

climate change initiative

→ **PERMAFROST**

Use and requirements for climate modelling

Using CCI+ Permafrost Data in model evaluation

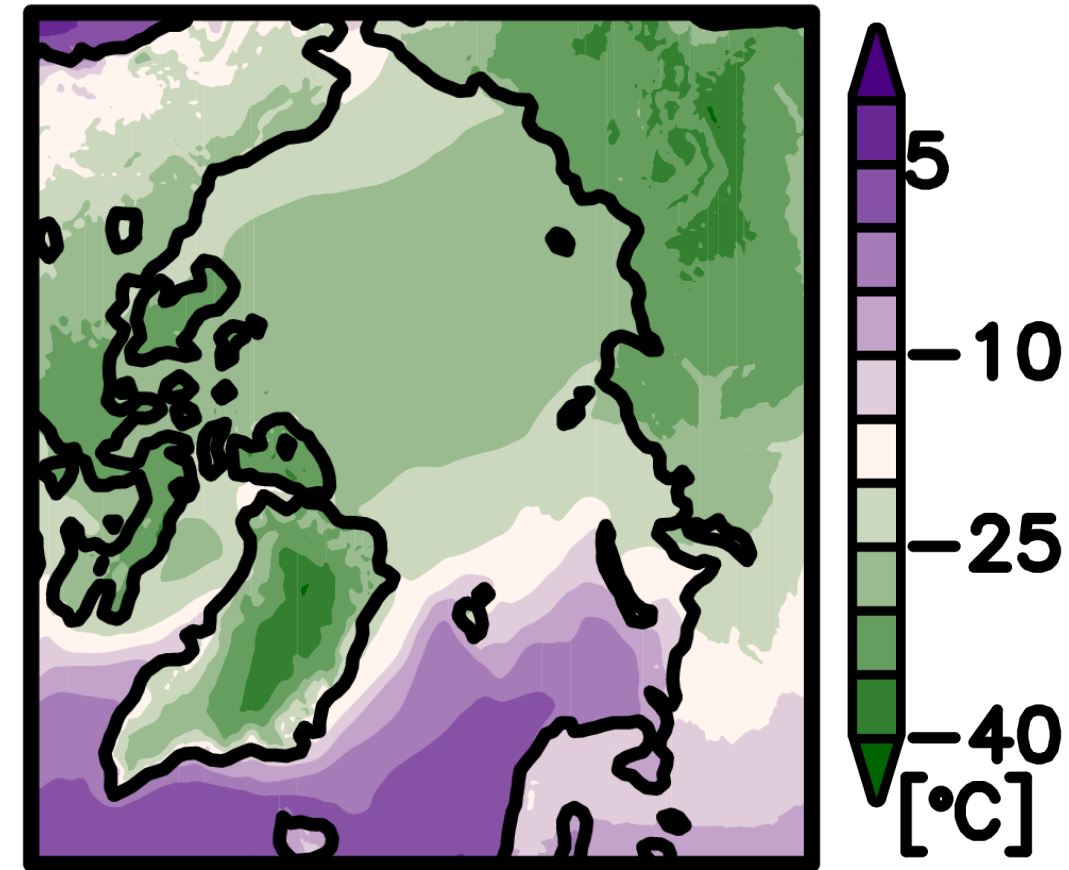
Heidrun Matthes, Fabien Peyrusse, Annette Rinke, Sebastian Westermann, Jarošlav Obu, Birgit Heim, Mareike Wiczorek



permafrost
cci



- we run a regional climate model over the Arctic
- main point of interest: land-atmosphere feedbacks
- to address our scientific questions, we try to continually improve our model
- to improve our models, we need three things
 1. improved process understanding
 2. accurate boundary parameters
 3. to evaluate our results, we need (spatial) data for comparison



2m air temperature, winter (DJF)
average over 1979-2019



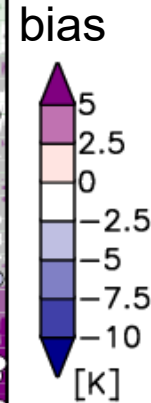
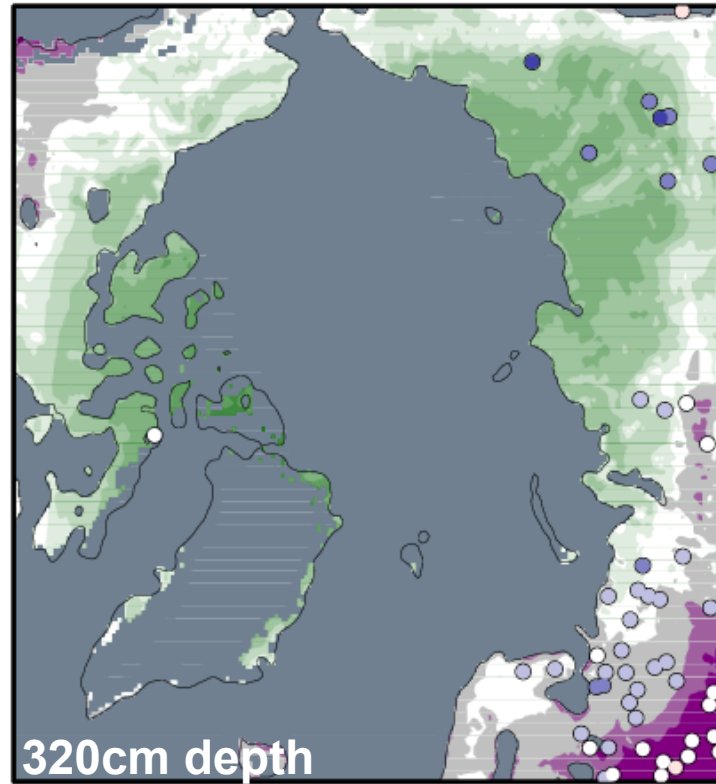
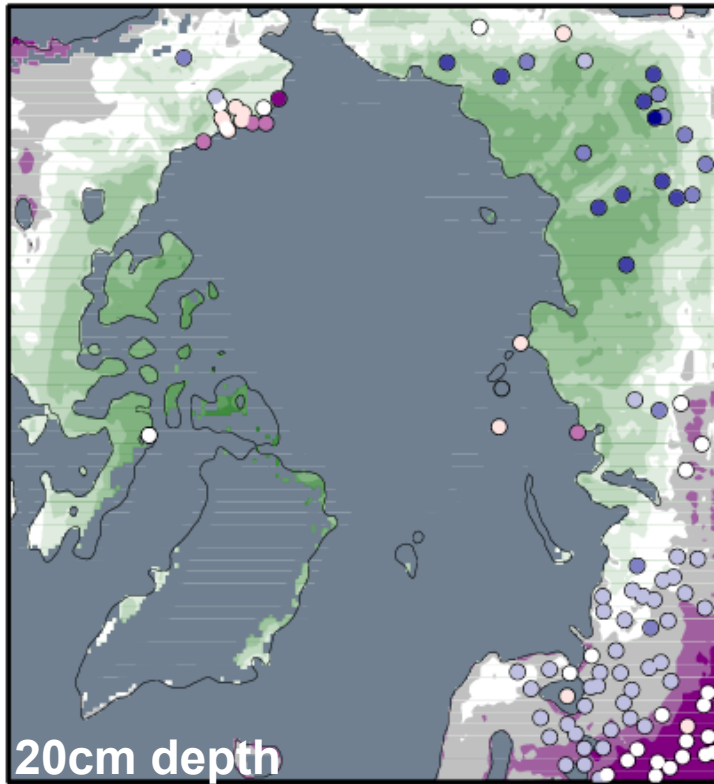
- station borehole data from various sources (PL, GTN-P, RosHydroMet, Nordicana D, CALM)
- usual drawbacks of comparing with point data
- difficult to access
- time period and depth coverage very variable among data sets -> difficult to make comparison to models on climate time scale



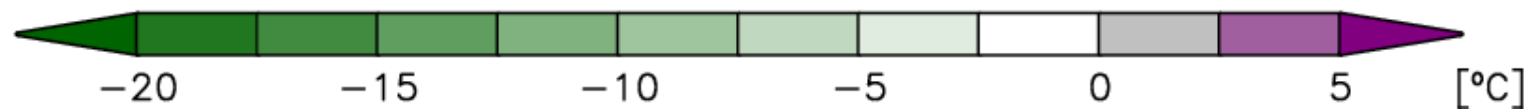
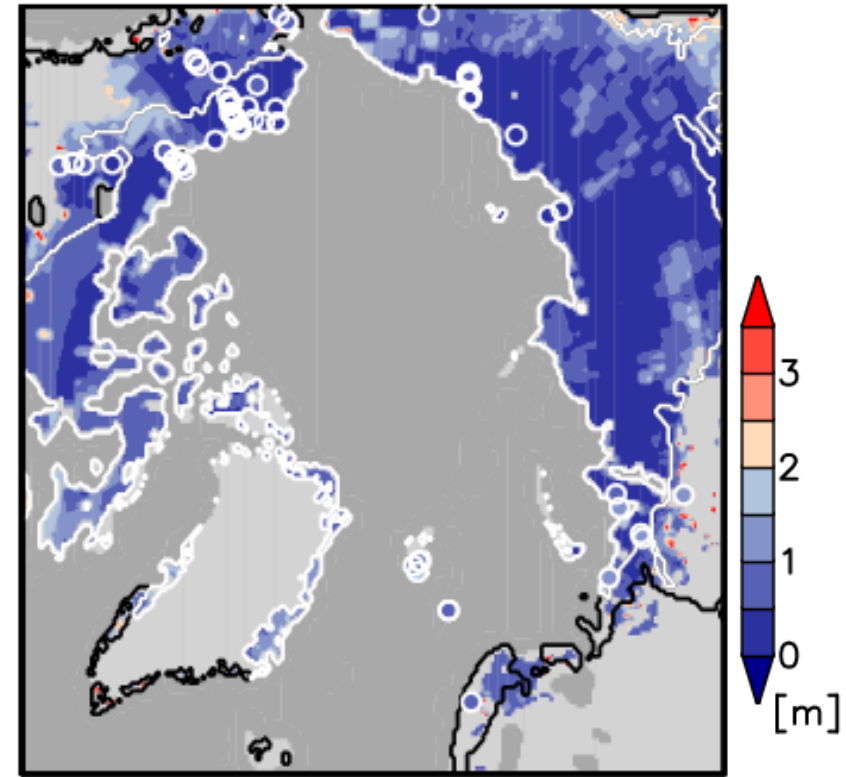
model evaluation: station data



average 2000-2011, station data from at least 8 years
mean annual ground temperature



active layer thickness

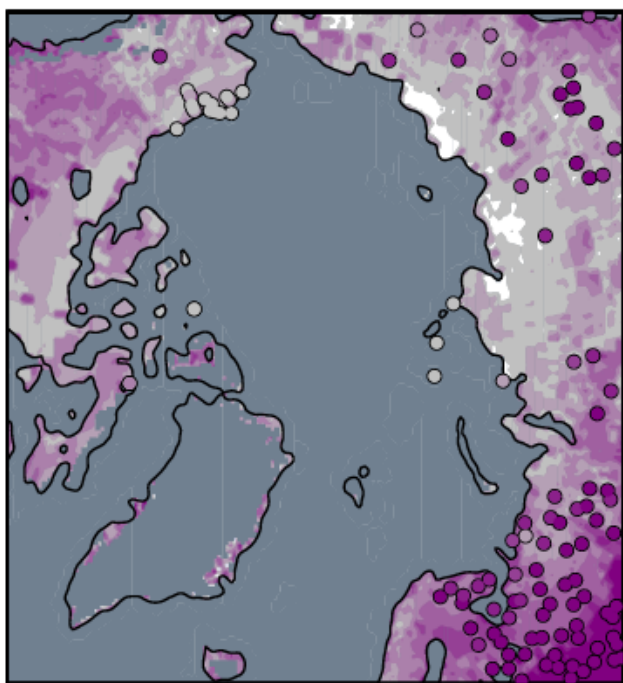




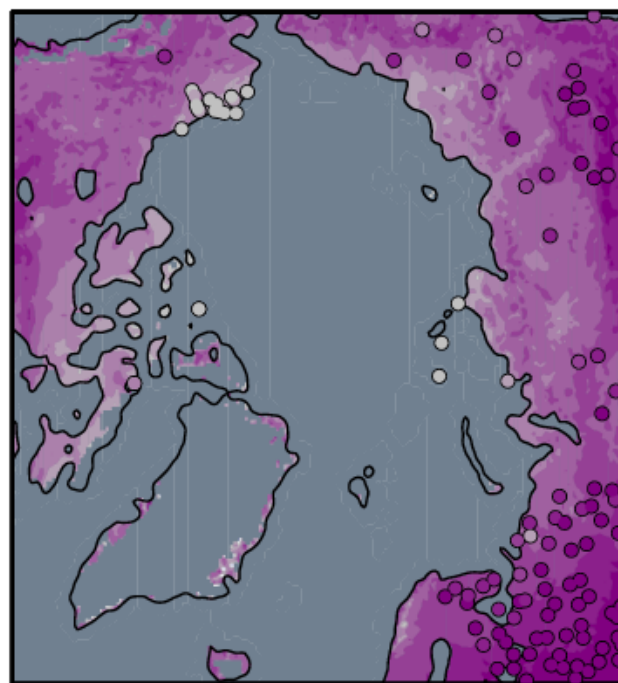
- goal of sensitivity study: model parameter improvement
- models runs with different soil parameters
- evaluation of model results with in-situ and CCI Permafrost products

reference run

experiment run

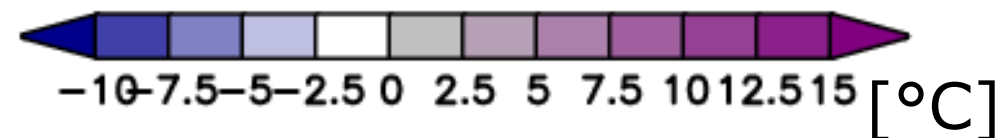


bias=-6.48, rmse=8.280



bias=-2.10, rmse=3.664

- monthly mean soil temperature for July at 20cm depth
- average over 2000-2017
- data from at least 12 years





model evaluation: example sensitivity study



- in-situ comparison of monthly mean soil temperature at different depths, average over 2000-2017

reference run													experiment run												
	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec	
20	-0,5	-0,7	-0,7	-0,7	-3,3	-5,5	-6,5	-5,4	-3,3	-1,7	-1,3	-0,8	0,1	0,0	0,1	0,1	-1,2	-1,7	-2,1	-2,1	-1,9	-1,6	-1,1	-0,4	
40	-0,4	-0,4	-0,4	-0,7	-2,7	-5,3	-6,7	-5,8	-3,6	-1,9	-1,3	-0,8	-0,1	0,0	0,2	0,2	-0,9	-1,6	-2,1	-2,1	-1,8	-1,5	-1,2	-0,6	
80	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8	-2,0	-4,1	-5,9	-5,7	-4,0	-2,4	-1,9	-1,4	-0,2	-0,1	0,0	0,0	-0,6	-1,5	-2,1	-2,3	-2,0	-1,5	-1,2	-0,8	
120	-1,4	-1,2	-1,1	-1,2	-1,5	-3,2	-5,1	-5,6	-4,3	-2,7	-2,1	-1,9	0,0	0,1	0,1	0,1	-0,3	-1,3	-2,4	-2,7	-2,2	-1,3	-0,9	-0,4	
160	-2,2	-2,1	-2,2	-2,1	-2,3	-3,4	-4,9	-5,6	-4,7	-3,4	-2,6	-2,4	-0,9	-0,9	-0,9	-0,8	-1,2	-1,8	-2,5	-3,1	-2,7	-2,0	-1,4	-1,1	
240	-2,8	-2,9	-2,9	-2,7	-2,3	-2,5	-3,1	-3,8	-3,9	-2,9	-2,6	-2,6	-1,2	-1,2	-1,3	-1,1	-1,1	-1,4	-1,8	-2,2	-2,3	-1,6	-1,3	-1,1	
320	-2,7	-2,6	-2,5	-2,2	-2,2	-2,5	-3,1	-3,8	-4,0	-3,6	-3,0	-2,8	-1,4	-1,4	-1,4	-1,2	-1,2	-1,4	-1,7	-2,0	-2,2	-2,0	-1,9	-1,6	
												-2,7												-1,2	
20	4,1	4,3	3,8	3,4	4,9	7,1	8,3	6,7	3,9	2,1	2,3	3,2	4,5	4,6	4,0	2,9	3,1	3,3	3,7	3,0	2,3	1,9	2,6	3,6	
40	3,9	4,2	3,9	3,6	4,4	6,8	8,4	7,2	4,4	2,2	2,0	2,9	4,4	4,7	4,2	3,1	2,9	3,2	3,6	3,1	2,3	1,8	2,2	3,3	
80	3,6	3,8	3,8	3,5	3,7	5,5	7,4	7,1	4,9	2,9	2,5	2,9	3,7	3,9	3,8	3,1	2,6	3,0	3,5	3,3	2,6	2,0	2,0	2,9	
120	4,4	4,7	4,7	4,5	3,8	4,6	6,7	7,1	5,5	3,5	2,8	3,5	3,7	4,0	4,1	3,6	2,7	2,8	3,6	3,7	2,9	2,0	1,7	2,5	
160	3,1	3,2	3,3	3,2	3,0	4,1	5,8	6,5	5,4	3,8	3,0	2,9	1,8	2,0	2,0	1,8	1,6	2,4	3,4	3,7	3,1	2,4	1,8	1,6	
240	3,4	3,7	3,9	3,7	3,4	3,2	4,1	4,9	4,8	3,6	2,9	2,9	1,4	1,5	1,6	1,7	1,5	1,8	2,5	3,0	2,9	2,3	1,8	1,4	
320	3,0	3,0	3,1	2,7	2,9	2,9	3,7	4,5	4,8	4,2	3,4	3,0	1,7	1,6	1,7	1,7	1,6	1,7	2,2	2,7	2,8	2,6	2,2	1,9	
												4,1												2,7	

bias

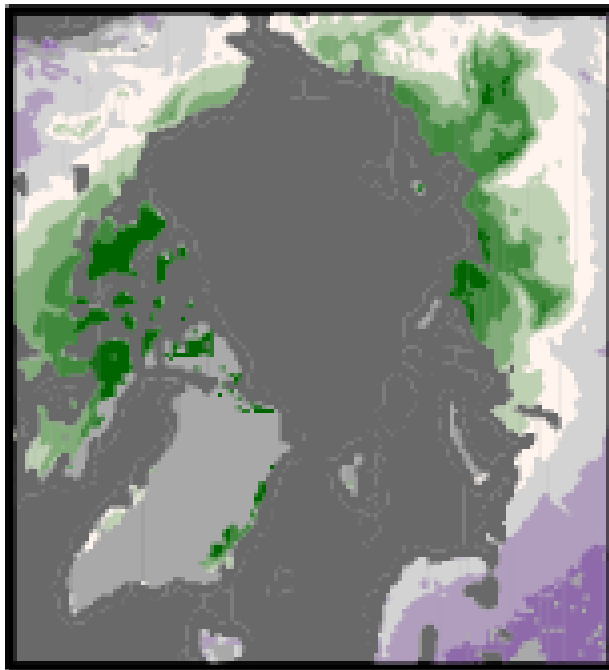
rmse



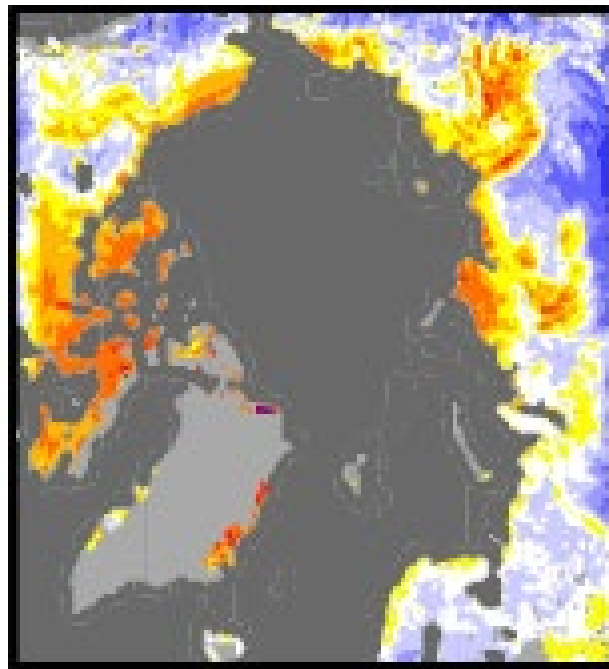


- comparison of mean annual ground temperature to CCI Permafrost product v3, 1m depth, average over 2000-2017

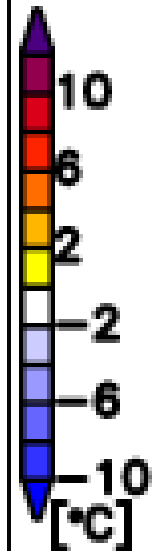
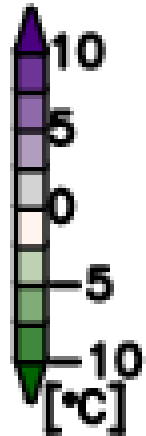
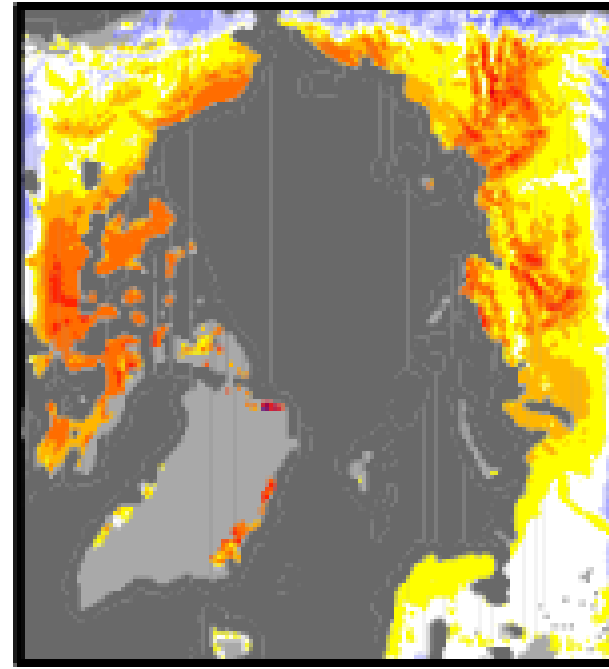
CCI Permafrost v3



reference run – CCI Permafrost v3



experiment run – CCI Permafrost v3





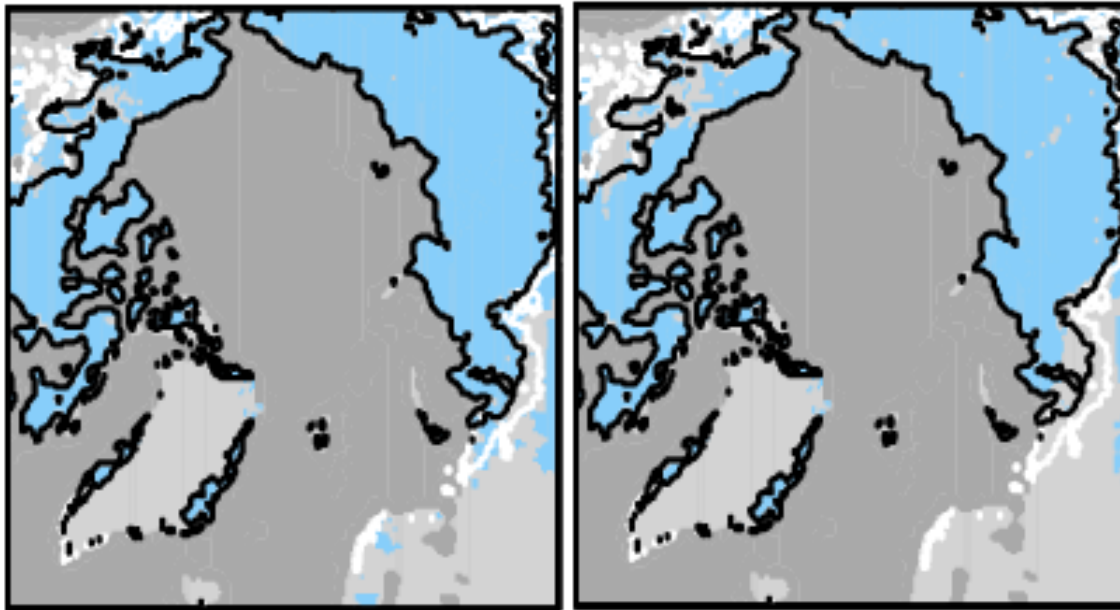
permafrost extent

color: model run

contour: CCI Permafrost v3

reference run

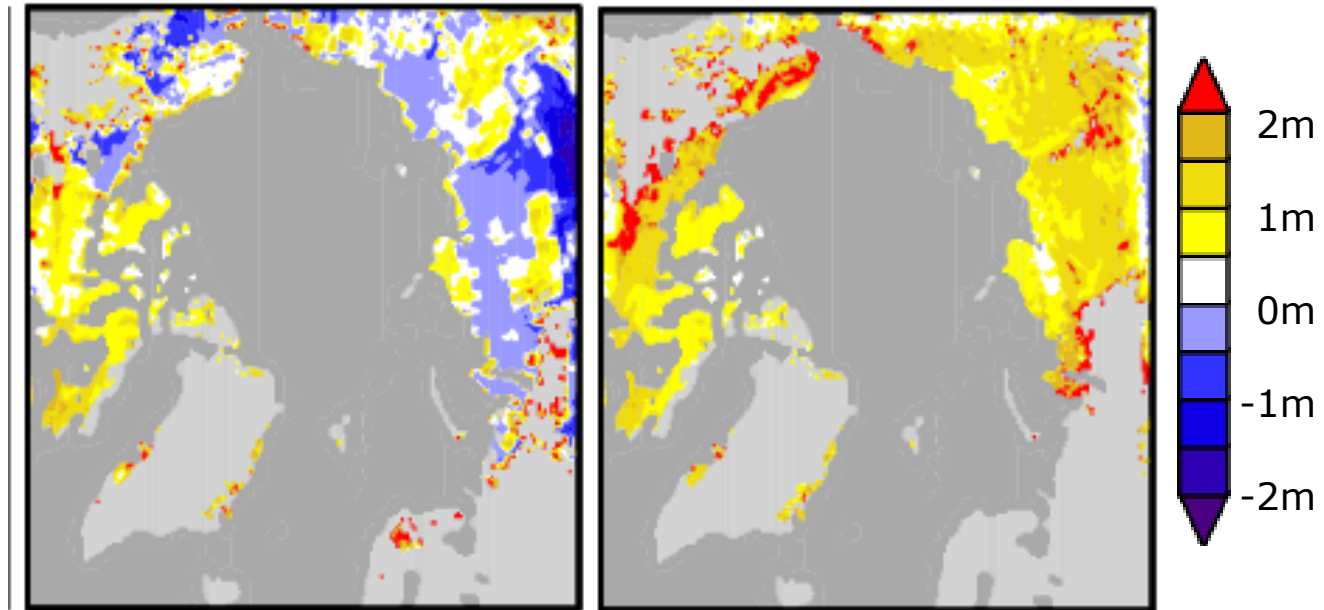
experiment run



active layer thickness

reference run –
CCI Permafrost v3

experiment run –
CCI Permafrost v3





sensitivity study with modified soil parameters

- evaluating soil temperatures with in situ data on a monthly time scale shows improved rmse for many months and depths
- evaluation is biased due to uneven spatial distribution of stations
- comparison with spatial CCI Permafrost MAGT shows strong geographical association of biases with latitude and orography
- comparison of modelled permafrost extend and active layer thickness with CCI Permafrost products emphasizes that despite the apparent improvement of the model results, the representation of those variables gets worse