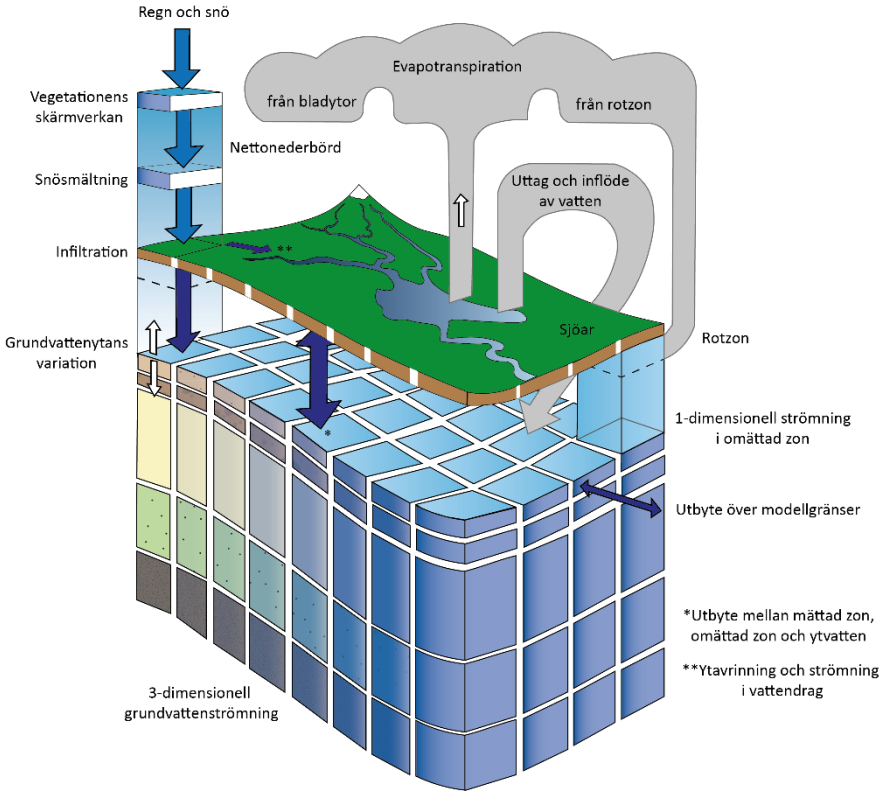
Vattenbalanser med MIKE SHE

Presentation för Grundvattenrådet för Kristianstadsslätten 2023-10-25

Linda Randsalu, DHI

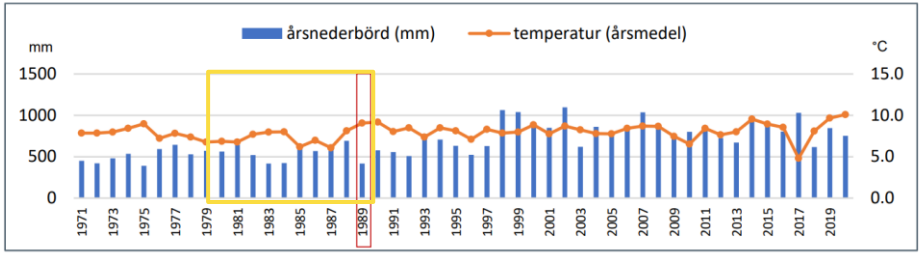
MIKE SHE?

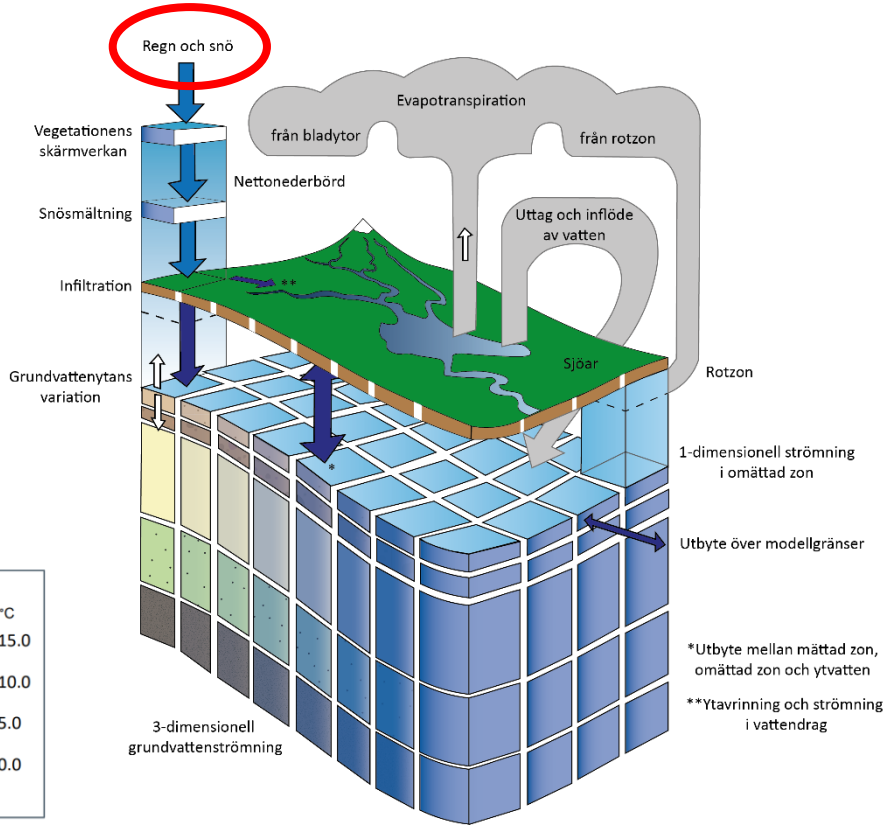
- Numeriskt modellsystem för geohydrologisk modellering
- Beskriver hela den hydrologiska cykeln
- Uppsatt i Kristianstad 1995-1998
- Kontinuerligt uppdaterad och kalibrerad



VAD DRIVER MODELLEN?

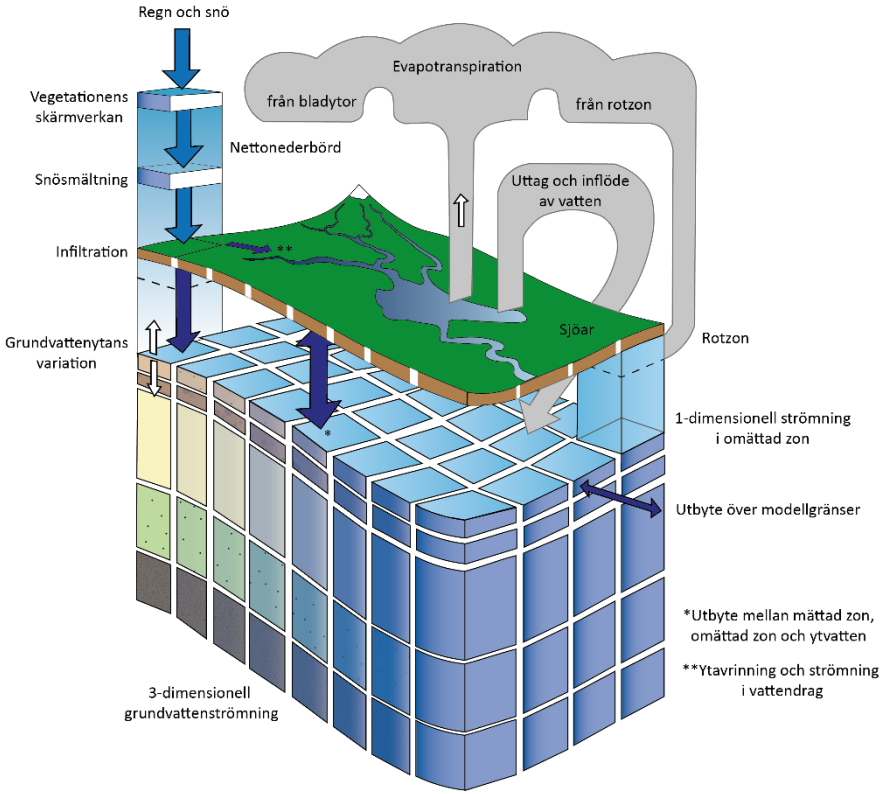
- Nederbörds-/temperaturdata från 1980-1989
- Bedöms representativ för en normal 10-årsperiod
- Ofta torrår av intresse: 1989 det näst torraste året under perioden 1971-2020





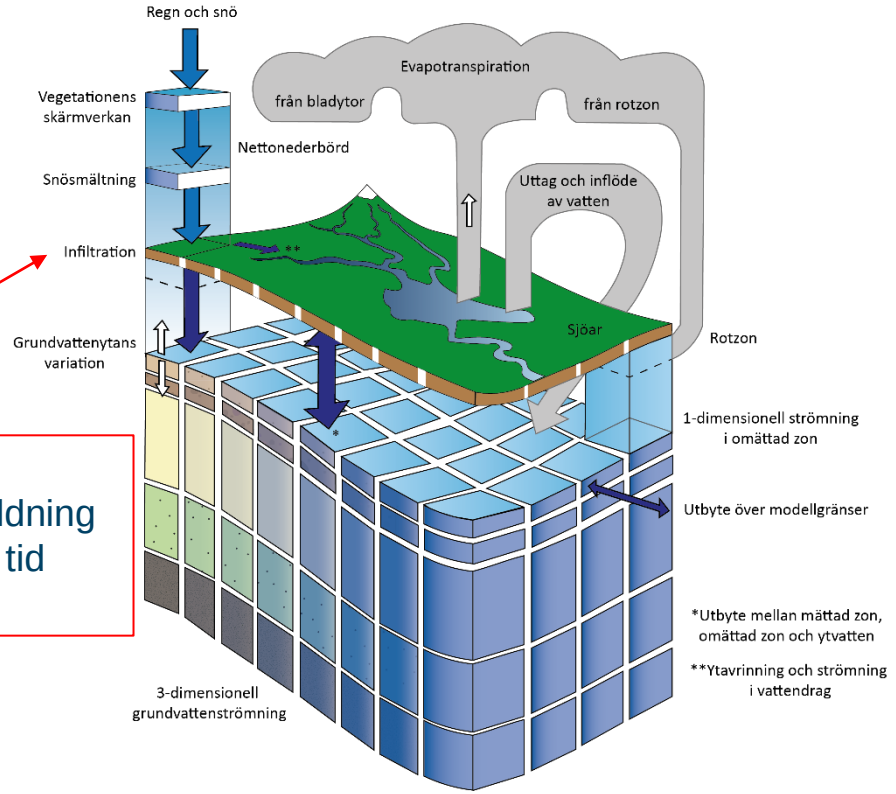
MODELLUPPBYGGNAD - YTA

- Månadsvarierande potentiell avdunstning från SMHI
- Topografi
- Markanvändning: tidsvarierande bladyteindex och vegetationstyp (påverkar interception och transpiration)
- Förenklad jordartskarta:
  - Torv
  - Sand
  - Lera
  - Grus
  - Morän



MODELLUPPBYGGNAD - YTA

- Månadsvarierande potentiell avdunstning från SMHI
- Topografi
- Markanvändning: tidsvarierande bladyteindex och vegetationstyp (påverkar interception och transpiration)
- Förenklad jordartskarta:
  - Torv
  - Sand
  - Lera
  - Grus
  - Morän

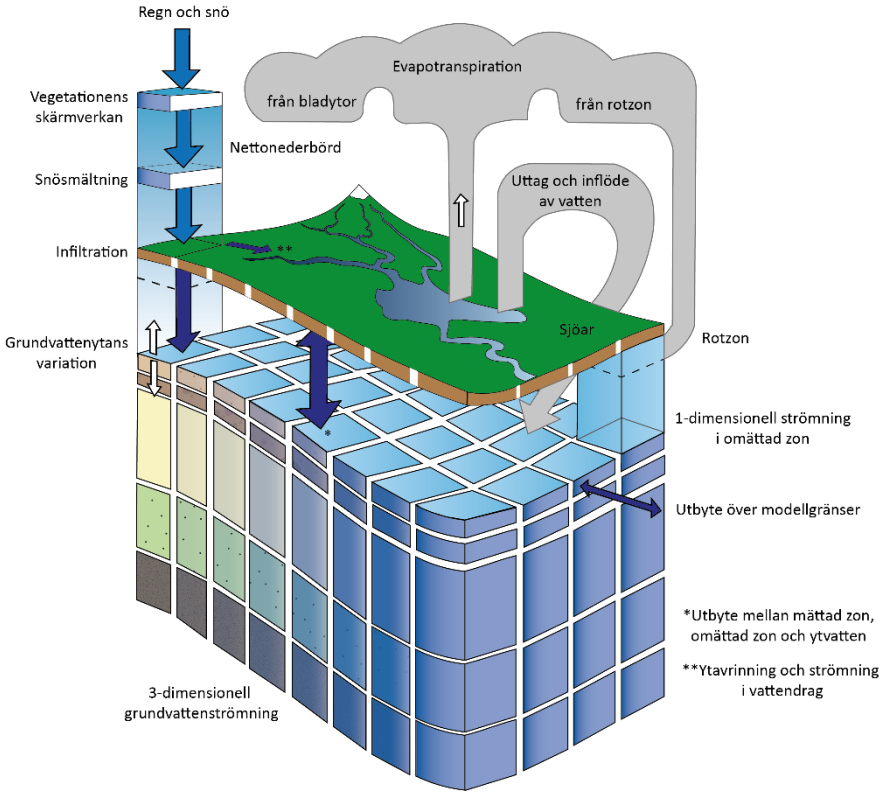


Infiltration och grundvattenbildning som varierar i tid och rum

MODELLUPPBYGGNAD - YTA

- En del av det bildade grundvattnet dräneras till diken och vattendrag
  - Dräneringsrutin
  - Vattendragsmodell (MIKE 11)

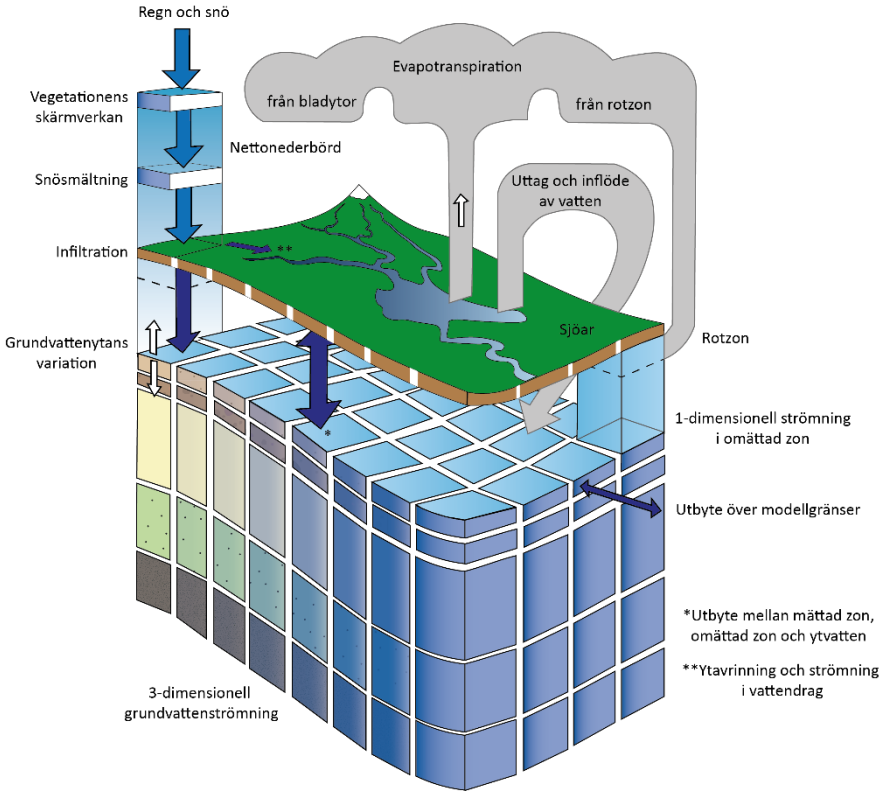
- Det som är kvar fortsätter neråt



MODELLUPPBYGGNAD - GEOLOGI

- Åtta geologiska lager, fem beräkningslager
  - Torv
  - Sand
  - Lera
  - Grus

  → Jord
  - Morän → Morän
  - Kalksten → Kalksten
  - Sandsten → Sandsten
  - Urberg → Urberg

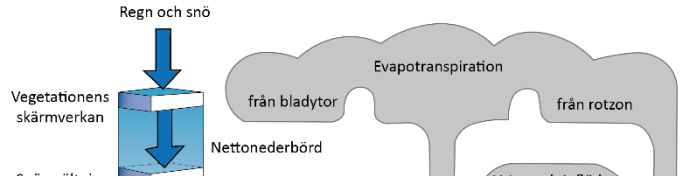


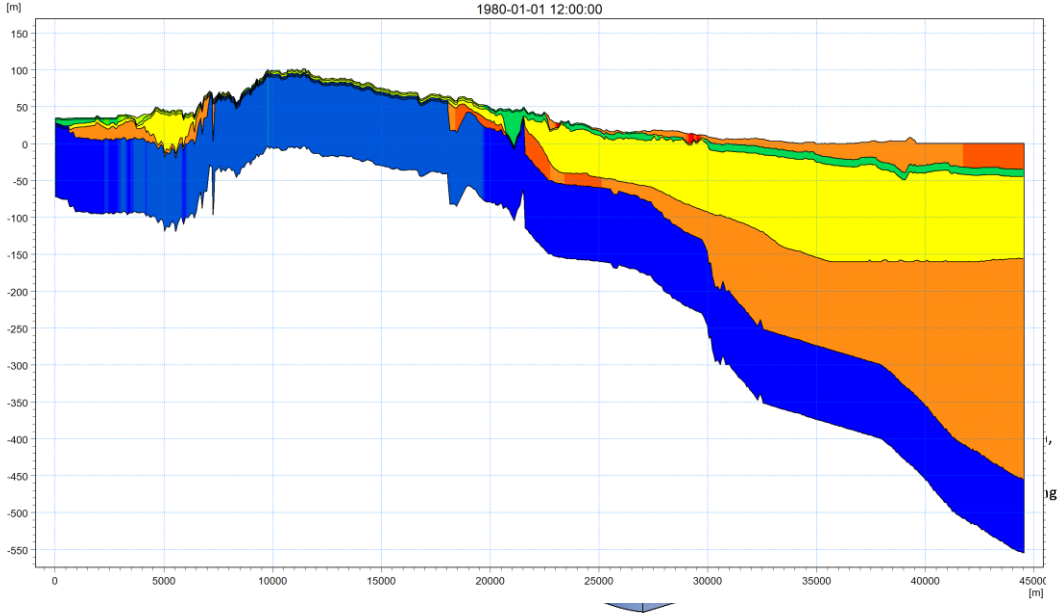
MODELLUPPBYGGNAD - GEOLOGI

- Åtta geologiska lager, fem beräkningslager
  - Torv
  - Sand
  - Lera
  - Grus

  → Jord
  - Morän → Morän
  - Kalksten → Kalksten
  - Sandsten → Sandsten
  - Urberg → Urberg

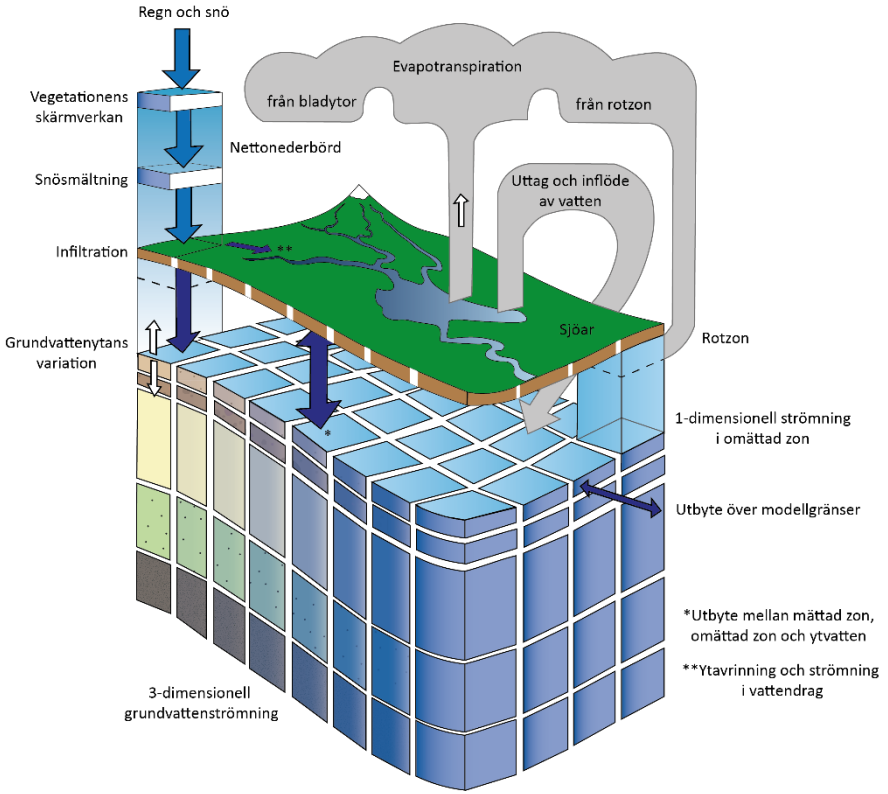
- Grundvattenuttag – ca 750 st totalt





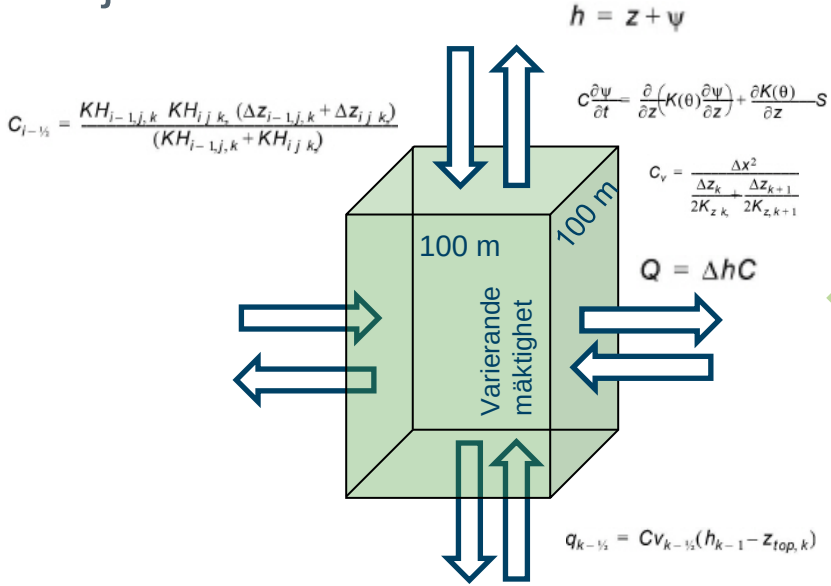
MODELLUPPBYGGNAD - UTTAG

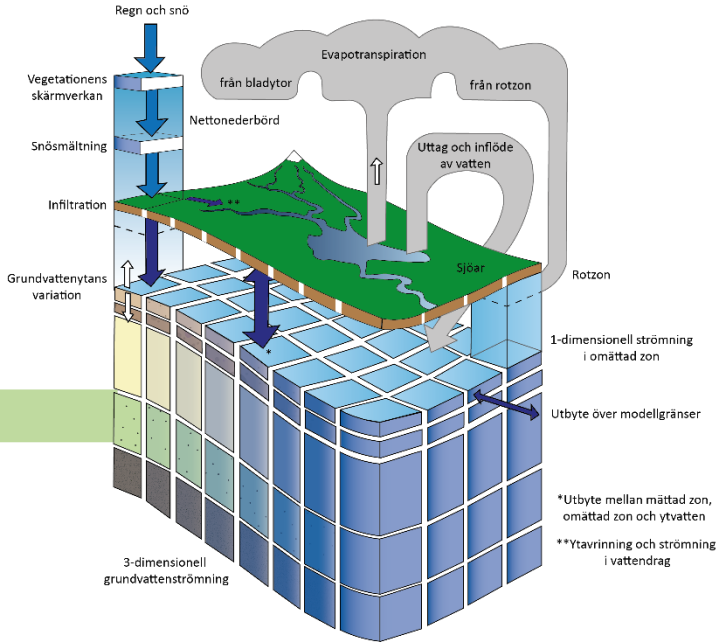
- Grundvattenuttag – ca 750 st totalt



Vattenbalans?

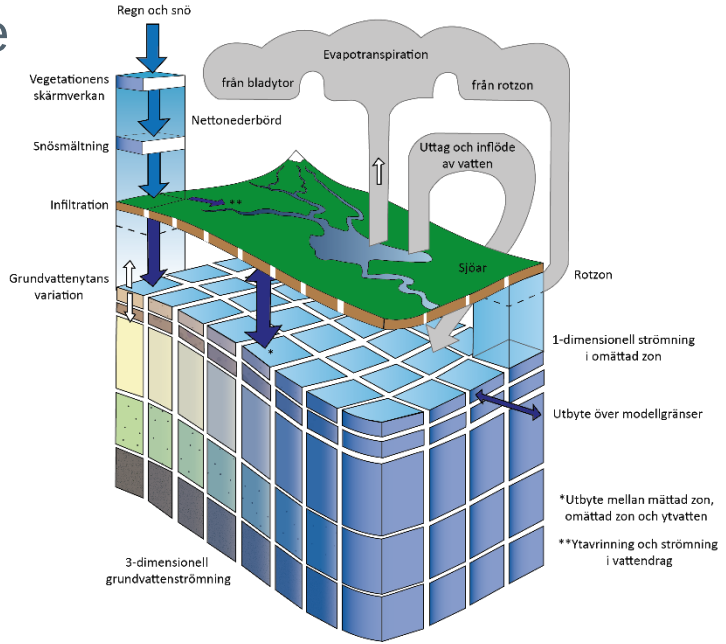
- I varje tidssteg räknar modellen ut hur mycket vatten som rör sig in och ut ur varje modellruta

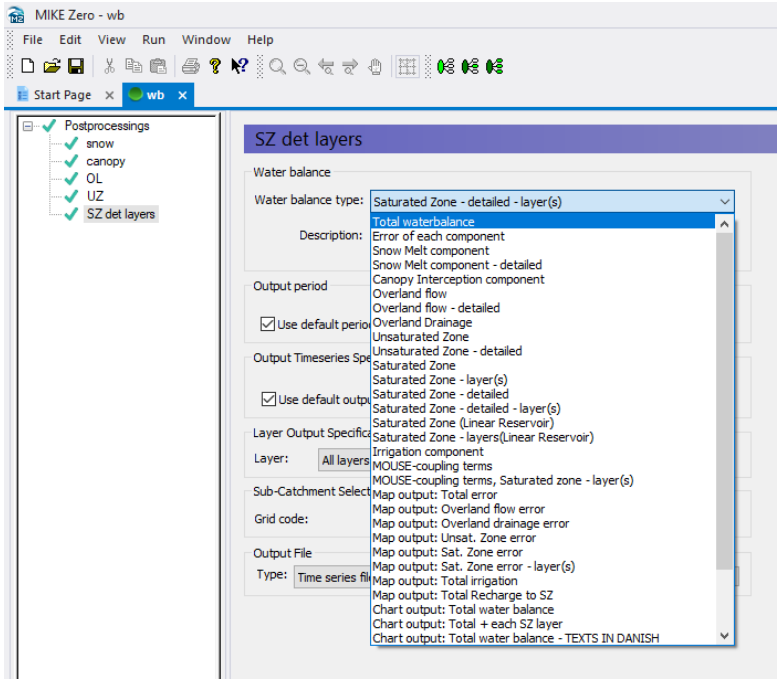




Vattenbalans?

- Vattenbalansen är en sammanfattning av alla dessa flöden inom ett specifikt område under en viss tid
  - 10 år (med drivande data från 80-89)
  - Delar på 10 för att få årsmedelvärde som representerar en normalperiod med torra och blöta, varma och kalla år.

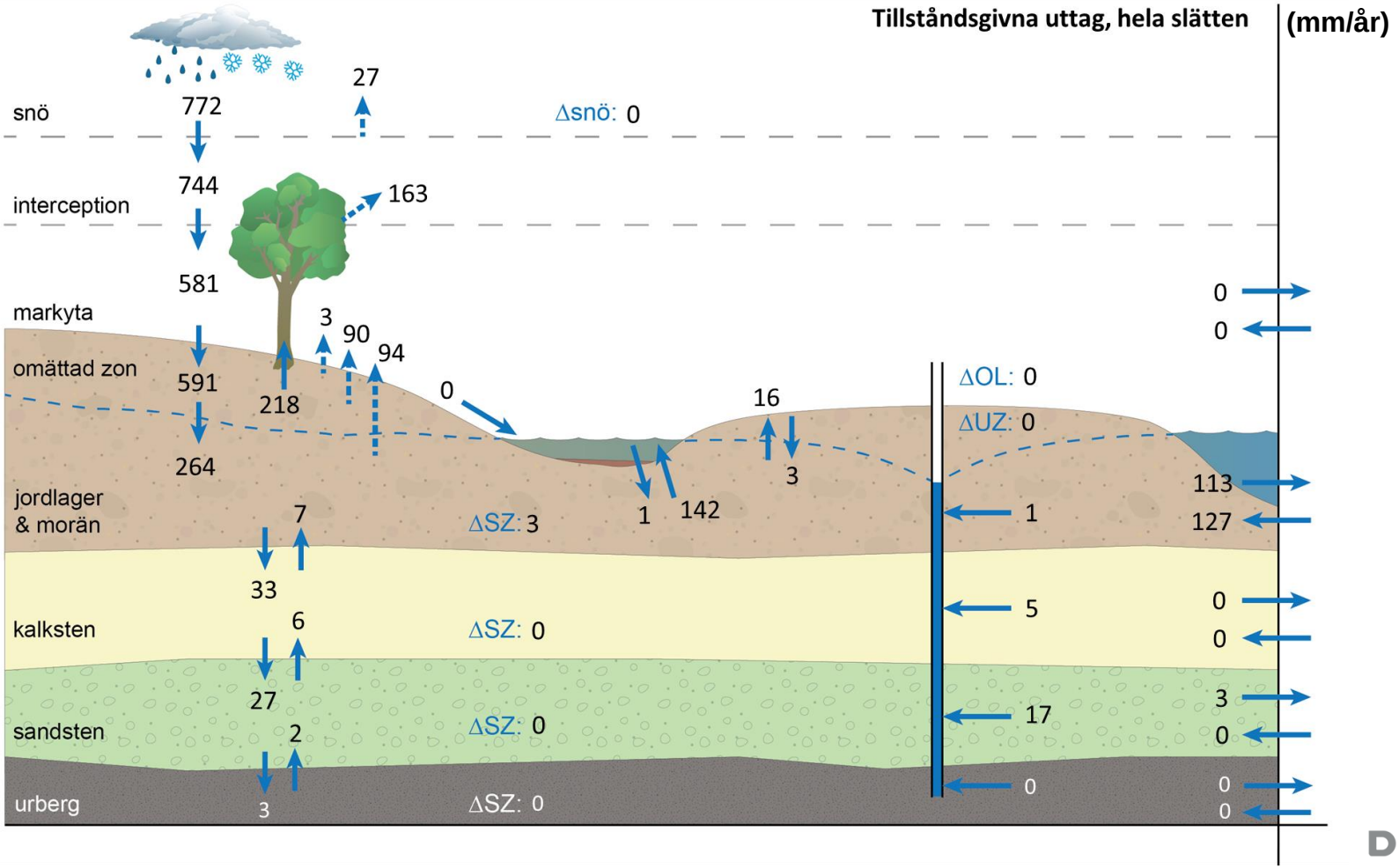


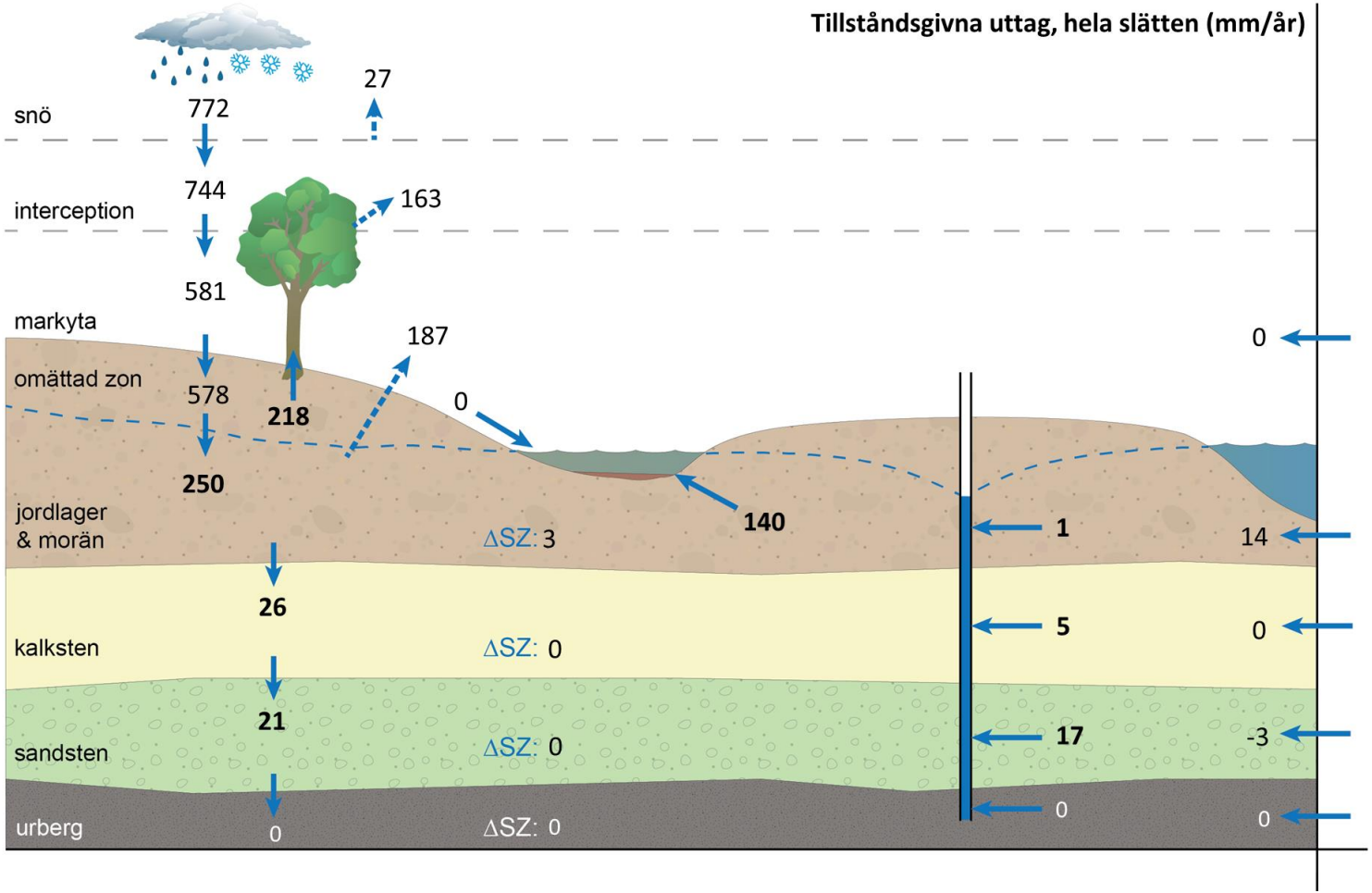


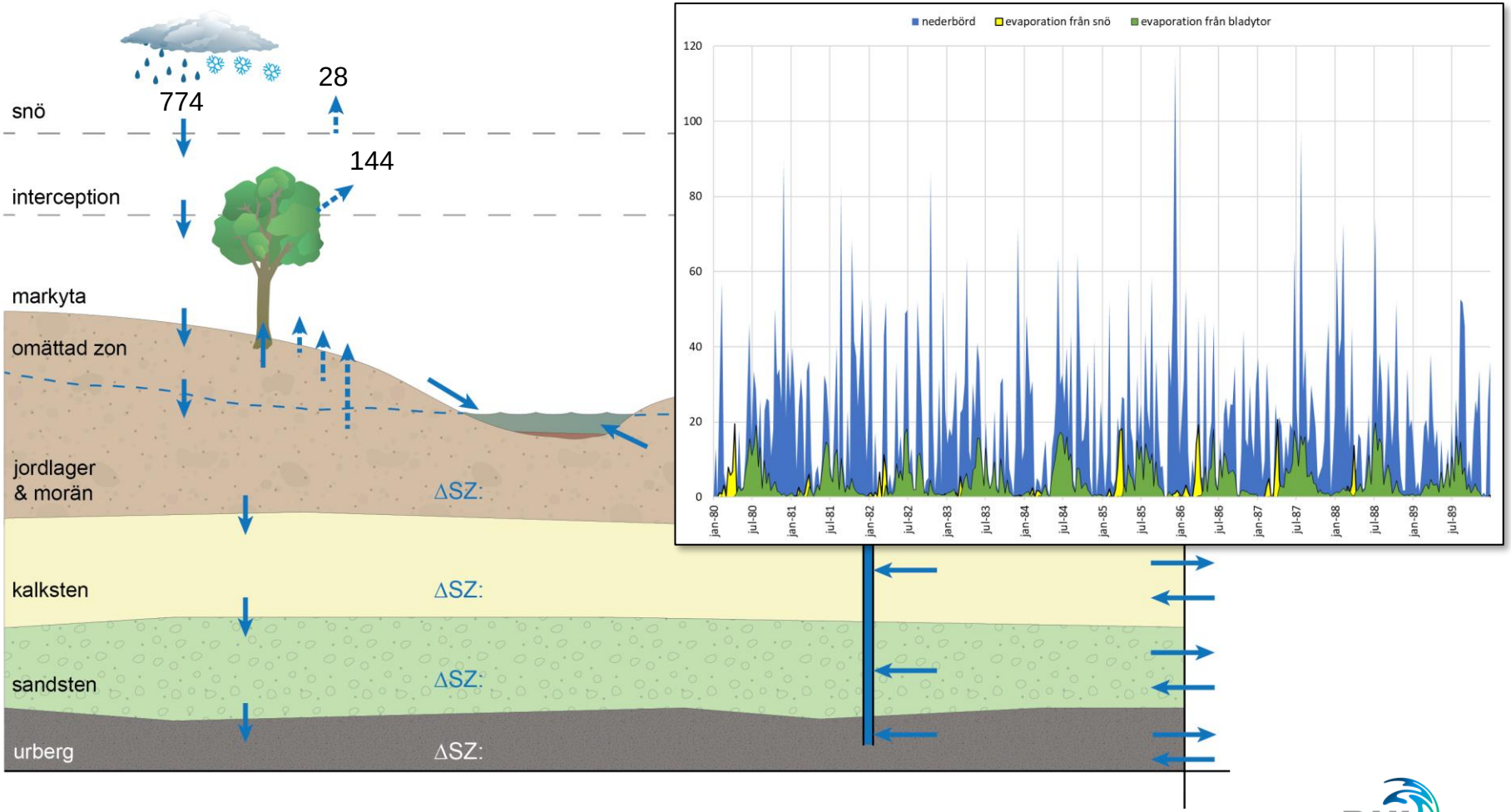
	A	B	C	D	E	F	G
1	10 år	S1	S2	S3	S4	S5	S6
2		Precip	Sprink.Irri	Snow Eva	ThroughFa	Snow Stor	Error
3	1980-01-01 12:00	0	0	0	0	0	0
4	1980-01-11 12:00	-10.3533	0	0	0.021504	10.3316	0
5	1980-01-21 12:00	-11.6055	0	0.098553	0.021503	11.4852	7.61E-06
6	1980-01-31 12:00	-41.7417	0	1.31745	1.44224	38.9839	0.002129
7	1980-02-10 12:00	-90.7829	0	2.06401	7.44966	81.2684	-0.00047
8	1980-02-20 12:00	-97.9124	0	5.39163	7.44966	85.0699	-0.00083
9	1980-03-01 12:00	-99.4335	0	5.62627	7.44966	86.3564	-0.00085
10	1980-03-11 12:00	-105.012	0	13.4523	8.65695	82.9017	-0.00109
11	1980-03-21 12:00	-106.473	0	19.563	8.66587	78.2428	-0.00099
12	1980-03-31 12:00	-110.995	0	25.9638	22.1956	62.8345	-0.00031
13	1980-04-10 12:00	-113.347	0	42.4656	68.6022	2.27662	-0.00118
14	1980-04-20 12:00	-117.367	0	42.8733	74.4896	0.002099	-0.00114
15	1980-04-30 12:00	-134.737	0	42.8733	91.8587	0.002099	-0.00114
16	1980-05-10 12:00	-135.778	0	42.8733	92.8999	0.002099	-0.00114
17	1980-05-20 12:00	-137.023	0	42.8733	94.1447	0.002099	-0.00114
18	1980-05-30 12:00	-146.415	0	42.8733	103.537	0.002099	-0.00114
19	1980-06-09 12:00	-164.596	0	42.8733	121.718	0.002099	-0.00114
364	1989-11-19 12:00	-7654.26	0	270.653	7383.59	0.008161	0.007164
365	1989-11-29 12:00	-7655.44	0	270.707	7384.08	0.647537	0.007151
366	1989-12-09 12:00	-7655.97	0	270.749	7385.09	0.125108	0.007163
367	1989-12-19 12:00	-7682.67	0	271.032	7387.43	24.2081	0.009108
368	1989-12-29 12:00	-7715.3	0	271.542	7443.74	0.007826	0.007025
369							
370							
371							
372							
373							

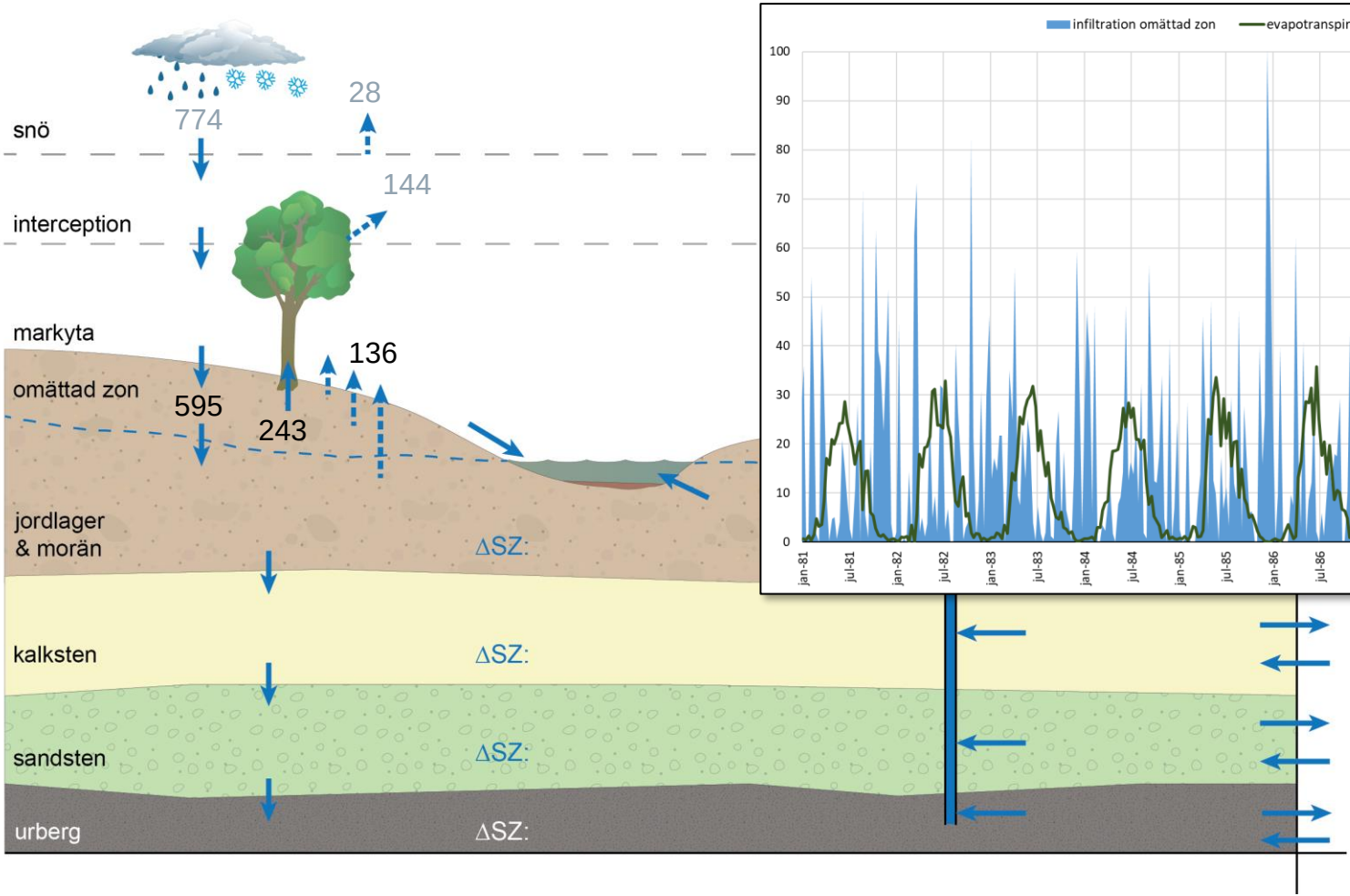
	Compartment	Name	Type	Unit	Item#	Value (per år)	Value (acc)
2		Precip	Storage depth	millimeter	S1	-771.53	-7715.3
3		Sprink.Irrigation	Storage depth	millimeter	S2	0	0
4	Snow	Snow Evap	Storage depth	millimeter	S3	27.1542	271.542
5		ThroughFall	Storage depth	millimeter	S4	744.374	7443.74
6		Snow Stor.Change	Storage depth	millimeter	S5	0.00782585	0.00782585
7		Error	Storage depth	millimeter	S6	0.00702489	0.00702489
8		Precip	Storage depth	millimeter	C1	-744.374	-7443.74
9		Can. ThroughFall	Storage depth	millimeter	C2	581.461	5814.61
10	Canopy	Evaporation	Storage depth	millimeter	C3	162.941	1629.41
11		Can.Stor.Change	Storage depth	millimeter	C4	-0.0275158	-2.75E-01
12		Error	Storage depth	millimeter	C5	-0.000151003	-0.00151003
13		Net Precip	Storage depth	millimeter	OL1	-581.461	-5814.61
14		Drip Irrigation	Storage depth	millimeter	OL2	0	0
15		Evaporation	Storage depth	millimeter	OL3	3.27164	32.7164
16		Infiltration	Storage depth	millimeter	OL4	591.499	5914.99
17		SZ->OL	Storage depth	millimeter	OL5	-16.1397	-161.397
18		OL->SZ	Storage depth	millimeter	OL6	2.63163	26.3163
19	Overland	Bou.Inflow	Storage depth	millimeter	OL7	0	0
20		Bou.Outflow	Storage depth	millimeter	OL8	0.0608489	0.608489
21		Ext.Sinks	Storage depth	millimeter	OL9	0	0
22		OL->River/MOUSE	Storage depth	millimeter	OL10	0.100358	1.00358
23		OL Drain->OL	Storage depth	millimeter	OL11	0	0
24		OL->OL Drain	Storage depth	millimeter	OL12	0	0
25		OL Stor.Change	Storage depth	millimeter	OL13	0.0149596	0.149596
26		Error	Storage depth	millimeter	OL14	-0.00180888	-0.0180888
27		Infiltration	Storage depth	millimeter	UZ1	-591.499	-5914.99
28		Evaporation	Storage depth	millimeter	UZ2	89.9837	899.837
29	Unsaturated zone	Transpiration	Storage depth	millimeter	UZ3	218.186	2181.86
30		Recharge	Storage depth	millimeter	UZ4	263.923	2639.23
31		Ext.Sinks	Storage depth	millimeter	UZ5	0	0
32		Deficit Change	Storage depth	millimeter	UZ6	-0.270966	-2.70966
33		Error	Storage depth	millimeter	UZ7	-19.6774	-196.774
34		qssprecip	Storage depth	millimeter	SZ1	0	0
35		qrech	Storage depth	millimeter	SZ2	-263.9235	-2639.235
36		qrechmp	Storage depth	millimeter	SZ3	0	0
37		qolszpos	Storage depth	millimeter	SZ4	16.11966	161.1966
38		qolszneg	Storage depth	millimeter	SZ5	-2.631833	-26.31833
39		qetsz	Storage depth	millimeter	SZ6	93.64476	936.4476
40		qszin	Storage depth	millimeter	SZ7	-126.8002	-1268.002
41		qszout	Storage depth	millimeter	SZ8	112.6094	1126.094
42		qszzpos	Storage depth	millimeter	SZ9	0	0
43		qszzneg	Storage depth	millimeter	SZ10	0	0
44		dszsto	Storage depth	millimeter	SZ11	3.006251	30.06251
45		qszabsex	Storage depth	millimeter	SZ12	0.6066224	6.066224
46		qszdrin	Storage depth	millimeter	SZ13	0	0
47	Saturated zone, detailed L1 jord	qszdrout	Storage depth	millimeter	SZ14	0	0
48		qszdrtorivin	Storage depth	millimeter	SZ15	133.5809	1335.809
49		qszdrtorivex	Storage depth	millimeter	SZ16	4.28881	42.8881
50		qszdrtoM11HPoint	Storage depth	millimeter	SZ17	0	0
51		qszrivneg	Storage depth	millimeter	SZ18	-1.248167	-12.48167
52		qszrivpos	Storage depth	millimeter	SZ19	2.91815	29.1815
53		qszfloodneg	Storage depth	millimeter	SZ20	0	0

Vanlig vattenbalans för Kristianstad, 182 poster

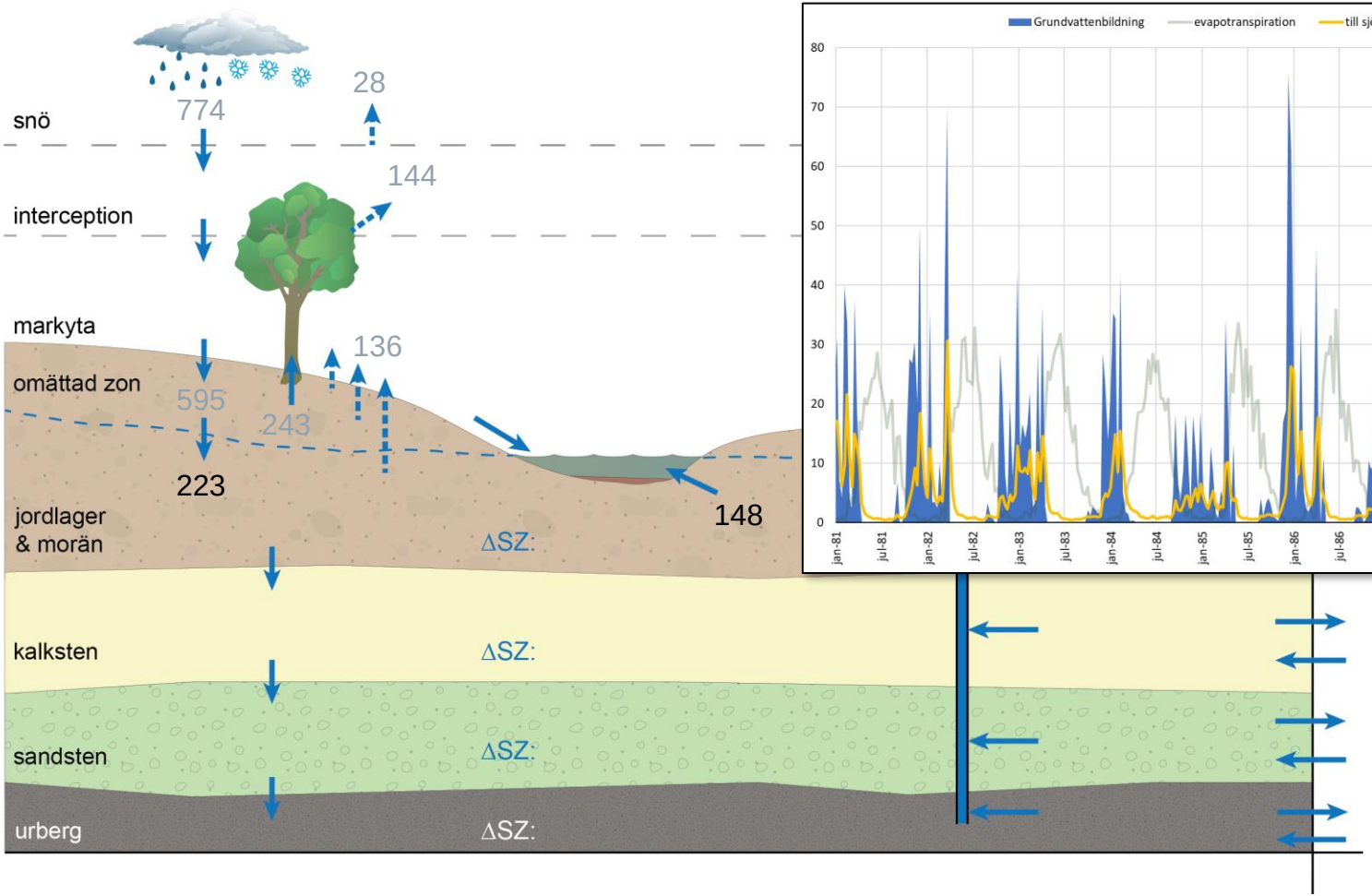

Tillståndsgivna uttag, hela slätten
(mm/år)
snö
772
27
ΔSnö: 0
interception
744
163
581
markyta
3
90
94
omättad zon
591
218
0
16
ΔOL: 0
ΔUZ: 0
264
3
jordlager
& morän
7
ΔSZ: 3
1
142
1
113
127
33
kalksten
6
ΔSZ: 0
5
0
0
27
sandsten
2
ΔSZ: 0
17
3
0
urberg
3
ΔSZ: 0
0
0
0


Tillståndsgivna uttag, hela slätten (mm/år)
snö
772
27
interception
744
163
581
markyta
omättad zon
578
218
187
0
250
jordlager
& morän
ΔSZ: 3
140
1
14
26
kalksten
ΔSZ: 0
5
0
21
sandsten
ΔSZ: 0
17
-3
urberg
0
ΔSZ: 0
0
0
0

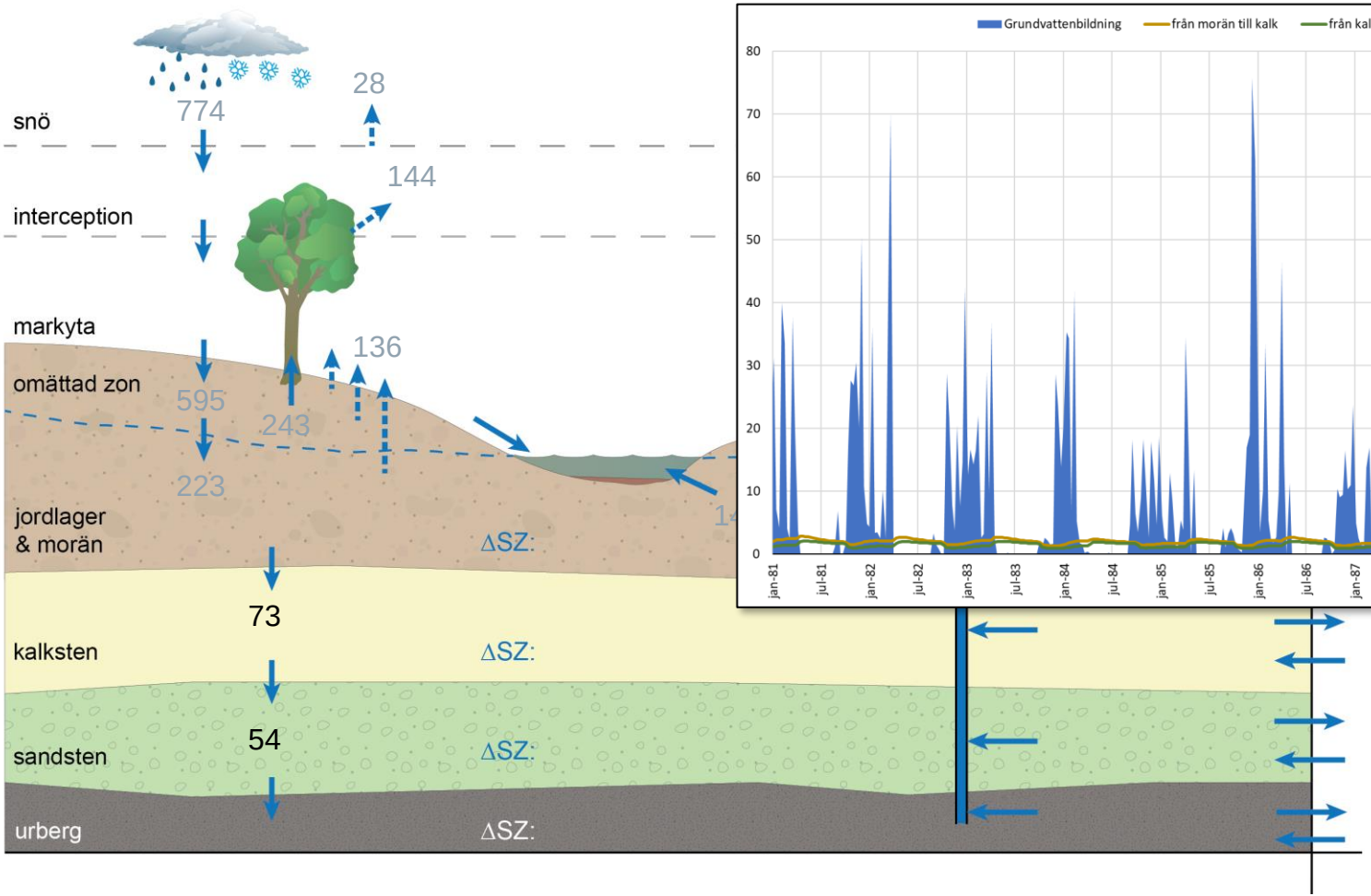

774
28
144
snö
interception
markyta
omättad zon
jordlager
& morän
ΔSZ:
kalksten
ΔSZ:
sandsten
ΔSZ:
urberg
ΔSZ:
nederbörd
evaporation från snö
evaporation från bladytor
120
100
80
60
40
20
0
jan-80
jul-80
jan-81
jul-81
jan-82
jul-82
jan-83
jul-83
jan-84
jul-84
jan-85
jul-85
jan-86
jul-86
jan-87
jul-87
jan-88
jul-88
jan-89
jul-89


774
28
snö
144
interception
markyta
136
omättad zon
595
243
jordlager
& morän
ΔSZ:
kalksten
ΔSZ:
sandsten
ΔSZ:
urberg
ΔSZ:

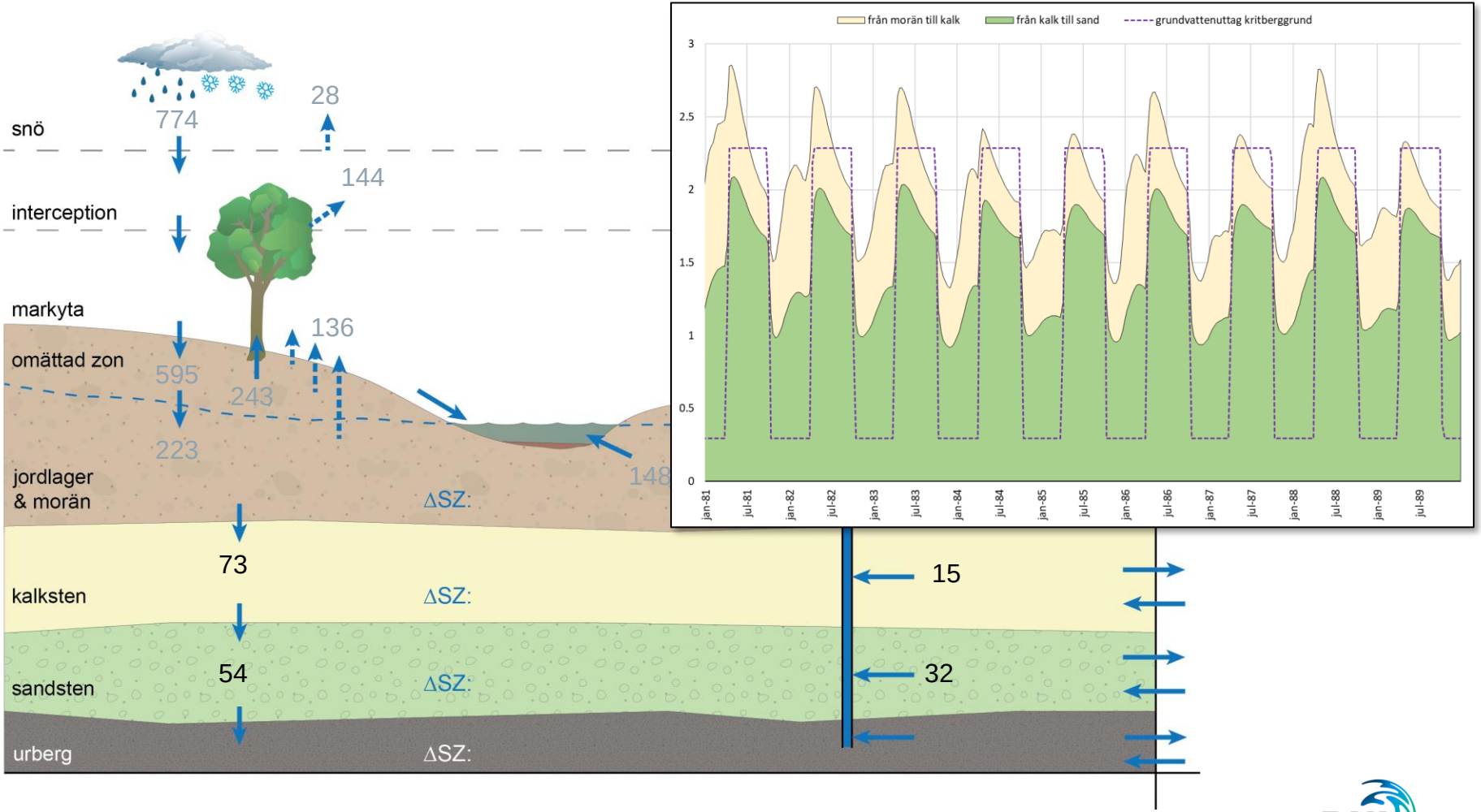
infiltration omättad zon
evapotranspiration
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
jan-81
jul-81
jan-82
jul-82
jan-83
jul-83
jan-84
jul-84
jan-85
jul-85
jan-86
jul-86
jan-87
jul-87
jan-88
jul-88
jan-89
jul-89

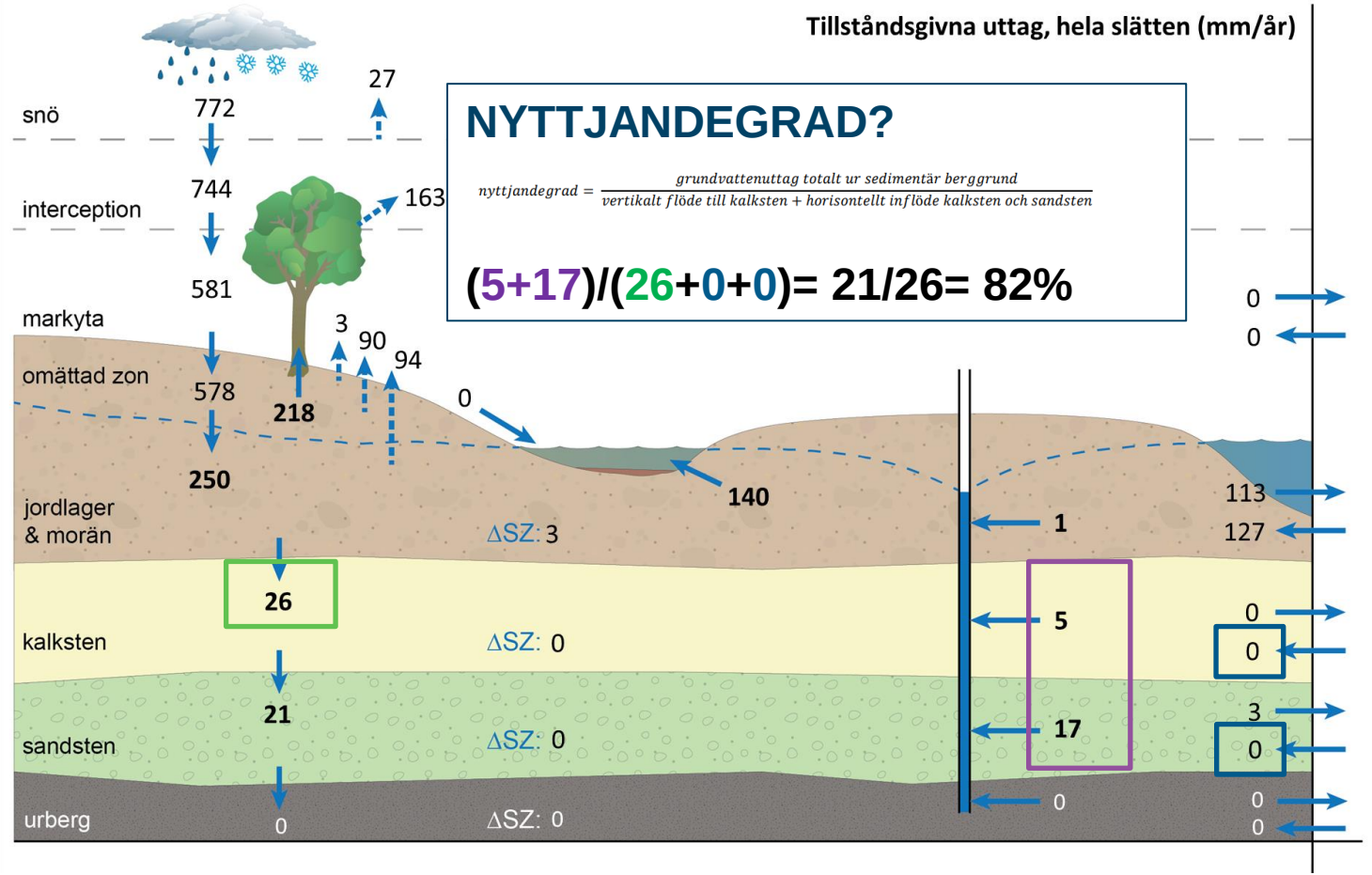

snö
774
28
interception
144
markyta
omättad zon
595
243
136
223
148
jordlager
& morän
ΔSZ:
kalksten
ΔSZ:
sandsten
ΔSZ:
urberg
ΔSZ:

Grundvattenbildning
evapotranspiration
till sjöar och vattendrag
80
70
60
50
40
30
20
10
0
jan-81
jul-81
jan-82
jul-82
jan-83
jul-83
jan-84
jul-84
jan-85
jul-85
jan-86
jul-86
jan-87
jul-87
jan-88
jul-88
jan-89
jul-89


snö
774
28
interception
144
markyta
omättad zon
595
243
136
223
jordlager
& morän
ΔSZ:
73
kalksten
ΔSZ:
54
sandsten
ΔSZ:
urberg
ΔSZ:

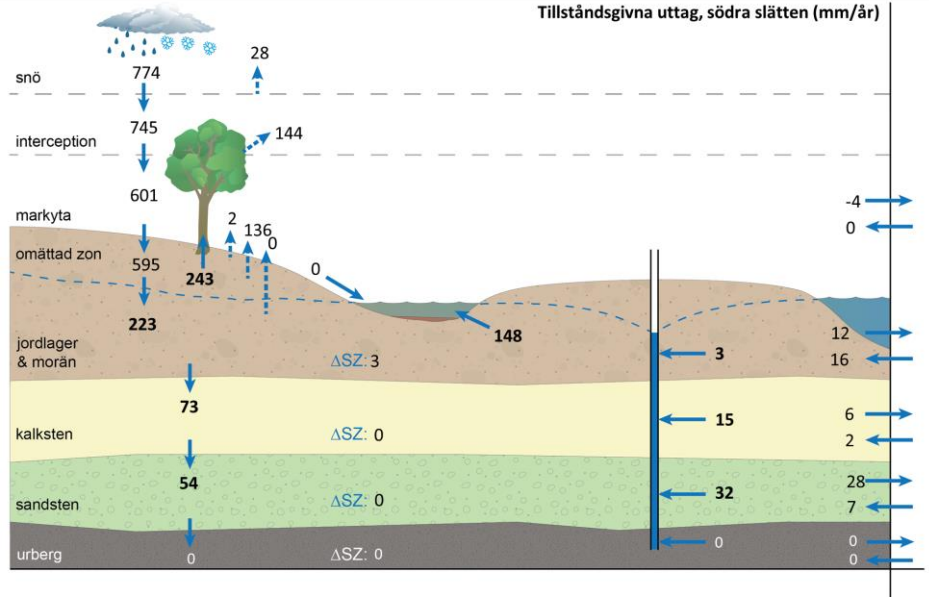
Grundvattenbildning
från morän till kalk
från kalk till sand
80
70
60
50
40
30
20
10
0
jan-81
jul-81
jan-82
jul-82
jan-83
jul-83
jan-84
jul-84
jan-85
jul-85
jan-86
jul-86
jan-87
jul-87
jan-88
jul-88
jan-89
jul-89

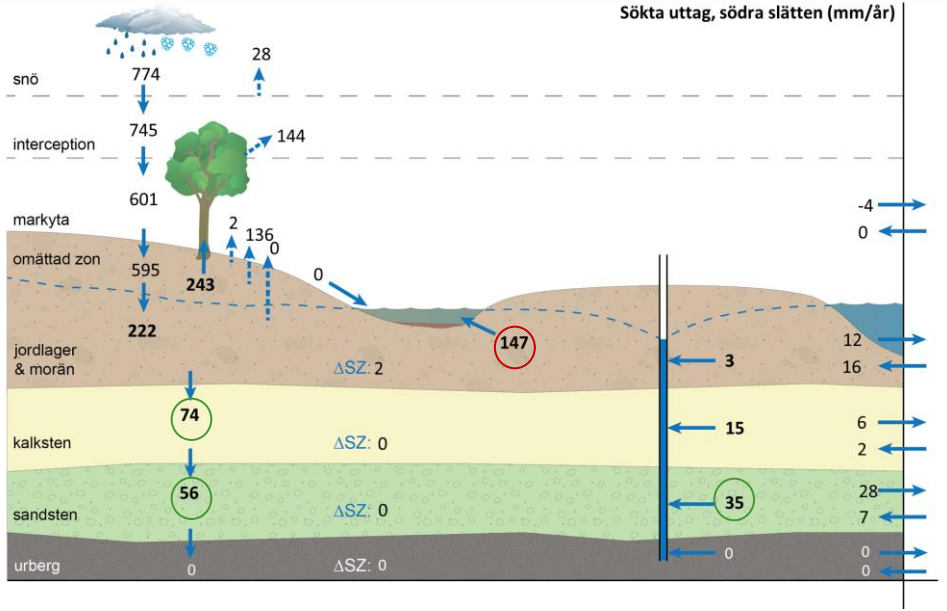

snö
774
28
interception
144
markyta
omättad zon
595
243
136
223
148
jordlager
& morän
ΔSZ:
73
kalksten
ΔSZ:
54
sandsten
ΔSZ:
urberg
ΔSZ:
15
32
från morän till kalk
från kalk till sand
grundvattenuttag kritberggrund
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
jan-81
jul-81
jan-82
jul-82
jan-83
jul-83
jan-84
jul-84
jan-85
jul-85
jan-86
jul-86
jan-87
jul-87
jan-88
jul-88
jan-89
jul-89


Tillståndsgivna uttag, hela slätten (mm/år)
NYTTJANDEGRAD?
nyttjandegrad = grundvattenuttag totalt ur sedimentär berggrund / vertikalt flöde till kalksten + horisontellt inflöde kalksten och sandsten
(5+17)/(26+0+0)= 21/26= 82%
snö
interception
markyta
omättad zon
jordlager & morän
kalksten
sandsten
urberg
772
27
744
163
581
3
90
94
578
218
250
0
140
26
21
0
ΔSZ: 3
ΔSZ: 0
ΔSZ: 0
ΔSZ: 0
1
5
17
0
0
0
113
127
0
0
0
3
0
0
0
0
0

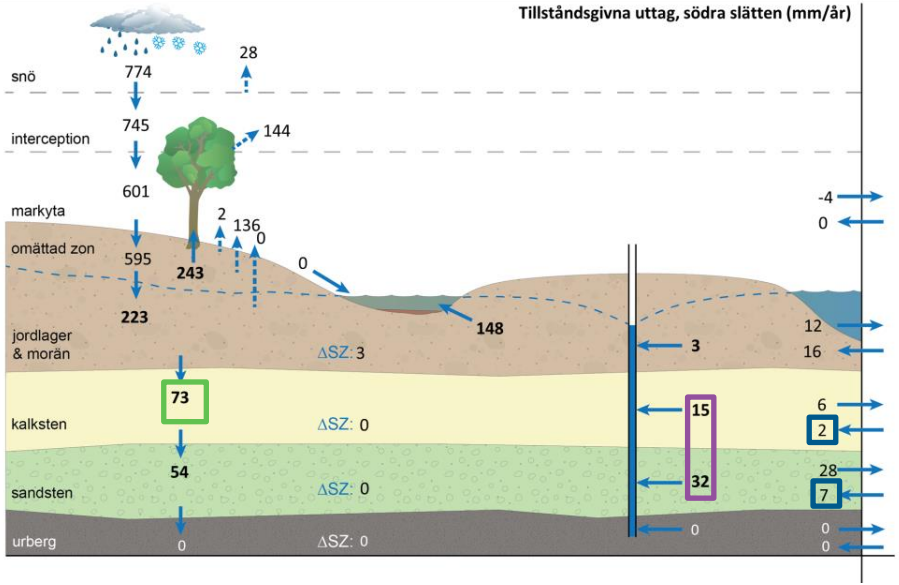
Uttagsförändringar

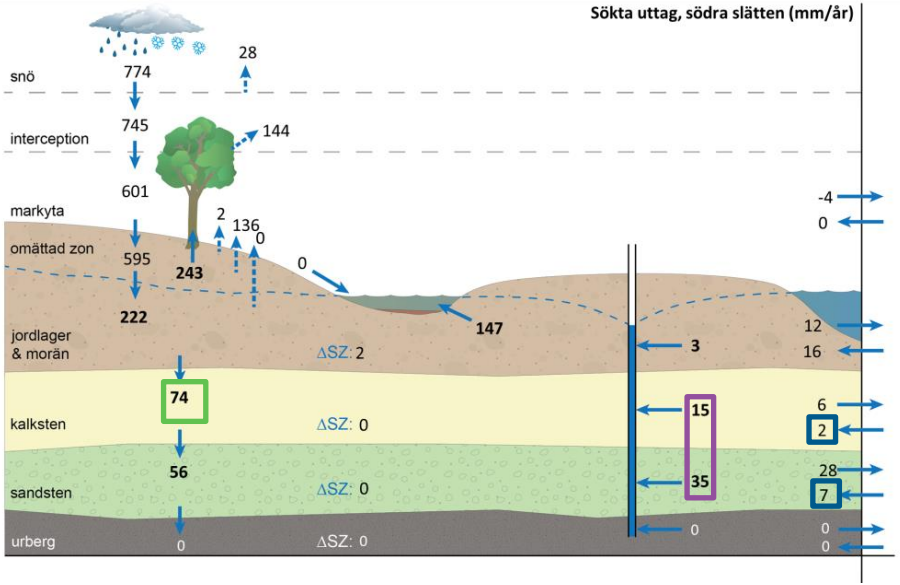
Ökade uttag 1,3 Mm^3/år





Ökade uttag 1,3 Mm^3/år





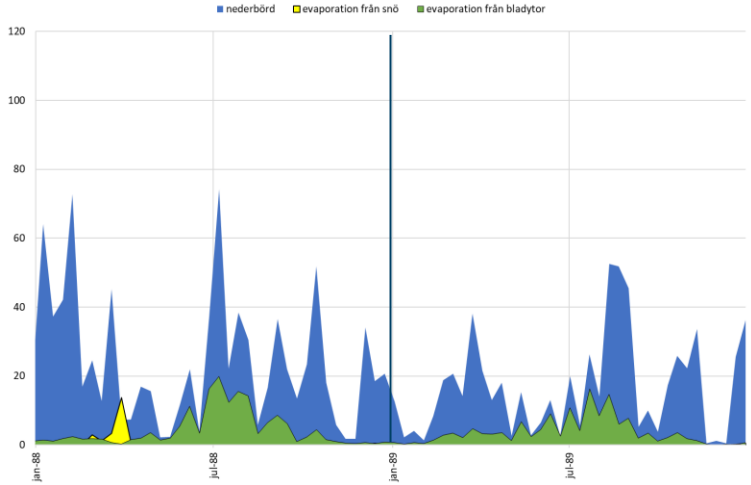
Nyttjandegrad

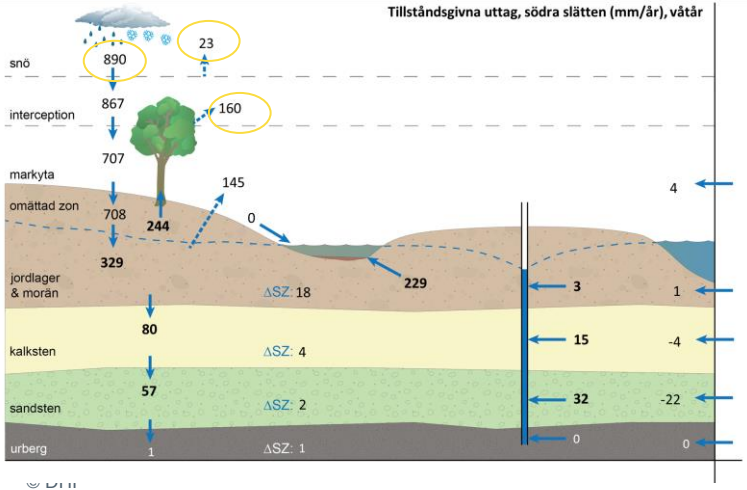
(15+32)/(73+2+7)=
47/82 = 58%

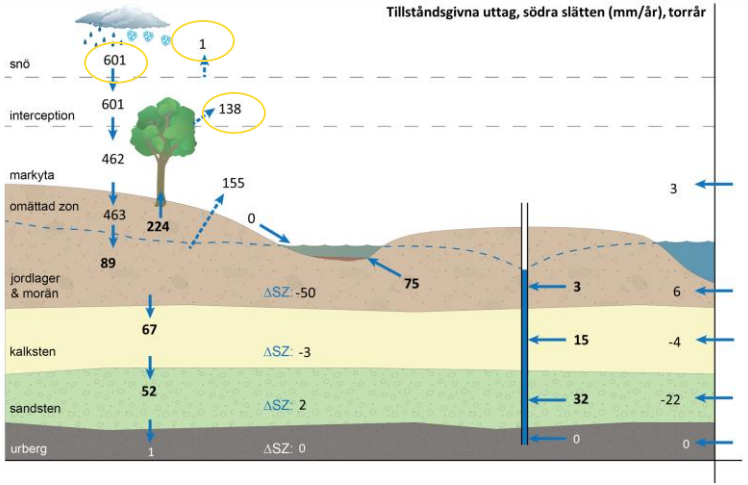
Nyttjandegrad

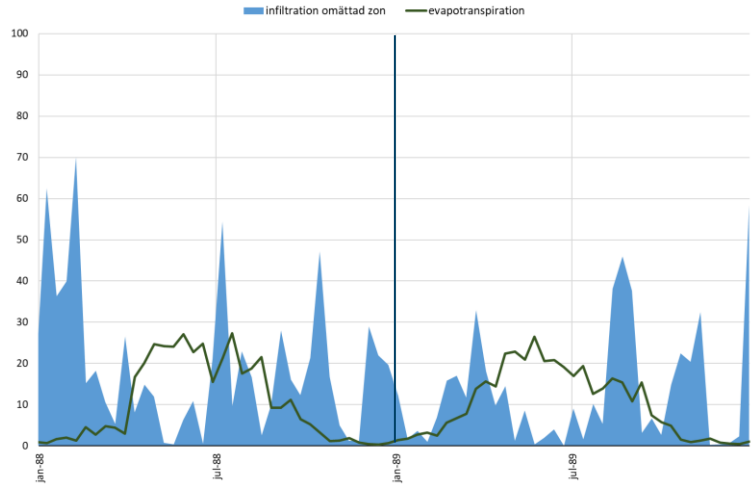
(15+35)/(74+2+7)=
50/83 = 60%

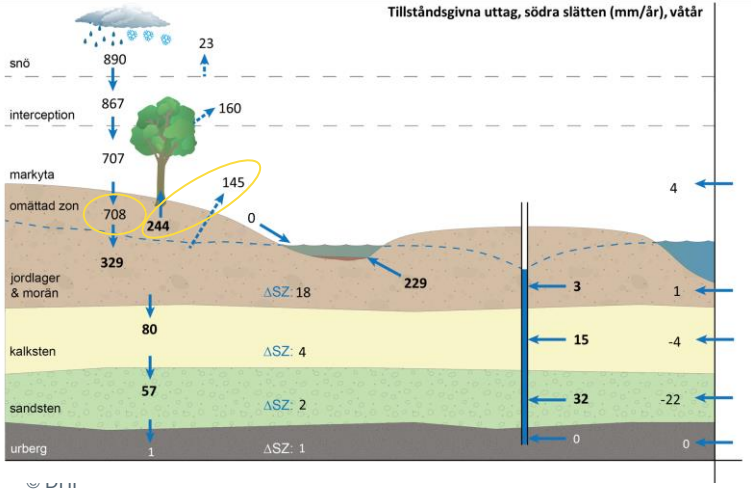
Våtår
Torrår

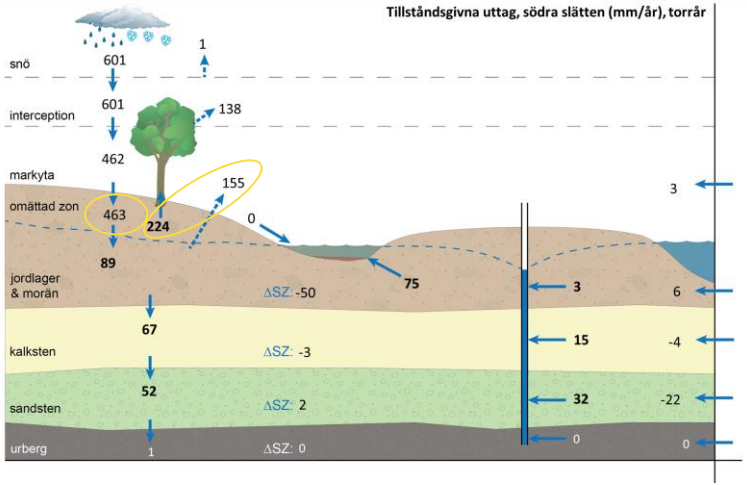


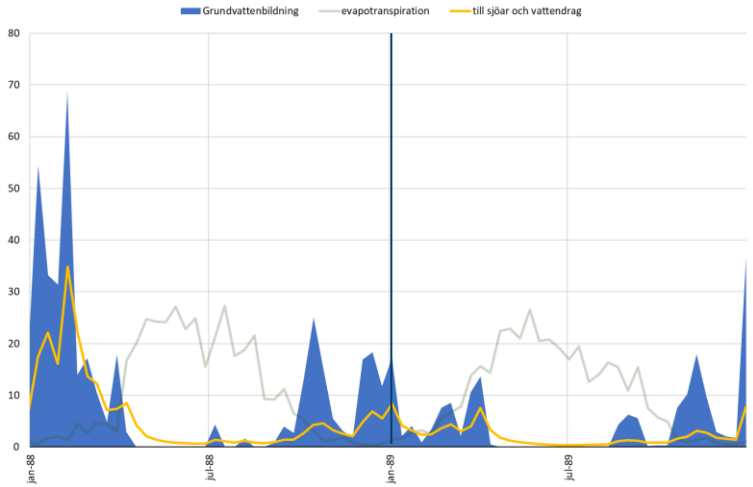


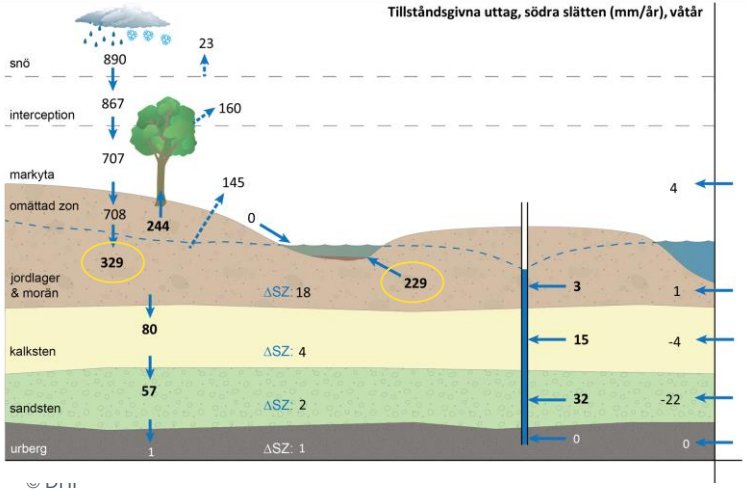


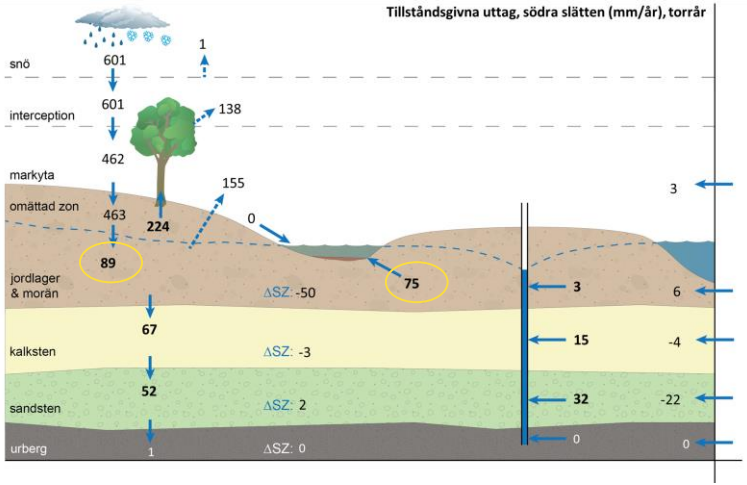

infiltration omättad zon
evapotranspiration
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
jan-88
jul-88
jan-89
jul-89

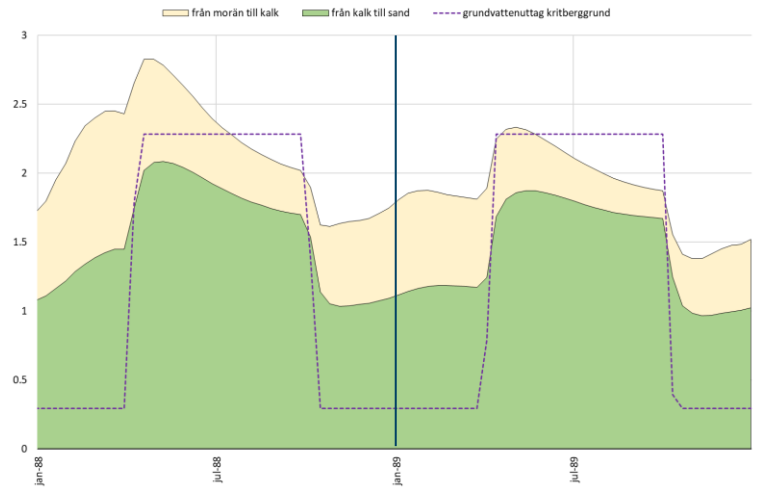

Tillståndsgivna uttag, södra slätten (mm/år), våtår
snö
890
23
interception
867
160
markyta
707
145
omättad zon
708
244
0
329
jordlager
& morän
ΔSZ: 18
229
80
kalksten
ΔSZ: 4
57
sandsten
ΔSZ: 2
urberg
1
ΔSZ: 1
4
3
1
15
-4
32
-22
0
0

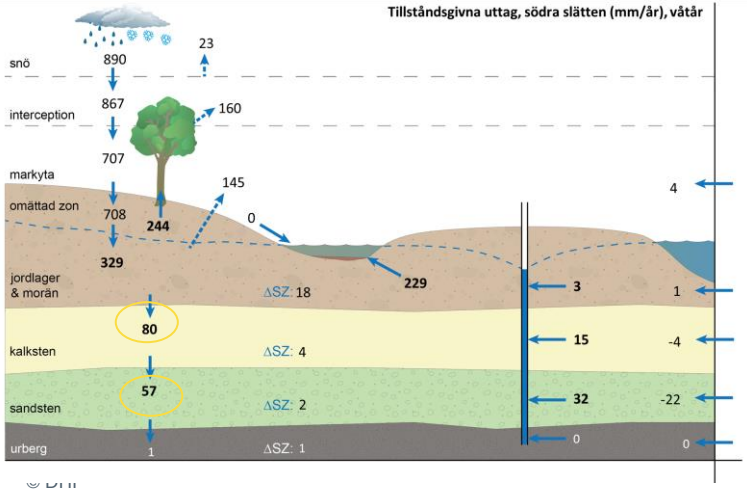

Tillståndsgivna uttag, södra slätten (mm/år), torrår
snö
601
1
interception
601
138
markyta
462
155
omättad zon
463
224
0
89
jordlager
& morän
ΔSZ: -50
75
67
kalksten
ΔSZ: -3
52
sandsten
ΔSZ: 2
urberg
1
ΔSZ: 0
3
3
6
15
-4
32
-22
0
0

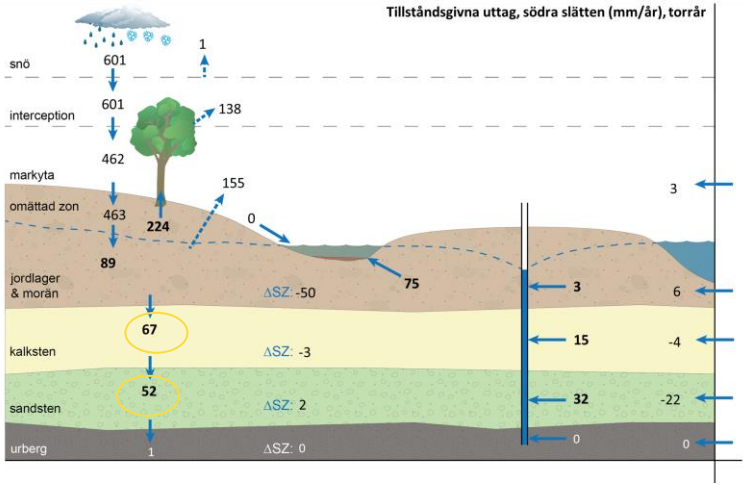

Grundvattenbildning
evapotranspiration
till sjöar och vattendrag
80
70
60
50
40
30
20
10
0
jan-88
jul-88
jan-89
jul-89

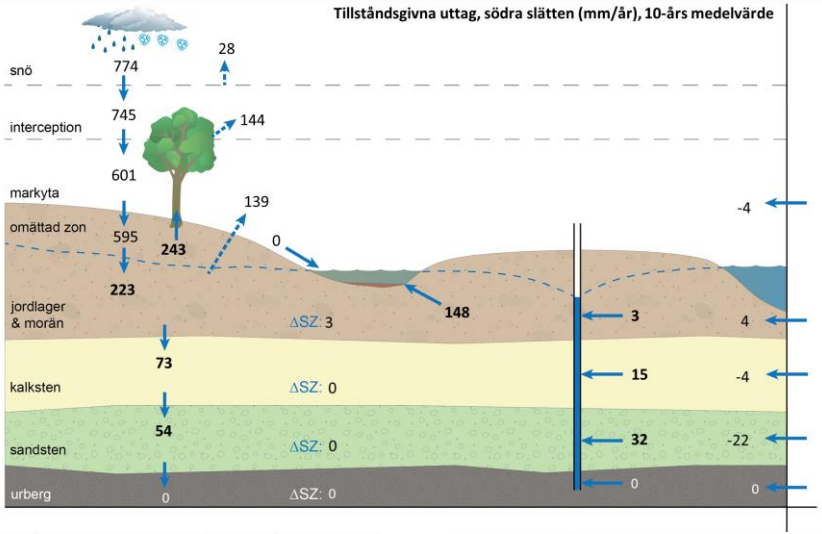

Tillståndsgivna uttag, södra slätten (mm/år), våtår
snö
890
23
interception
867
160
markyta
707
145
omättad zon
708
244
0
4
329
jordlager
& morän
ΔSZ: 18
229
3
1
80
kalksten
ΔSZ: 4
15
-4
57
sandsten
ΔSZ: 2
32
-22
urberg
1
ΔSZ: 1
0
0

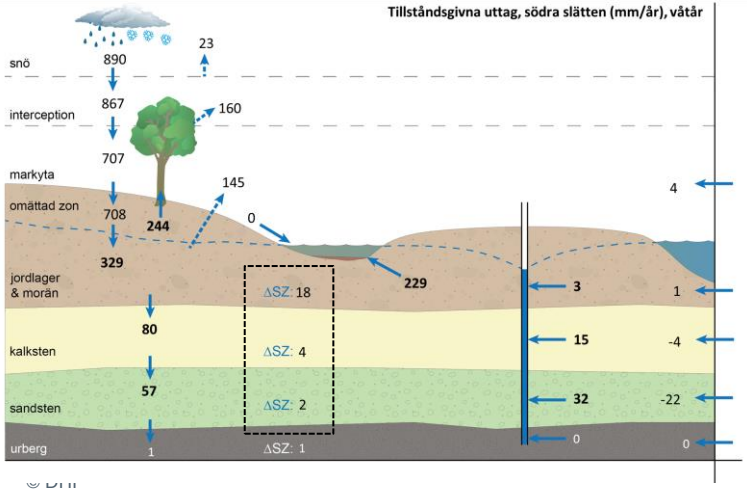

Tillståndsgivna uttag, södra slätten (mm/år), torrår
snö
601
1
interception
601
138
markyta
462
155
omättad zon
463
224
0
3
89
jordlager
& morän
ΔSZ: -50
75
3
6
67
kalksten
ΔSZ: -3
15
-4
52
sandsten
ΔSZ: 2
32
-22
urberg
1
ΔSZ: 0
0
0

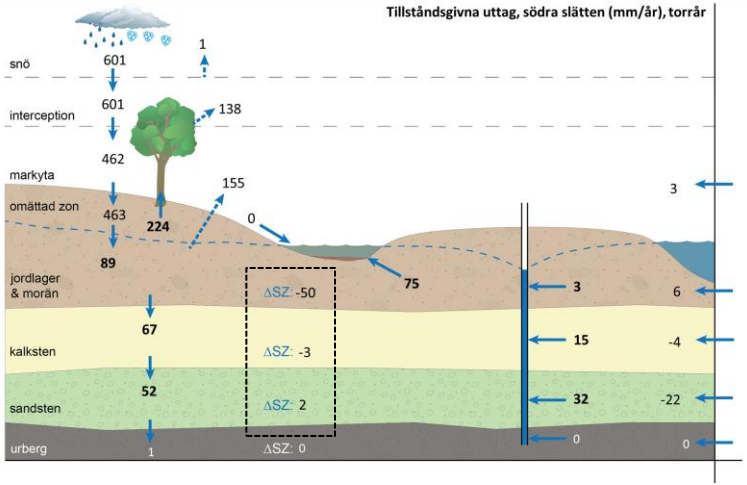

från morän till kalk
från kalk till sand
grundvattenuttag kritberggrund
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
jan-88
jul-88
jan-89
jul-89


Tillståndsgivna uttag, södra slätten (mm/år), våtår
snö
890
23
interception
867
160
707
markyta
omättad zon
708
244
145
0
4
329
jordlager
& morän
ΔSZ: 18
229
3
1
80
kalksten
ΔSZ: 4
15
-4
57
sandsten
ΔSZ: 2
32
-22
urberg
1
ΔSZ: 1
0
0


Tillståndsgivna uttag, södra slätten (mm/år), torrår
snö
601
1
interception
601
138
462
markyta
omättad zon
463
224
155
0
3
89
jordlager
& morän
ΔSZ: -50
75
3
6
67
kalksten
ΔSZ: -3
15
-4
52
sandsten
ΔSZ: 2
32
-22
urberg
1
ΔSZ: 0
0
0


Tillståndsgivna uttag, södra slätten (mm/år), 10-års medelvärde
snö
774
28
interception
745
144
601
markyta
omättad zon
595
243
139
0
223
148
jordlager
& morän
ΔSZ: 3
73
kalksten
ΔSZ: 0
54
sandsten
ΔSZ: 0
urberg
0
ΔSZ: 0
-4
3
4
15
-4
32
-22
0
0


Tillståndsgivna uttag, södra slätten (mm/år), våtår
snö
890
23
interception
867
160
707
markyta
omättad zon
708
244
145
0
329
229
jordlager
& morän
ΔSZ: 18
80
kalksten
ΔSZ: 4
57
sandsten
ΔSZ: 2
urberg
1
ΔSZ: 1
4
3
1
15
-4
32
-22
0
0


Tillståndsgivna uttag, södra slätten (mm/år), torrår
snö
601
1
interception
601
138
462
markyta
omättad zon
463
224
155
0
89
75
jordlager
& morän
ΔSZ: -50
67
kalksten
ΔSZ: -3
52
sandsten
ΔSZ: 2
urberg
1
ΔSZ: 0
3
3
6
15
-4
32
-22
0
0

Frågor??