

Вентиляция зала ледовой арены

Исполнители: О.Г. Бузыкин
К.В. Мякушев
22.05.2007

Цель моделирования: Численное моделирование температурных, скоростных и влажностных полей, формирующихся в объеме зала при различных схемах распределения воздуха от систем кондиционирования с целью выбора оптимальной схемы воздухораспределения.

Характеристики объекта: Ледовая арена (рис.1) с трибунами на 7000 зрителей для проведения соревнований различного уровня, включая международный, по видам спорта:

- хоккей с шайбой,
- фигурное катание,
- шорттрек,
- другие виды с использованием ледовой поверхности;

проведение учебно-тренировочных занятий на льду, а также ледовых праздников.

Использование зала без ледовой поверхности не предусматривается.

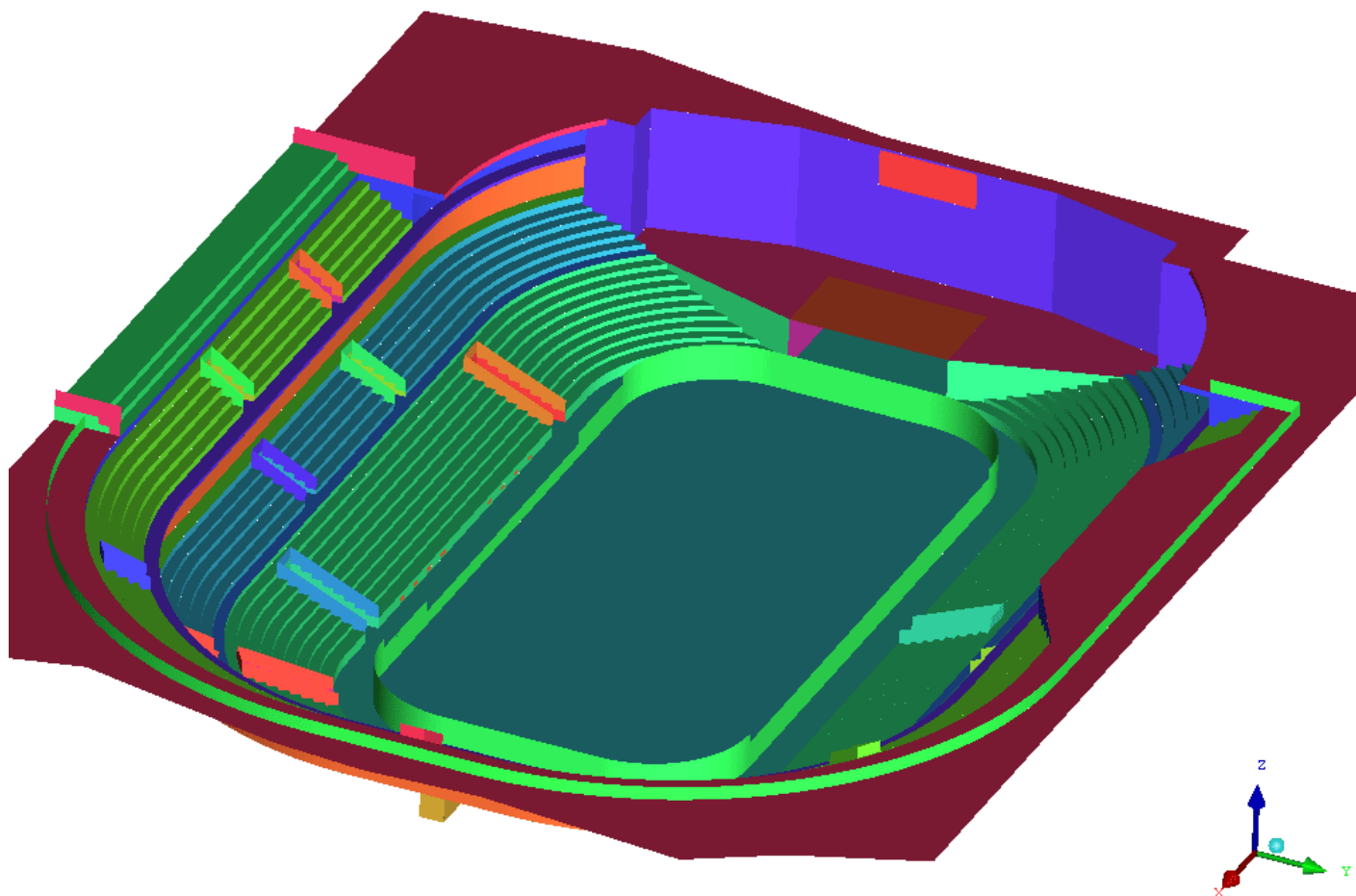


Рисунок 1. Ледовая арена

Исходные данные: Основным расчетным режимом является режим проведения хоккейного матча при 100%-ном заполнении трибун зрителями.

Заданы: температура поверхности льда, мощности теплопритока от спортсменов и зрителей; интенсивность поступления влаги от спортсменов и зрителей; распределение мощности тепловыделения от систем освещения и информационных табло, теплоприток от солнечного излучения, поступающий через кровлю здания.

Инфильтрацией воздуха и теплопритоком через стены пренебрегается.

Работают две группы систем кондиционирования для зоны трибун и зоны льда.

Заданы суммарные производительности систем, параметры приточного воздуха, типы приточных устройств и схемы воздухораспределения.

Заданы расположение и производительность вытяжных устройств (1,2, рис.2) .

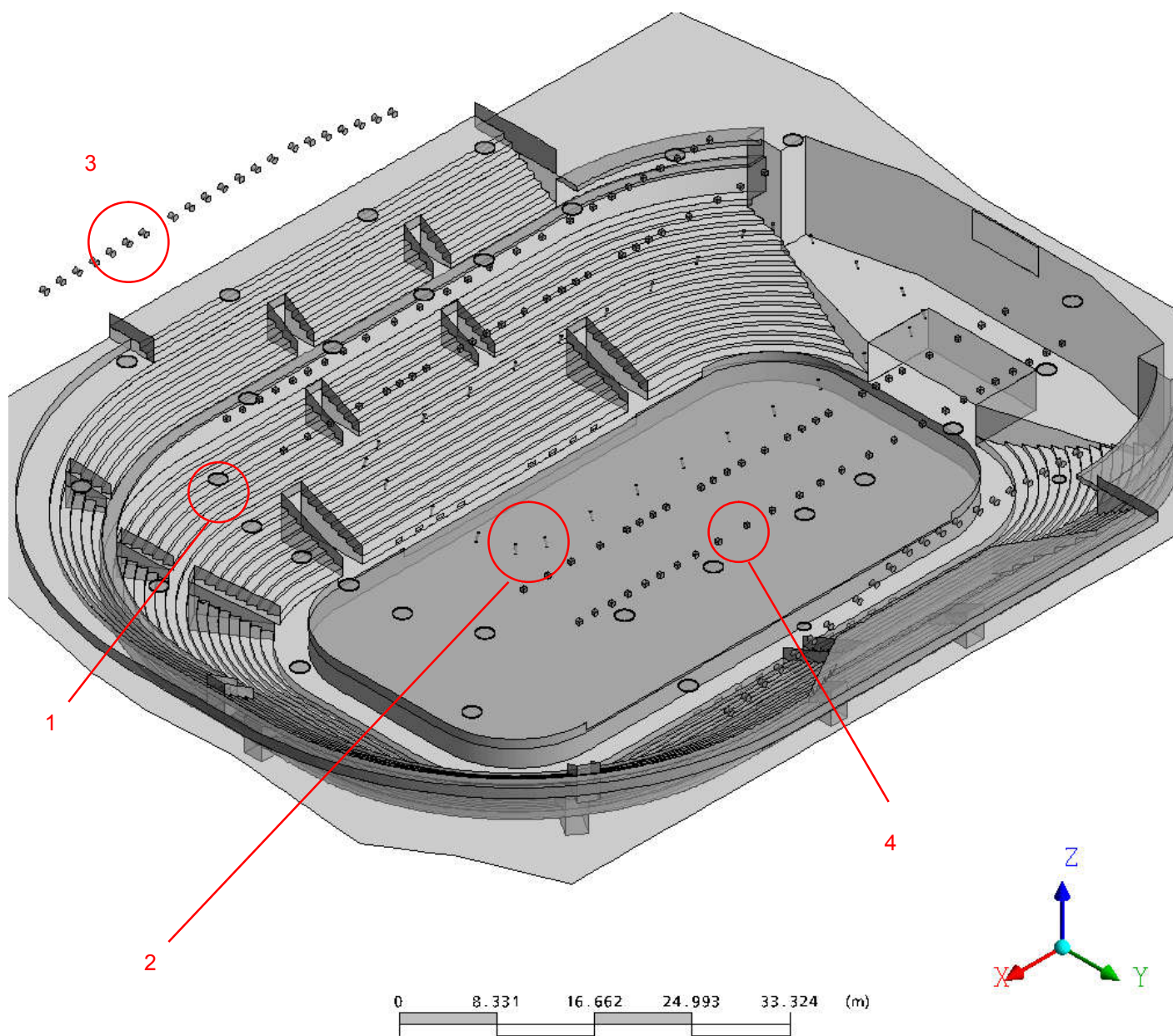


Рисунок 2. Схема притока воздуха

Постановка задачи: Решаются уравнения турбулентного движения идеального газа под действием импульсов струй приточной вентиляции и силы тяжести в объеме, включающем все пространство зала. Входы и выходы перекрыты.

Совместно решаются уравнения массы переноса водяного пара и конвективного и радиационного переноса тепла. Конденсация воды происходит только на поверхности льда.

На выходных сечениях приточных устройств заданы скорости воздуха, соответствующие суммарному объемному расходу, температура и массовая концентрация водяного пара.

На вытяжке (3) поставлено условие баланса массы воздуха.

Тепло- и влаговыделение от зрителей равномерно распределено по поверхности трибун.

Тепло- и влаговыделение от спортсменов равномерно распределено по объему высотой 2м над поверхностью льда.

Тепловая мощность прожекторов распределена по поверхности кубических объемов (4), размещенных в соответствии со схемой освещения.

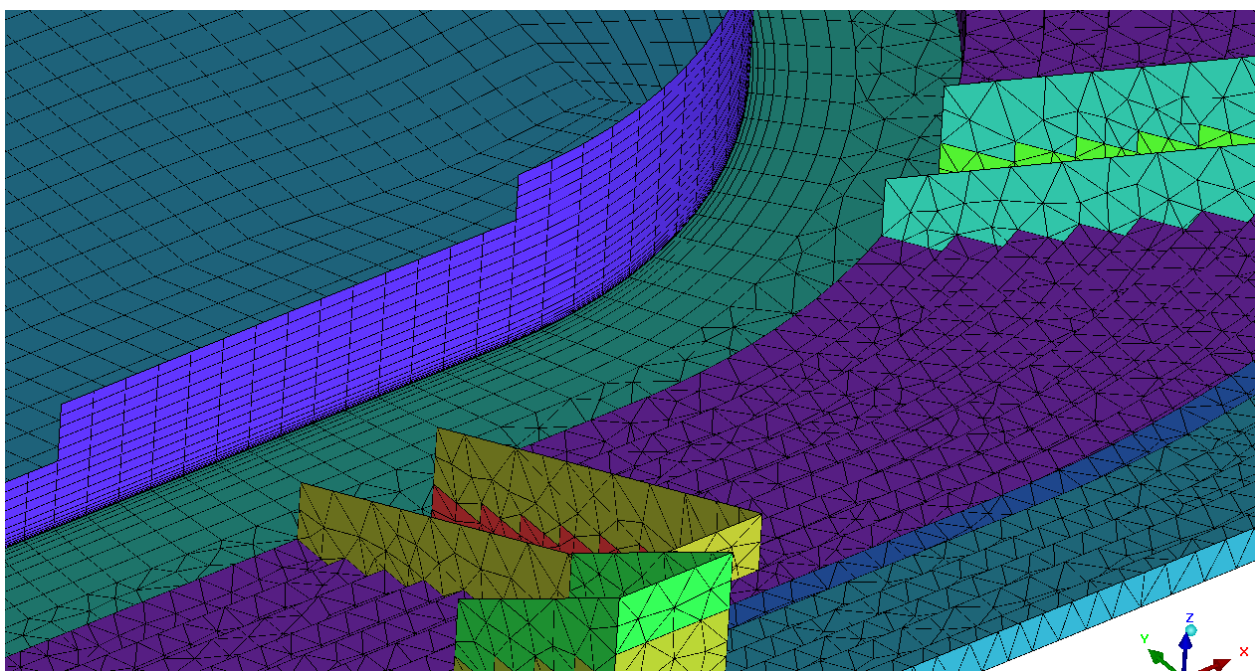


Рисунок 3.

Гибридная конечно-элементная сетка в основном состоит из тетраэдров, области с существенно анизотропной структурой течения заполнены шестигранными элементами, имеется также некоторое количество пирамидальных элементов (рис.3).

Общее количество элементов более 13 миллионов.

Результаты расчета: Один из рабочих вариантов представлен на рисунках 5-10.

Оценка эффективности и выбор вариантов схемы вентиляции делается на основе экспертного анализа структуры линий тока отдельных групп приточных устройств с точки зрения равномерного поступления свежего воздуха в зону размещения зрителей (рис. 5) и осушенного воздуха к зоне льда (рис. 6), изучения полей скорости и схемы движения воздуха, температуры и влажности в различных сечениях пространства зала (рис. 7-9), а также соответствия расчетных параметров существующим требованиям комфорта (рис.10).

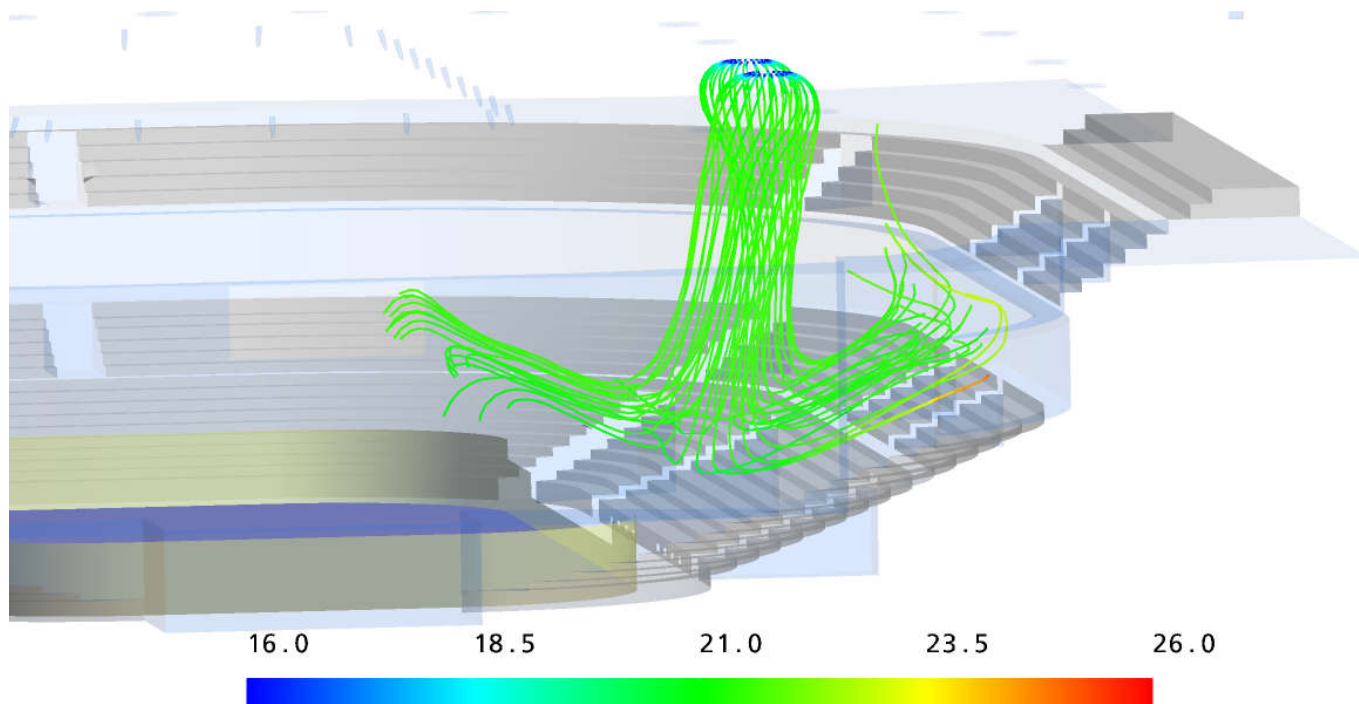
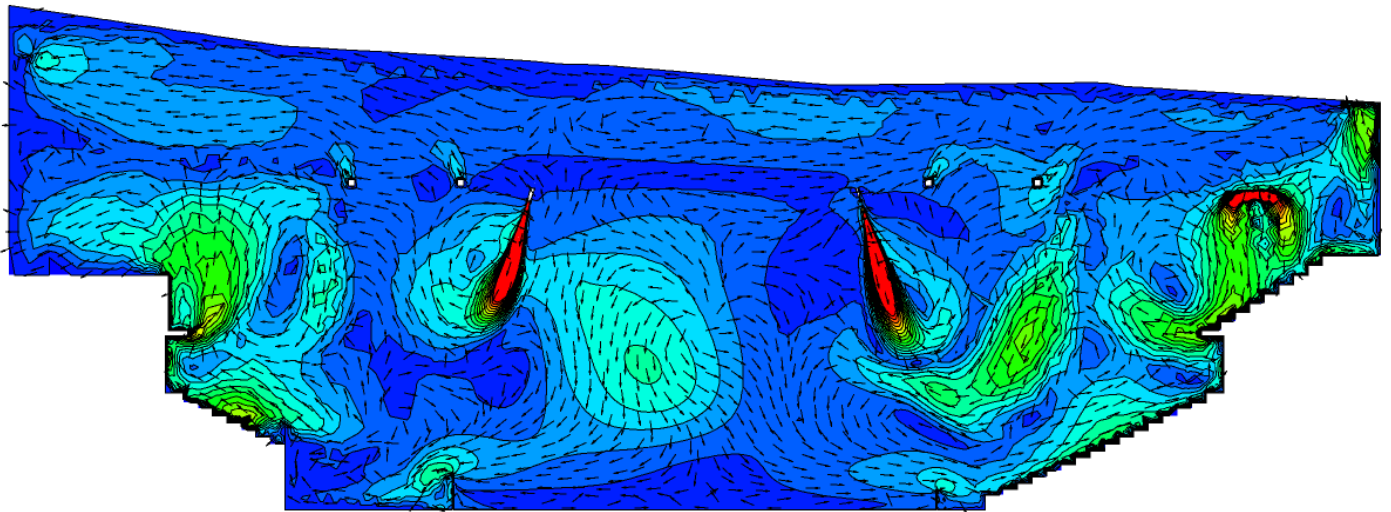


Рисунок 5



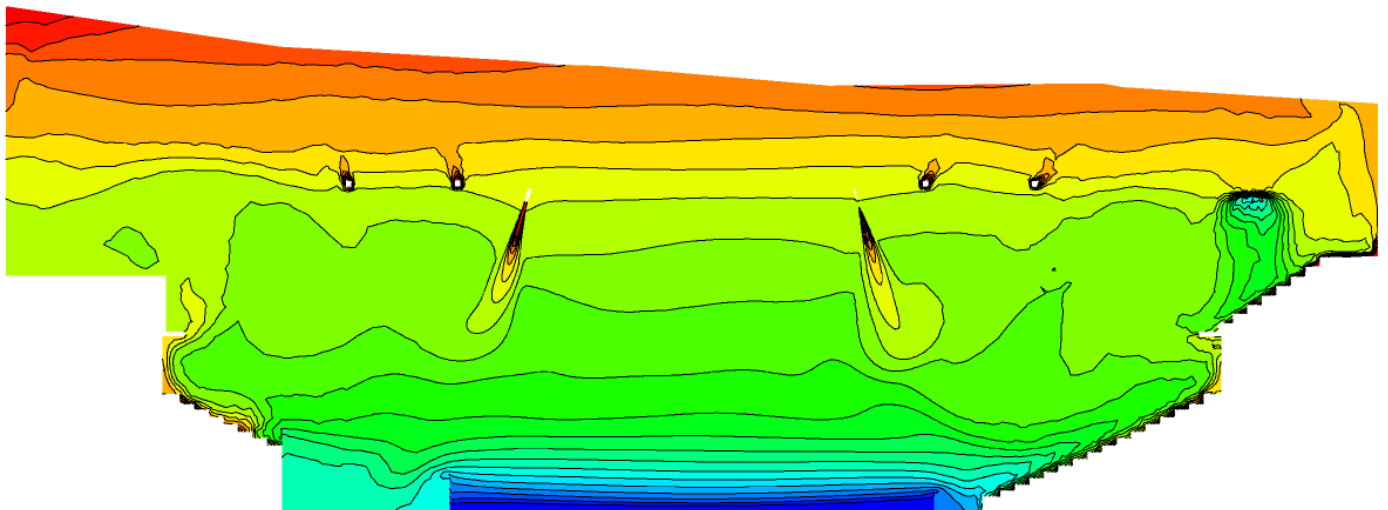
Рисунок 6



0.00 0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.55 0.60 0.65 0.70 0.75 0.80



Рисунок 7. Скорость воздуха (м/с) и направление движения в вертикальной плоскости.



16.0 17.0 18.0 19.0 20.0 21.0 22.0 23.0 24.0 25.0 26.0



Рисунок 8. Температура воздуха (°C)

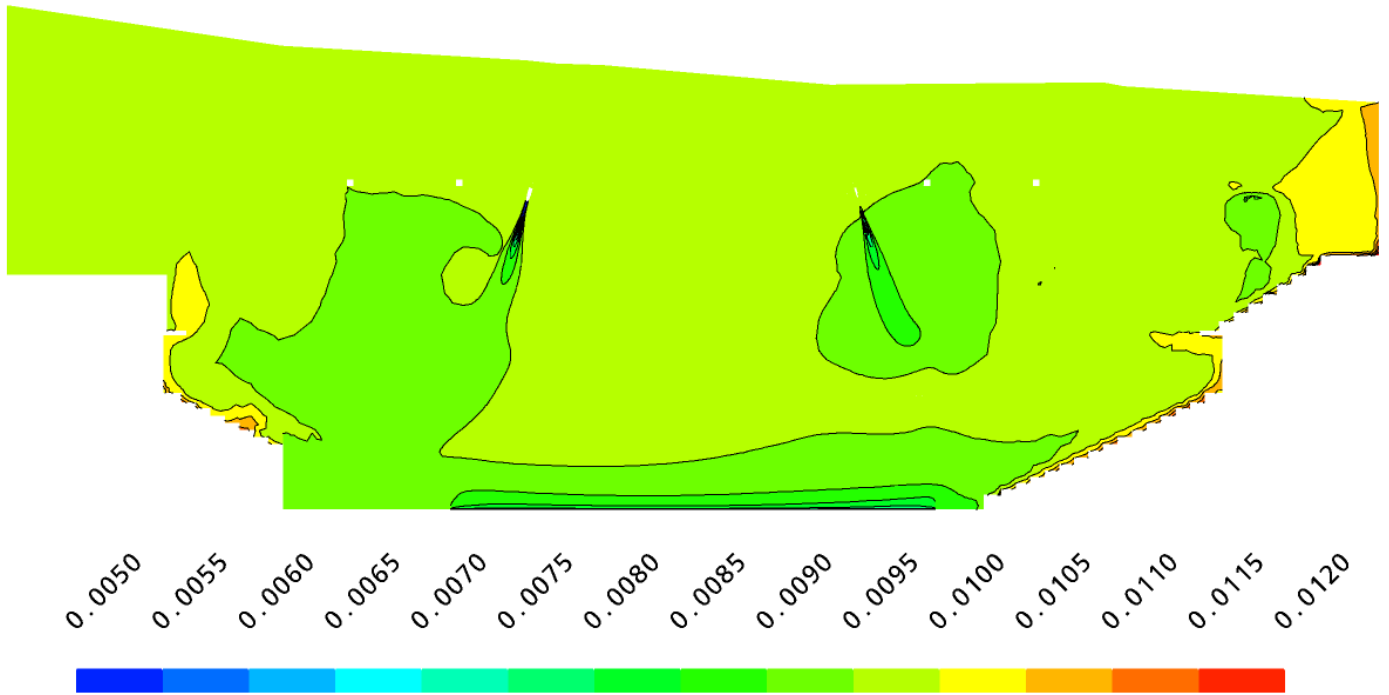


Рисунок 9. Влажность воздуха (г/кг)

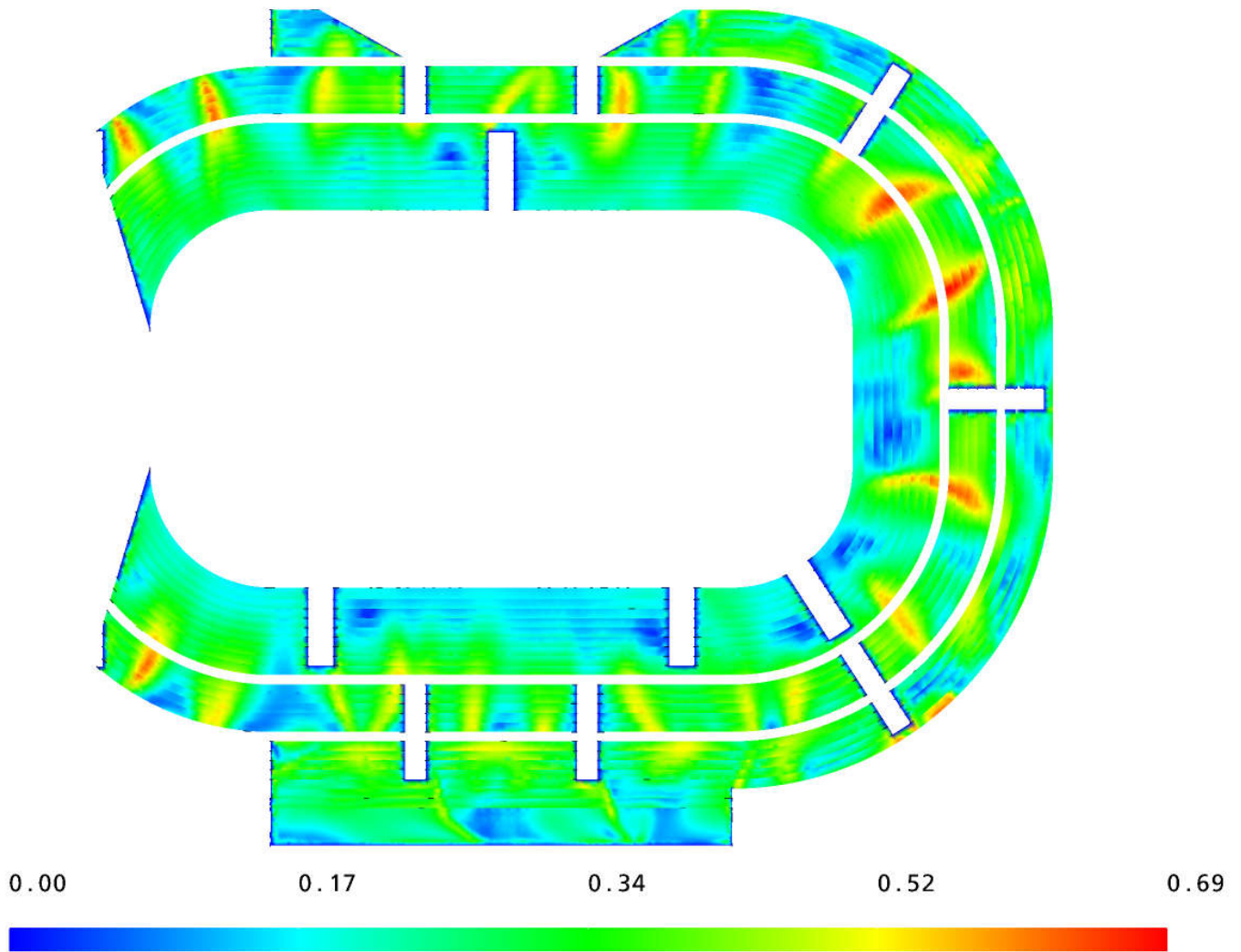


Рисунок 10. Подвижность воздуха (м/с) на высоте 1 м в зоне трибун.