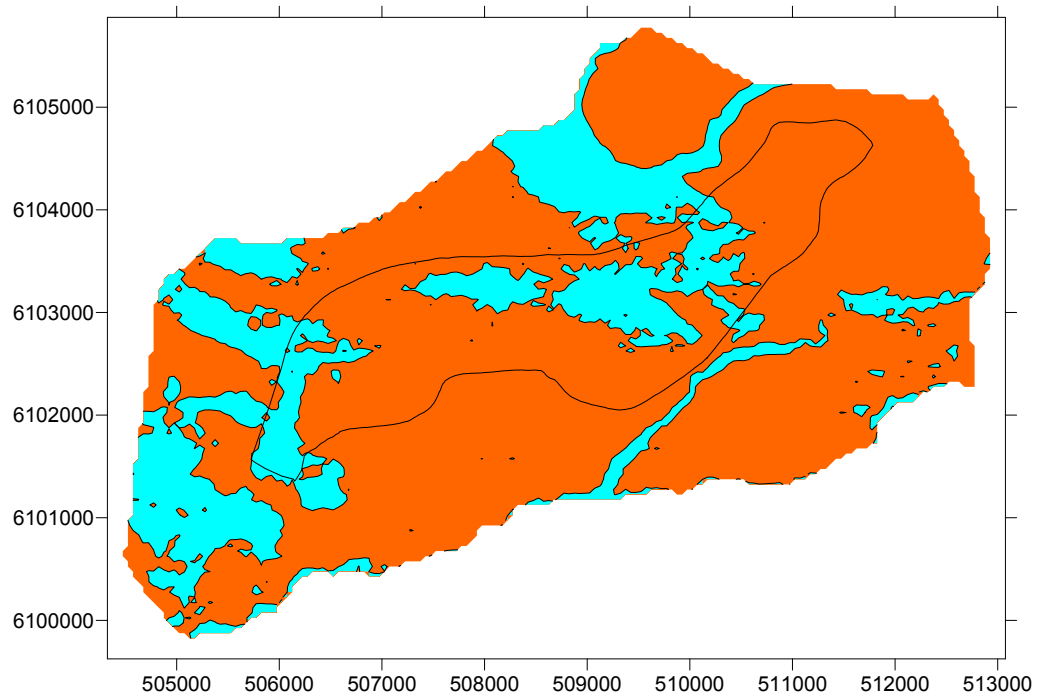
En kompakt horisont kan også have indflydelse på det hydrologiske system, idet horisonten kan reducere den vertikale strømning af infiltrerende vand, og herved forøge opholdstiden for nitratrigt vand i kontakt med organisk materiale. Horizontal vandstrømning er også til stede. DAISY er 1 dimensional og ikke i stand til at håndtere strømning i to dimensioner som en sådan horisont giver.

## 2.6 Nettonedbør

Nettonedbøren til modellen er beregnet ud fra DAISY. Der er beregnet DAISY for LOOP 6 oplandet, men ikke for området udenfor LOOP 6 oplandet. Derfor er der foretaget en ekstrapolation af DAISY kolonnerne til området udenfor.

I LOOP 6 er jordbunden beskrevet og stillet op i Daisy-modellen for 7 jordvandsstationer/jordtyper, Figur 2.22. I Tabel 2-2 er vist, hvilke jordtyper der findes i LOOP 6 oplandet og hvilke jordvandsstationer disse jordtyper er tilknyttet. Tre af jordvandsstationerne beskriver en grovsandet jord (St 3, 5 og 7). De tre stationer er knyttet til de jordtyper, som ligger tættest på stationerne. Ved ekstrapolationen er der benyttet samme fremgangsmåde, således at grovsandede jorde tættest på f.eks. St 3 er tildelt Daisy-kørsler foretaget på en St. 3 jord, mens grovsandede jorde tættest på ST7 tildeles denne. Dybden til grundvandsspejlet for disse to stationer er nær identisk omkring 1.5 m. Stationen ST5 har en lavere dybde til grundvandsspejlet, omkring 1.2 m. Dette kan ses på en lavere nettonedbør og mindre nitratudvaskning. Denne station er benyttet til grovsandet landbrugsjord med en dybde til grundvandsspejlet under 1.2 m, mens hhv. ST3 og ST7 er benyttet hvor dybden er større end 1.2 m. Dybden til grundvandsspejlet er bestemt ud fra topografiske højdemodel fratrukket interpoleret grundvandspotentiale (jf. Figur 2.3 og

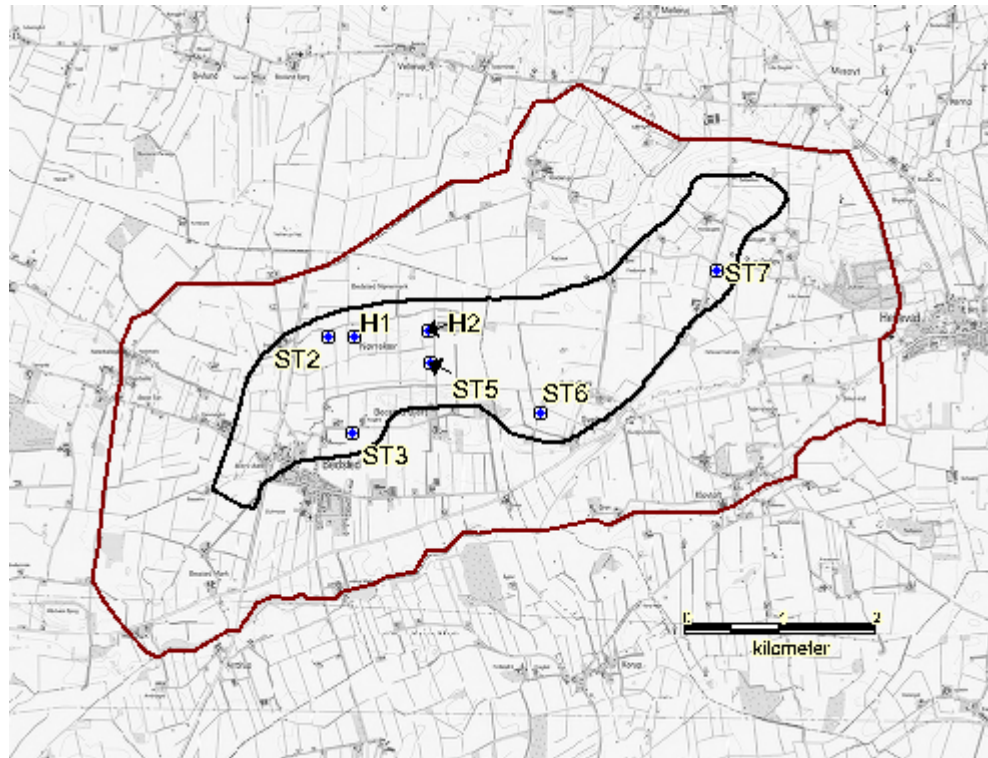
Figur 2.21). Lav dybde til grundvandsspejlet er primært tilknyttet områder nærliggende vandløb samt områder med dræning.



**Figur 2.21: Dybde til grundvandsspejlet - områder med mindre en 1.2 m er angivet med blå.**

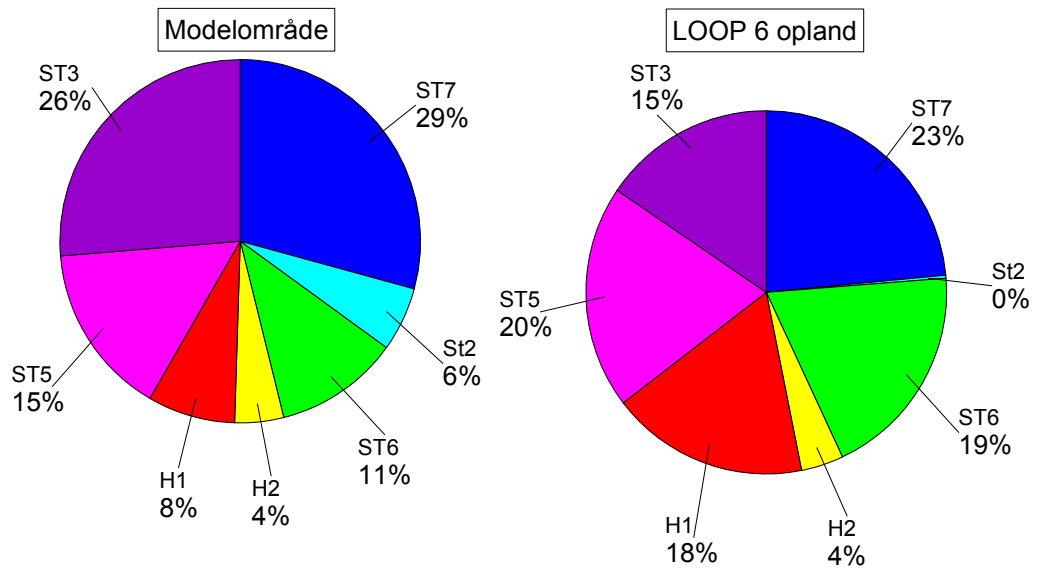
**Tabel 2-2. Jordtyper og tilhørende jordvandsstationer i LOOP 6 oplandet.**

Overjord	Underjord	Jordvandsstation
Grovsandet jord	TS	ST7
Grovsandet jord	TS	ST3
Grovsandet jord	TS	ST5
Lerblandet sandjord	ML	ST6
Sandblandet lerjord	TS	ST2
Speciel jordtype/kalkrig jord	FP	H2
Speciel jordtype/kalkrig jord	TS	H1

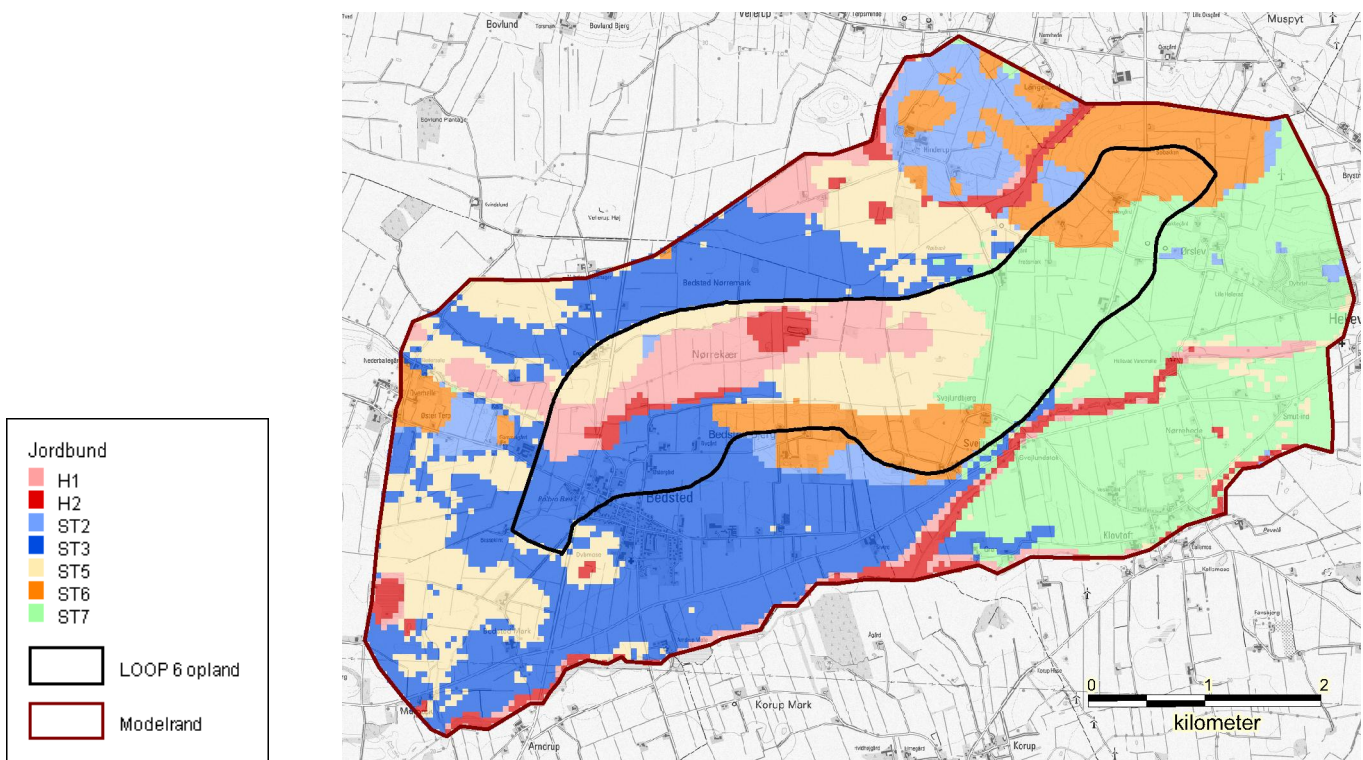


**Figur 2.22: Oversigt over jordvandsstationer i LOOP 6**

Figur 2.24 viser en oversigt over jordbundstyperne i modelområdet. Man ser ekstrapolationen af de grovsandede jorde uden for LOOP 6 oplandet. Man bør bemærke at den nordlige rand afgrænses af ST5 inden for LOOP 6 afgrænsningen og ST3 uden for afgrænsningen. Dette skyldes at dybden til grundvandsspejlet her er relativt stor, men inden for LOOP 6 afgrænsningen benyttes jordstation ST5, selvom dybden til grundvandsspejlet er relativt stor og ST5 har højtstående grundvandsspejl.

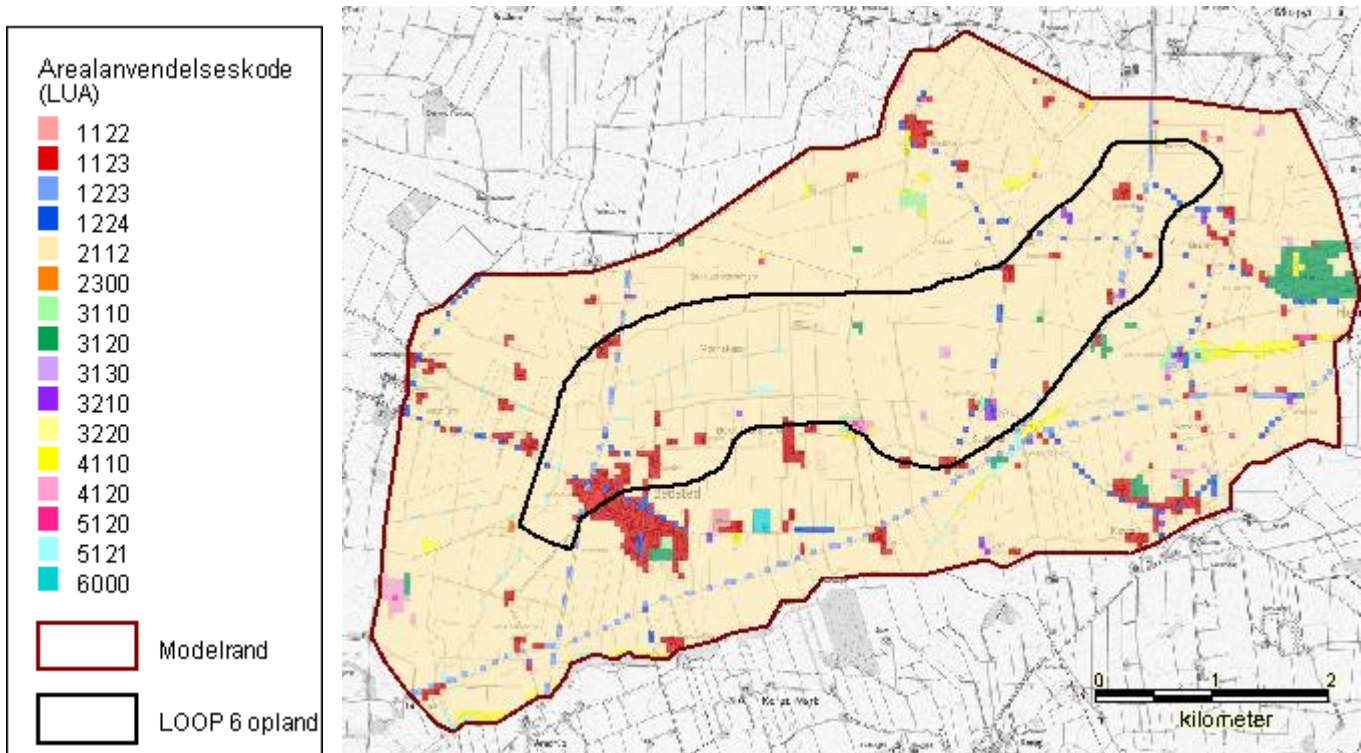


**Figur 2.23: Oversigt over jordbund i modelceller for hele modelområdet samt LOOP 6 oplandet. Jordbundstype og arealfordeling angivet i %.**

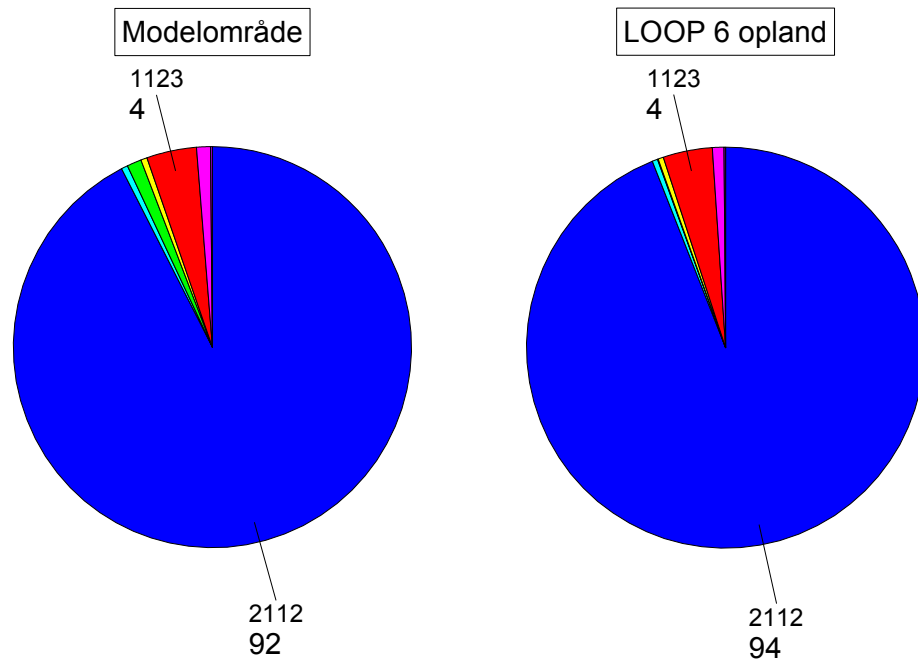


**Figur 2.24: Oversigt over arealer tilknyttet de 7 jordvandsstationer i LOOP 6**

Figur 2.25 viser en oversigt over AIS arealanvendelsen i modelområdet. Størstedelen af arealanvendelsen er landbrug. I modelområdet er 92 % landbrug og i LOOP 6 oplandet udgør landbrug 94 %. Bebyggelse på åbent land udgør 4 % og den resterende del udgøres af andre typer for arealanvendelse, inkl. skov, vej og vådområder. Figur 2.26 viser fordelingen af arealanvendelsen i cirkeldiagrammer for modelområdet og LOOP 6 oplandet.



**Figur 2.25: Oversigt over Arealanvendelse**



**Figur 2.26: Arealanvendelse i modelområdet og LOOP 6 området optalt på gridniveau. LUA kode og %-andel er angivet for mest dominerende arealanvendelser.**

Daisy-beregnete vandbalancer for de forskellige kombinationer af jord og arealanvendelse indenfor LOOP6 oplandet ses i Tabel 2-3.

**Tabel 2-3. Vandbalance for jordvandsstationer i oplandet til Bolbro Bæk. Gennemsnit for perioden 1990/91-2002/03. Beregnet af DMU.**

Arealanvendelse	Jordprofil fra Jordvands-station	Nedbør Mm/år	Vanding mm/år	Ref_Ep mm/år	Pot_Ep mm/år	Ea mm/år	Afstrømning mm/år
Landbrug	1	1066	2	593	649	549	522
Landbrug	2	1066	8	593	644	602	533
Landbrug	3	1066	54	593	669	525	596
Landbrug	4	1066	39	593	661	601	508
Landbrug	5	1066	2	593	671	652	422
Landbrug	6	1066	2	593	661	584	511
Landbrug	7	1066	46	593	665	571	543
Landbrug	8	1066	49	593	674	610	509
Gennemsnit	1-8	1066	25	593	662	587	518
Typisk landbrug st2	2	1066	54	593	670	649	535
Typisk landbrug st3	3	1066	54	593	669	525	596
Typisk landbrug st5	5	1066	54	593	670	659	466
Typisk landbrug st6	6	1066	54	593	670	626	522
Typisk landbrug st7	7	1066	54	593	670	584	538
Typisk landbrug Humus1	Humus 1	1066	54	593	670	641	528
Typisk landbrug Humus2	Humus 2	1066	54	593	670	639	541
Skov	3	1066	0	593	593	488	580
Græs på bebyggelse	3	1066	0	593	682	512	557
Naturarealer	3	1066	0	593	682	508	560
Mose	Humus (STH2)	1066	0	593	691	691	375

Kvælstofbalancer for kombinationer af arealanvendelse og jordtype ses i Tabel 2-4.



**Tabel 2-4. Gennemsnitlig modelleret N-balance (kg N/ha) for typisk sædskifte modelleret med jordopsætninger for jordvandsstation 2,3,5,6 og 7 samt for græs ved bebyggelse, skov mose og øvrige natur. Beregnet af DMU.**

Jordvandsstation	Typisk sædskifte for jord på jordvandsstationer						Græs	Græs	Skov	Mose	
	St 2	St 3	St 5	St 6	St7	Humus 1	Humus2	bebyg.	natur		
Handelsgødning	114	114	114	114	114	114	114	40	0	0	0
Husdyrgødning	149	149	149	149	149	149	149	0	0	0	0
Deposition	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
N-fixering	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Såsæd	4	4	4	4	4	4	4	0	0	3	0
Total N-input	307	307	307	307	307	307	307	59	19	19	19
NH4 fordampning	12	12	12	12	12	12	12	0	0	0	0
N-udvaskning	48	78	33	51	77	12	16	23	5	5	4
Denitrifikation	32	30	25	27	6	78	63	10	7	3	17
N2O (nitrifikation)	6	6	5	6	6	5	5	4	2	1	0
Høstet modelleret	209	182	207	193	181	181	201	0	0	0	0
Total N-output	299	297	272	279	270	279	289	37	14	9	21
Ændring i organisk N i jorden	-14	-13	13	4	14	6	-4	22	5	10	-2
Ændring i uorganisk N i jorden+afgr	1	2	1	2		1	1	1	0	0	0

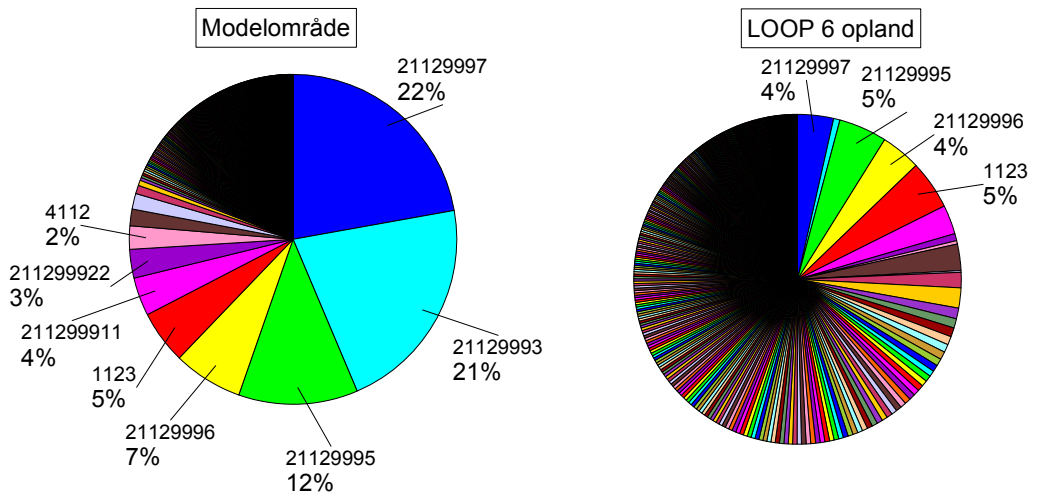
### 2.6.1 Substitution af DAISY kolonner

DAISY kolonnen inden for LOOP 6 oplandet er fundet som den jordtype og arealanvendelse der er i centrum af cellen. Samme metode er benyttet til modelområdet uden for LOOP 6 oplandet. Denne tilgang tager ikke hensyn til om DAISY typen i centrum i cellen er den arealmæssige mest betydende. Derfor foretages der en kontrol af dette.

Der er ikke beregnet DAISY på enkelte kombinationer af arealanvendelse og jordbund uden for LOOP 6 området. Disse (eksempelvis nåleskov og eng) er blevet substitueret med en eksisterende DAISY kolonne (eksempelvis løvskov og vådområde). Tabel 2-5 viser en oversigt over DAISY koder, som er blevet substitueret.

**Tabel 2-5: Oversigt over DAISY-koder der er substitueret med andre DAISY koder i modelområdet**

Oprindelig DAISY (LUA) kode	Benyttet DAISY kode	Antal Modelceller
1122 - Åben bebyggelse	1123 - Bebyggelse i åbent land	10
1223 - Vej > 6 m	1123 - Bebyggelse i åbent land	110
2300 - Græsarealer	1123 - Bebyggelse i åbent land	3
3120 - Nåleskov	3110 - Løvskov	149
3130 - Blandet skov	3110 - Løvskov	3
3210 - Overdrev	2430 - Blandet landbrug/natur	19
3220 - Hede	2430 - Blandet landbrug/natur	3
4110 - Eng	4112 - Vådområde	136
4120 - Mose	4112 - Vådområde	47
5120 - Sø	4112 - Vådområde	14
5121 - Vandløb > 8-12 m	4112 - Vådområde	56
6000 - Uklassificeret	1224 - Vej 3-6 m	12



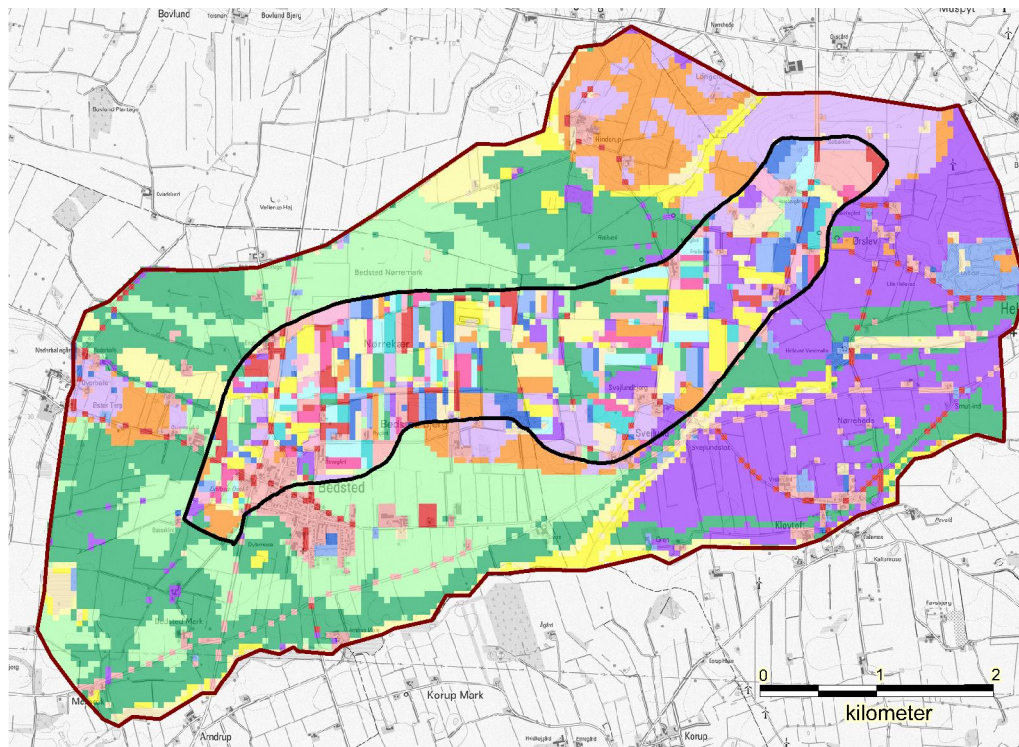
**Figur 2.27: Oversigt DAISY kolonner optalt på grid niveau.**

Figur 2.28 viser en oversigt over DAISY kolonner. Figuren viser, at der er stor detaljeringsgrad i LOOP 6 oplandet fordi hver modelcelle med landbrug er tildelt sin egen sædskifte.

#### Daisy kolonner uden for LOOP oplandet

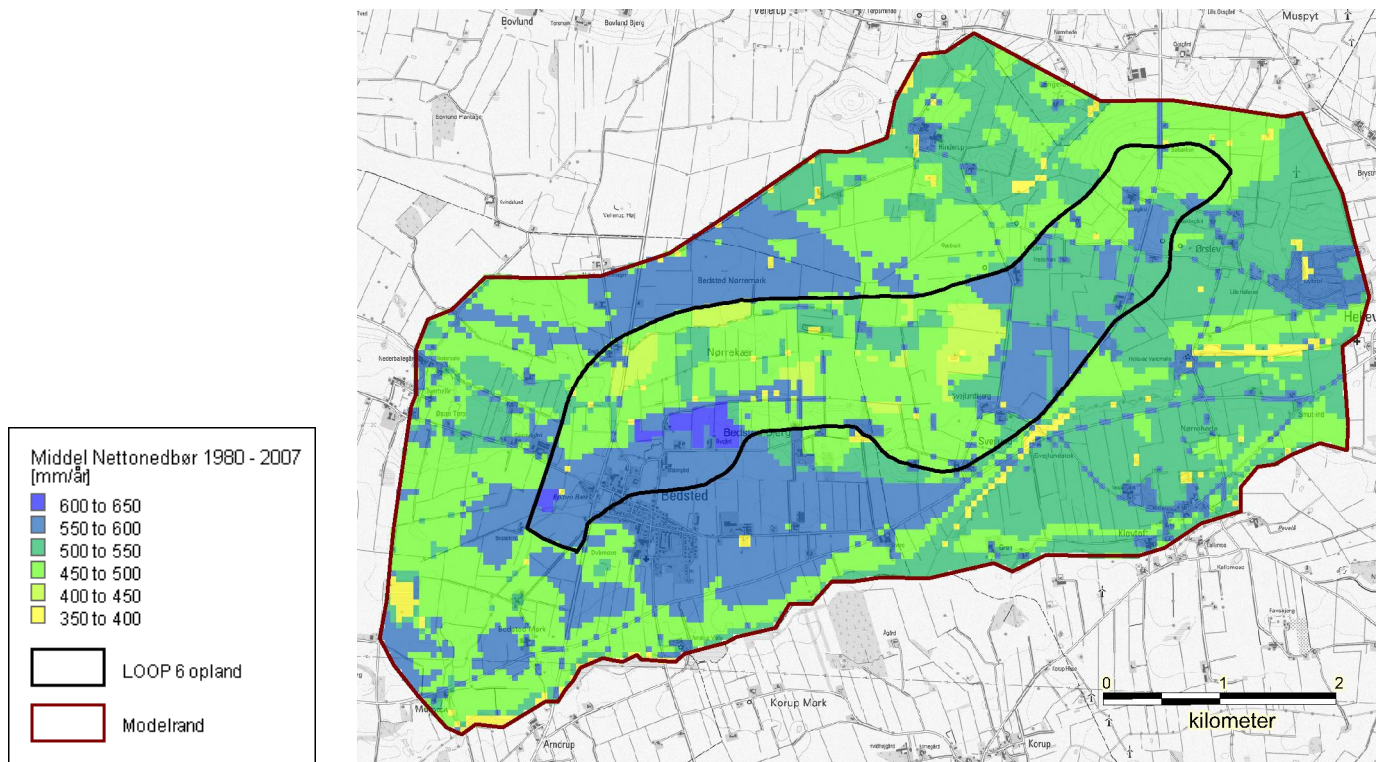
Udenfor LOOP6 området er landbrug tildelt et typisk sædskifte fra DAISY-opsætningen indenfor LOOP6 området, og på den jordtype, der er gældende, dog afhængig af dybden til grundvandsspejlet.

Figur 2.28 viser fordelingen af Daisy-kolonner i modelområdet. Der er stor detaljeringsgrad indenfor LOOP 6 oplandet og mindre detaljeringsgrad udenfor fordi landbrug her kun er simuleret med et enkelt sædskifte typisk for området.

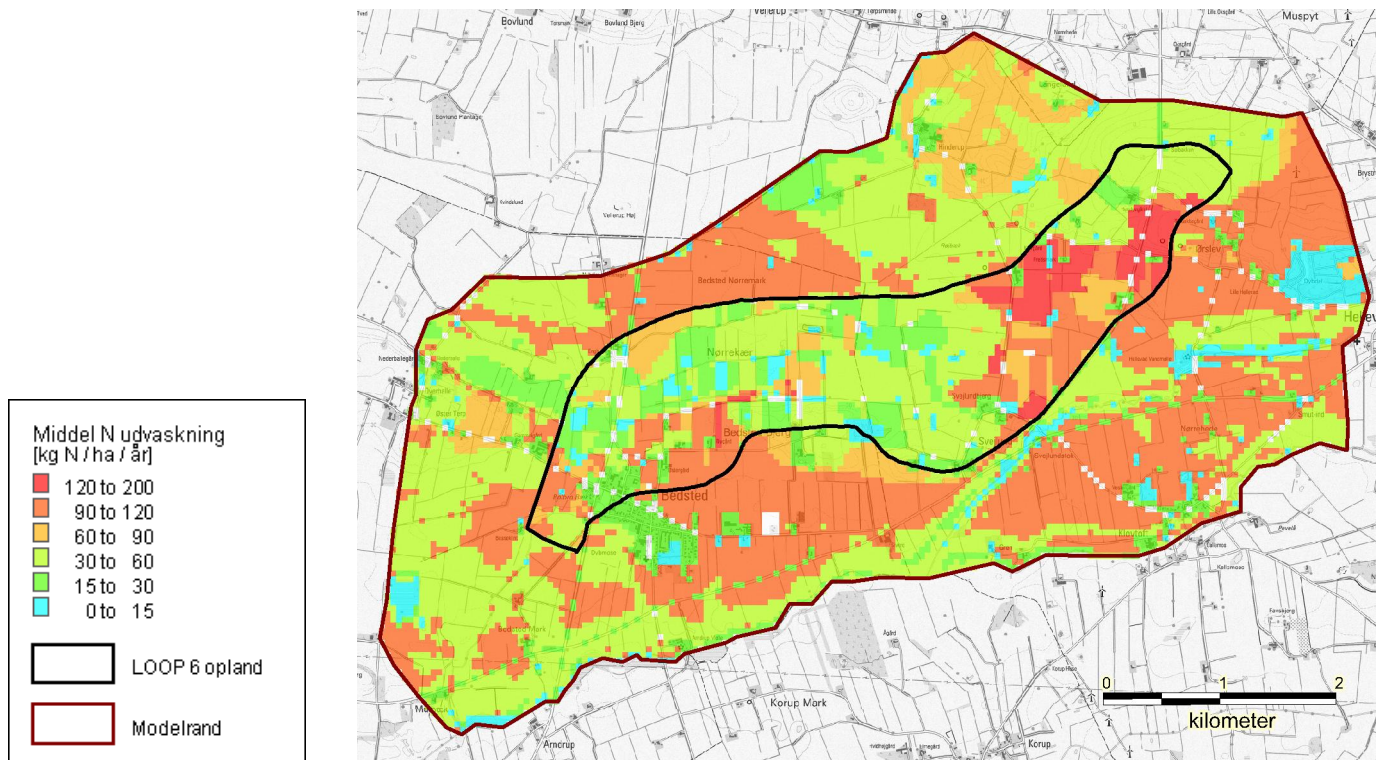


**Figur 2.28: Oversigt over DAISY kolonner.**

Forskellen i detaljeringsgrad afspejles i mindre grad i variationen i nettonedbør, Figur 2.29, og i nitratudvaskningen Figur 2.30.



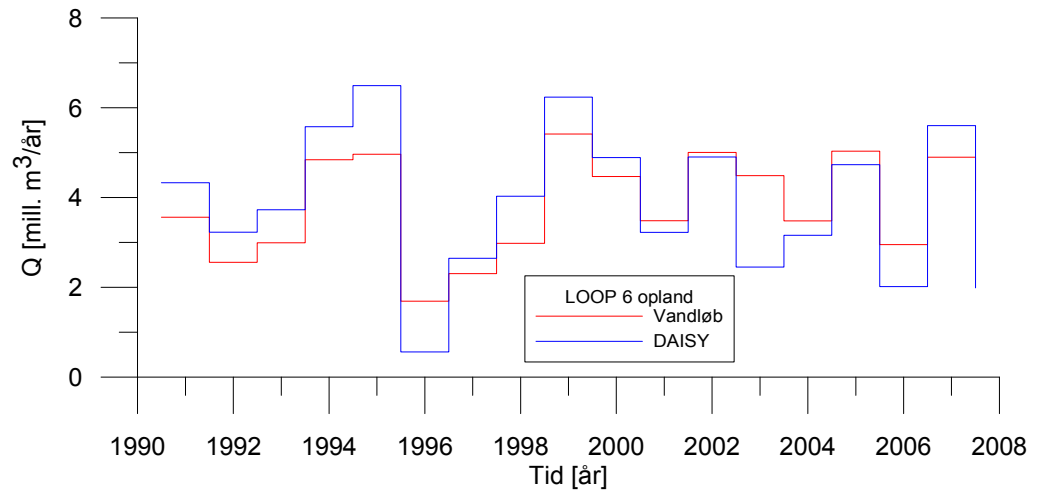
Figur 2.29. Middel nettonedbør i modelområdet.



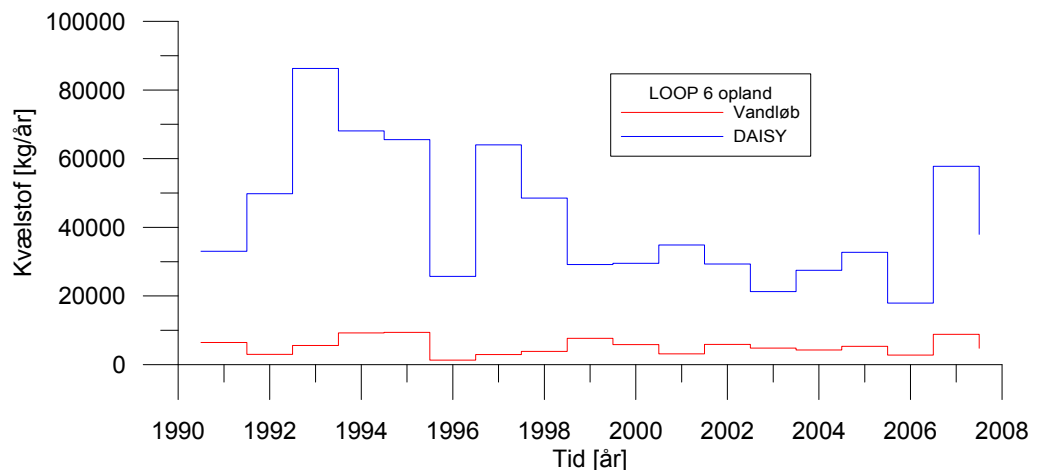
**Figur 2.30. Middel nitrat udvaskning fra modelområdet.**

### 2.6.2 DAISY nettonedbør og afstrømning i LOOP 6 området

Figur 2.31 viser den årlige afstrømning for LOOP 6 oplandet målt ved station HU 42.42. Afstrømningen er sammenlignet med DAISY nettonedbøren for LOOP 6. Ved tørre år er afstrømningen i LOOP 6 oplandet under 2 mill. m<sup>3</sup>, mens afstrømningen i våde år nærmer sig 6 mill. m<sup>3</sup>. Der er generelt god sammenhæng mellem DAISY beregnet nettonedbør og målt afstrømning.

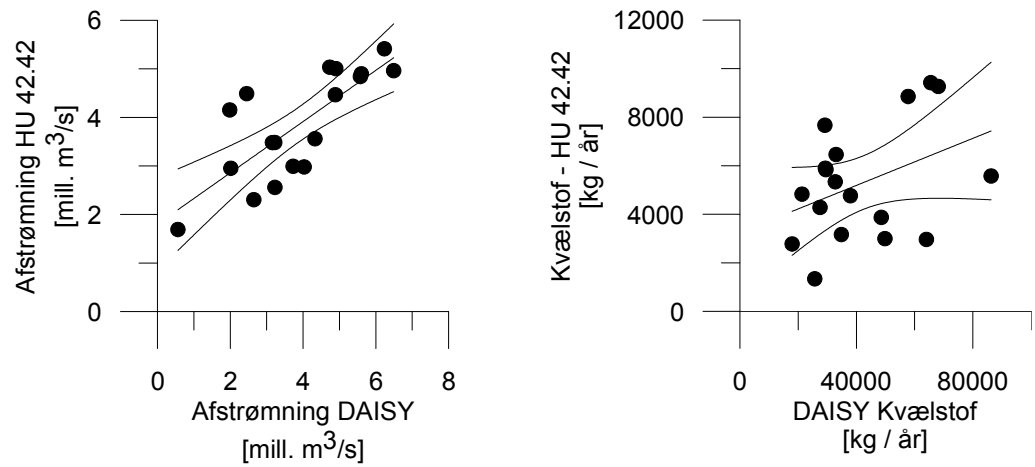


**Figur 2.31: Afstrømning ved Hu 42.42 sammenlignet med DAISY nettonedbør for LOOP 6 oplandet (hydrologiske år).**

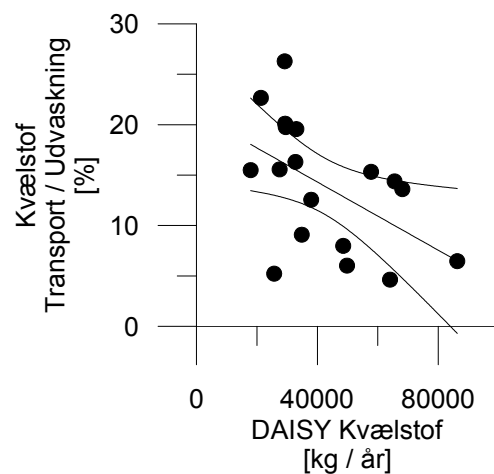


**Figur 2.32: Transport af kvælstof ved Hu 42.42 og DAISY kvælstof udvaskning i 1990-2007 (hydrologiske år).**

Figur 2.33 viser den årlige afstrømning ved station HU 42.42 som funktion af årlig DAISY nettonedbør. Der er en relativt god sammenhæng ( $r^2 = 0.69$ ). Hældningen på grafen er 0.63, hvilket skyldes at middelfafstrømningen er målt til 3.89 mill. m<sup>3</sup>/år, mens middel DAISY nettonedbør er 4.01, samt en tendens til at den målte afstrømning er større end nettonedbør ved tørre år. Dette skyldes en forsinkelse i afstrømningen og ved tørre år er afstrømningen fortrinsvis baseflow domineret, hvilket betyder at der vil være vand i vandløbet selvom det er et tørt år.



**Figur 2.33: Årlig afstrømning ved HU nr. 42.42 som funktion af med årlig DAISY nettonedbør for LOOP 6 oplandet.**



**Figur 2.34: Omsætning af nitrat i forhold til nitratudvaskning fra Daisy.**

Vandbalancen betragter kun vandløbsafstrømning og nettonedbør og medtager ikke strømning af grundvand over randen LOOP 6 oplandet (det antages at der ikke er anden strømning af vand over LOOP 6 rand, eks vandforsyning). Den gode vandbalance (samlet fejl på 3 % over 17 år) indikerer at grundvandstransporten ikke skal forventes at være dominerende.

### 3 Referencer

- /1/ Chapman TG, 1991. Comment on evaluation of automated techniques for base flow and recession analyses, by RJ Nathan and TA McMahon. *Water Resources Research*, 27(7), 1783-1784