Eesti
Geoloogiateenistus

Результаты моделирования подземных вод: баланс подземных водных объектов в Восточной Эстонии

Андрес Маранди,
доктор наук по гидрогеологии
Заведующий отделом гидрогеологии и геолгии окружающей среды
Геологической Службы Эстонии

Псков, 1-3 июля 2019 г.

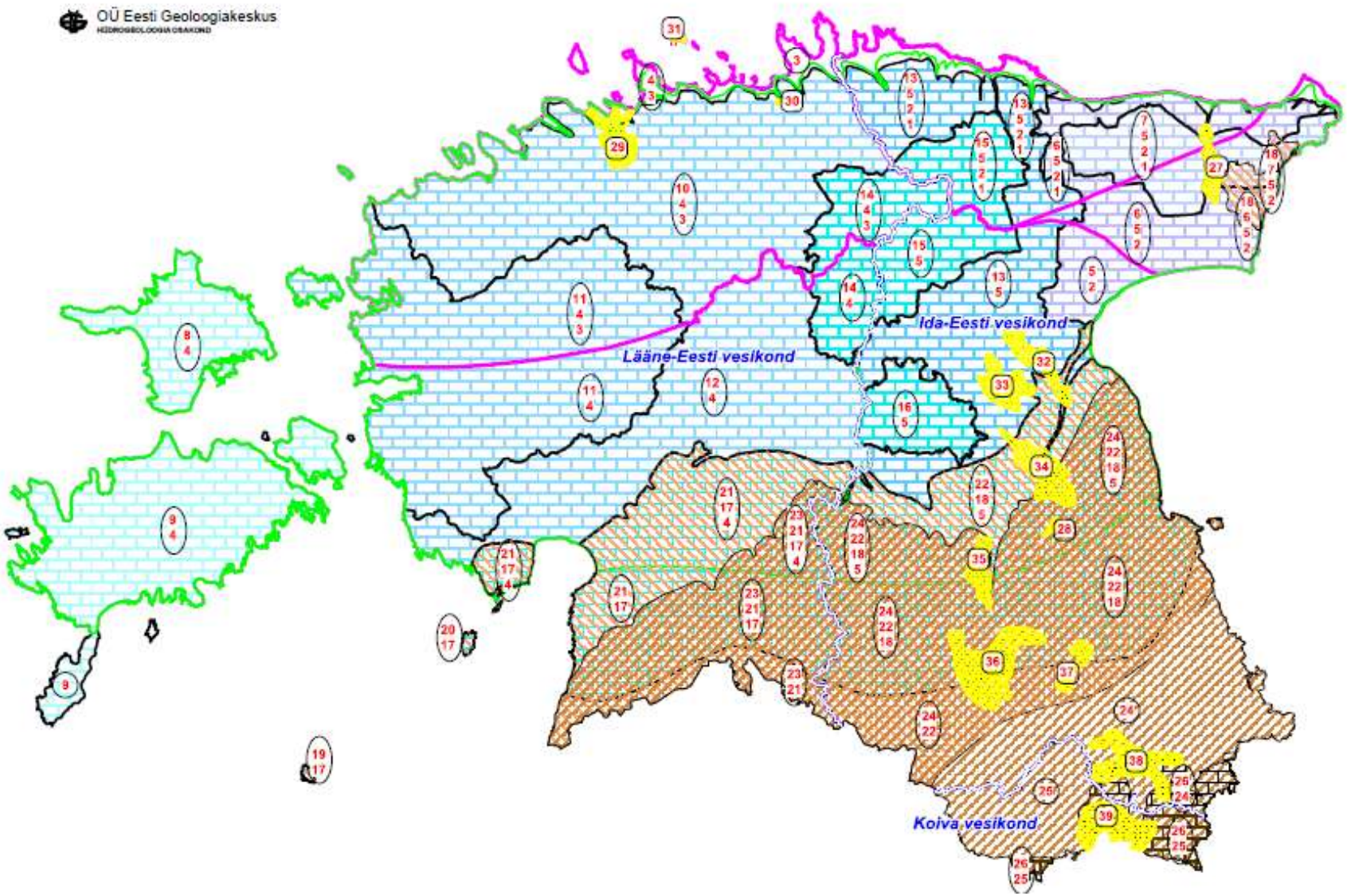
Подземные водные объекты:

- Водная рамочная директива (2000/60 / EC) (WFD) определяет понятие **подземный водный объект** для реализации водохозяйственных планов водосборного округа и оценки состояния подземных вод
- **В соответствии со статьей 2 (12)** WFD **подземный водный объект** означает определенный объем подземных вод в водоносном горизонте или горизонтах

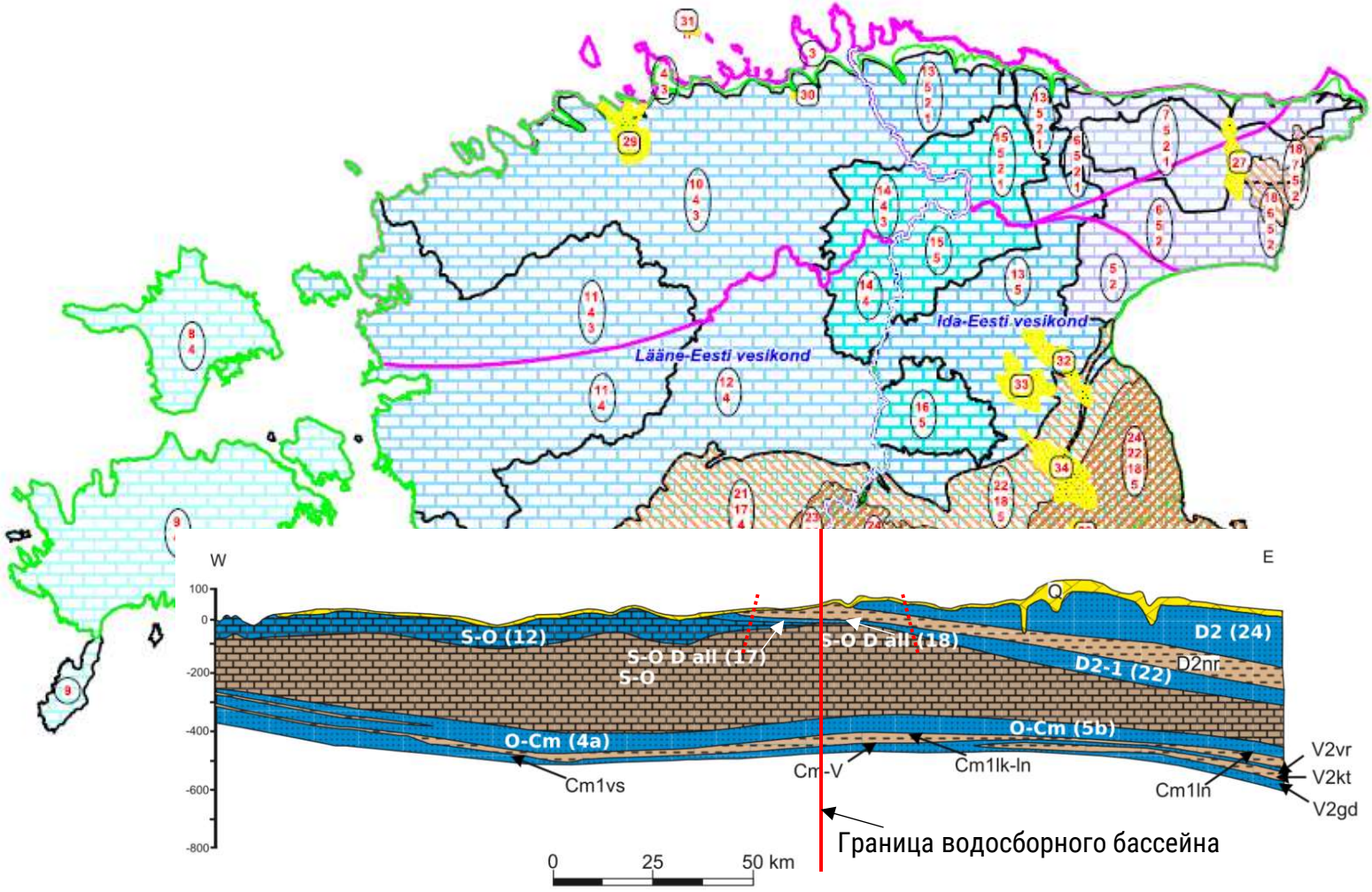
Подземные водные объекты:

- 3 водосборных бассейна (2 трансграничных);
- 31 подземных водных объектов;
- Управление подземными водными объектами на основе водосборных бассейнов

Подземные водные объекты:

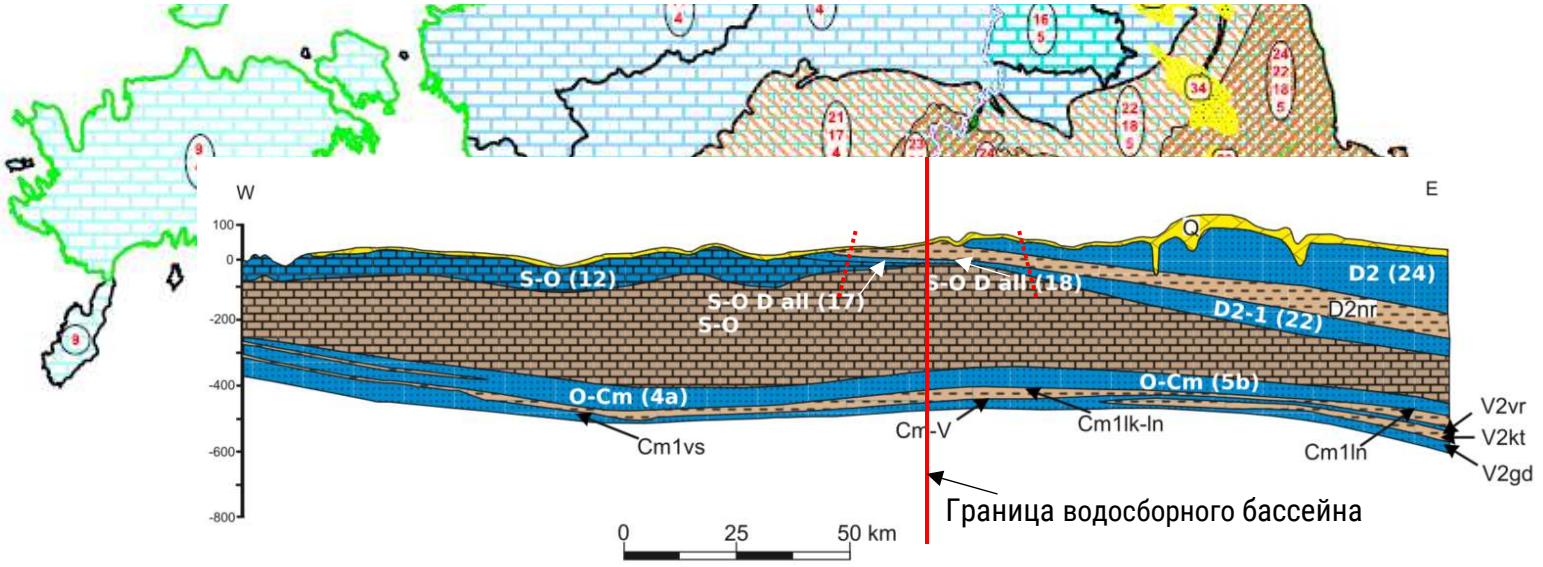


Подземные водные объекты:



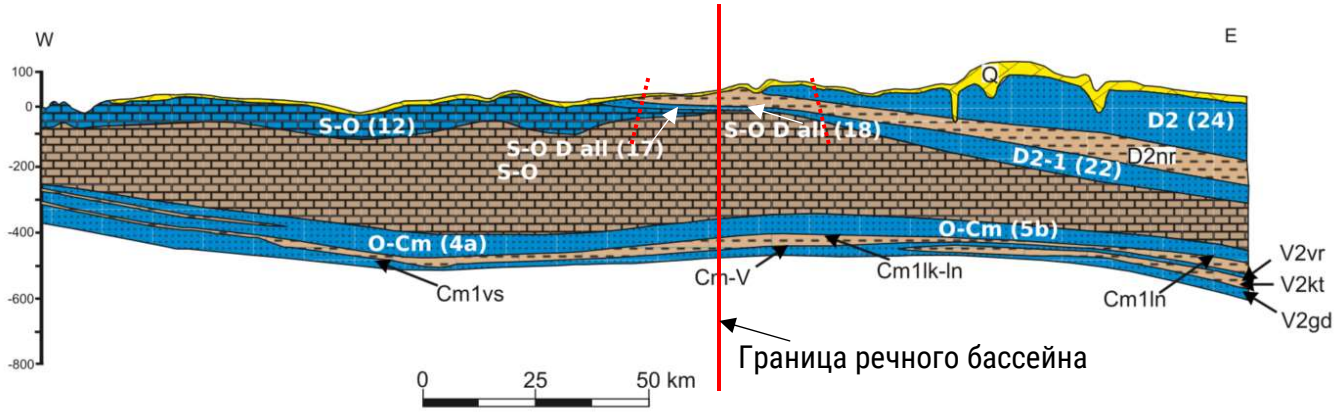
Подземные водные объекты:

Взаимозависимые подземные водные объекты



Водный баланс подземных водных объектов:

“Имеющиеся ресурсы подземных вод” - долговременную среднегодовую норму общего **пополнения запасов** объекта подземных вод за вычетом долговременной ежегодной нормы потока, требуемой, чтобы достичь экологических целей качества для сопряженных поверхностных вод, указанныех в Статье 4, избежать любого значительного ухудшения экологического состояния таких вод и любого значительного ущерба сопряженным земным экосистемам.

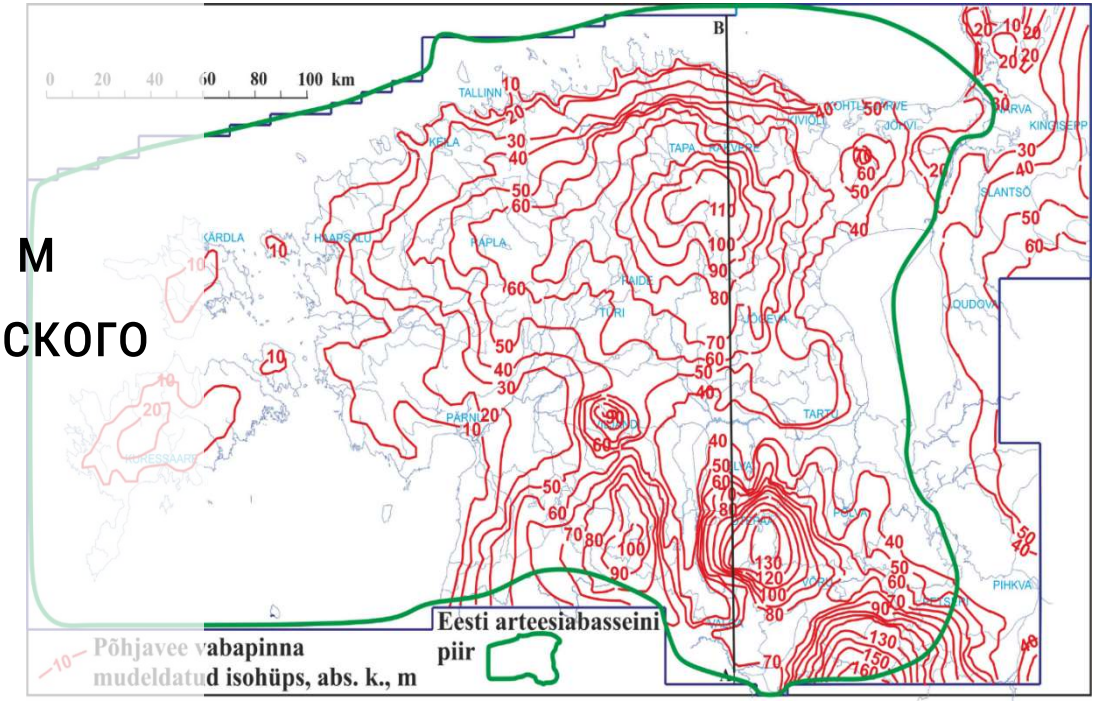


Концептуальные модели подземных водных объектов

- В концептуальных моделях рассчитывается природный ресурс подземных вод;
- 2012 год впервые, 2019 году обновлен;
- 2012 был рассчитан по формуле Дарси, 2019 - по модели подземных вод (Modflow).

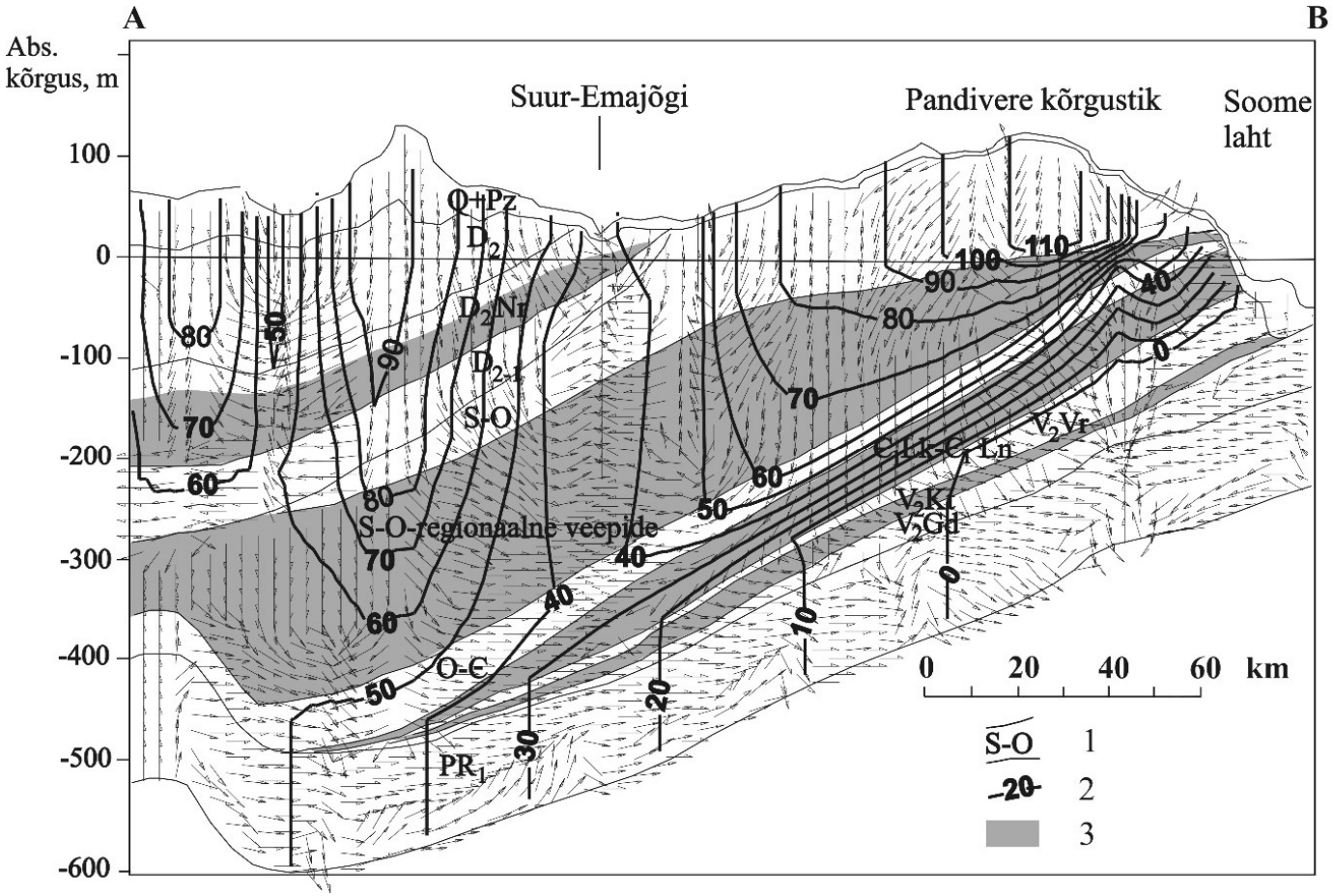
Региональная гидрогеологическая модель Эстонии 1/2

- Площадь 88 000 км^2
- 13 слоев
- нижний предел до 100 м толщины кристаллического фундамента
- Сетка 4X4 км



Vallner L., Porman A., 2016. Groundwater flow and transport model of the Estonian Artesian Basin and its hydrological developments. Hydrol. Res., 47: 814–834.

Региональная гидрогеологическая модель Эстонии 2/2



Vallner L., Porman A., 2016. Groundwater flow and transport model of the Estonian Artesian Basin and its hydrological developments. Hydrol. Res., 47: 814–834.

Естественный баланс (приток/сток) подземных вод Восточной Эстонии ($м^3$/сутки)

№	Название Объекта	Приток			Сток				Баланс
		Со стороны	Сверху	Снизу	В Пов. воды	В сторону	Вверх	Вниз	
1	Ca-V Gdovi	6 622	3 955	98		10 075	486	114	10 675
2	Ca-V Voronka	6 468	8 775	198		10 117	22	5 303	15 442
5a	O-Ca Kirde-Eestis	4 956	44 563			33 534	5 181	10 804	49 519
5b	O-Ca Põhja-Tartumaal	557	3 651			1 853	888	1 467	4 208
6	O Ida-Viru	94 028	188 176	3 650	214 900	58 875		12 071	285 853
7	O I-Viru põlevkivi-bassein	24 203	83 288	412	60 710	33 487	0	13 605	107 903
13	S-O Ida-Eestis	225 692	514 099	1 459	607 400	98 787		17 349	741 250
18	D2-1-S Ida Eestis	7 638	23 623	121		4 560	24 829	1 993	31 382
22	D2-1 Ida-Eestis	199 376	81 096	24 845	99 098	181 447		24 776	305 317
24	D2 Ida-Eestis	372 269	1 720 866	135 700	1 805 160	292 758		130 920	2 228 835
26	D3	33 489	188 095		36 418	185 168			221 586

Баланс, водные ресурсы и использование ($м^3$/сутки) подземных водных объектов

№	Название Объекта	Баланс (Б)	Утверж-денный запас (УЗ)	Использо-вание в 2017 г (И)	Неиспользо ванный объем (УЗ-И)	Неиспользо ванный природный ресурс (Б-УЗ)	Мин. прир. ресурс для потребле-ния (Б-И)
1	Ca-V Gdovi	10675	10430	6625	3805	245	4050
2	Ca-V Voronka	15442	18950	5118	13832	-3508	10324
1+2	Ca-V Gdov+Voronka		26750	238	26512	-26750	-238
5a	O-Ca Kirde-Eestis	49519	12260	3033	9227	37259	46486
5b	O-Ca Põhja-Tartumaal	4208	7390	2121	5269	-3182	2087
6	O Ida-Viru	285853		754	-754	285853	285100
7	O I-Viru põlevkivibassein	107903	5000	165485	-160485	102903	-57582
13	S-O Ida-Eestis	741250	2050	33797	-31747	739200	707453
18	D_{2-1}-S Ida Eestis	336699	37280	11693	25587	299419	325006
22	D_{2-1} Ida-Eestis	336699	37280	11693	25587	299419	325006
24	D_2 Ida-Eestis	2228835	25610	11050	14560	2203225	2217785
26	D_3	221586		65		221586	221522

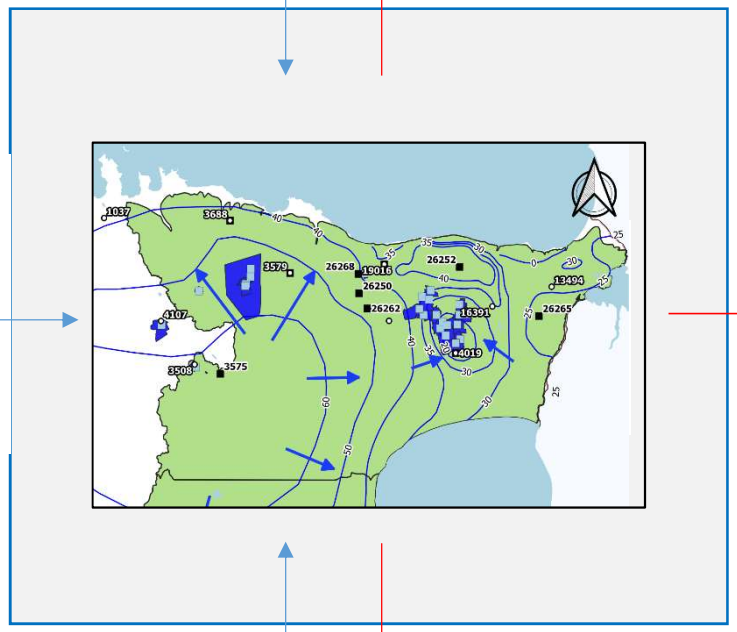
Подробный естественный баланс (приток/сток) подземных вод в Кембро-Ордовикском водоносном горизонте в Северо-Восточной Эстонии

- O1 водоупор

+44 563 -5 181

+4 956

- O-Cm в Западной Эстонии (4a) (3262),
- O-Cм Тарту (5b) (3262),
- O-Cм в России (1592)



-33 534

- Северное побережье (31 338)
- O-Cm Западная Эстония (4a) (1 608)
- O-Cм Тарту (5b) (29)
- O-Cм в России (559)

0 -10 804

- Lontova водоупор

Что дальше?

- В соответствии с Водной Рамочной Директивой необходимо оценивать состояние подземных водных объектов.
- “Количественное состояние” - это выражение степени, в которой объект подземных вод подвергается прямому и косвенному водозабу.
- Параметр классификации количественного состояния - **Режим уровня подземных вод**;
- Уровень подземных вод в подземном водоеме является «хорошим», когда долгосрочный годовой объем добычи воды не превышает имеющийся ресурс подземных вод.

Что дальше?

- В Водной Рамочной Директиве необходимо оценить состояние подземного водного объекта.
- “Количественное состояние” - это выражение степени, в которой объект подземных вод подвергается прямому и косвенному водозаборам.
- Параметр классификации количественного состояния - **Режим уровня подземных вод**;
- Уровень подземных вод в подземном водоеме является «хорошим», когда долгосрочный годовой объем добычи воды не превышает имеющийся ресурс подземных вод.

Можно ли это оценить только с помощью мониторинга уровня грунтовых вод?

Что дальше?

- В дополнение к мониторингу необходимо выполнять моделирование баланса подземных водных объектов.
- Долгосрочное годовое моделирование дает обзор количественного состояния подземных водных объектов.
- Достоверное моделирование требует достаточной плотности мониторинговой сети и знания о потреблении подземных вод.
- Если мы хотим оценить объем трансграничного потока подземных вод и его изменение, данные должны быть доступны по обе стороны границы.

Eesti
Geoloogiateenistus

Большое спасибо за внимание!

Andres Marandi
andres.marandi@egt.ee