

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный
аграрный университет»**

Факультет водоснабжения и водоотведения

**Кафедра гидравлики и сельскохозяйственного
водоснабжения**

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДОПРО- ВОДНОЙ СЕТИ

**Методические рекомендации
к практическим занятиям по гидравлике
для студентов-бакалавров направления «Агроинженерия»**

**Краснодар
КубГАУ
2016**

Составители: А. Е. Хаджиди, А. Н. Куртнезиров

Гидравлический расчет водопроводной сети : метод. рекомендации к практическим занятиям по гидравлике / сост. А. Е. Хаджиди, А. Н. Куртнезиров. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 97 с.

Содержат методику расчета основных гидравлических характеристик трубопроводной сети при движении воды и нефтепродуктов, подбора насоса и электродвигателя.

Методические рекомендации предназначены для студентов-бакалавров направления 35.03.06 «Агроинженерия», профиль подготовки «Технические системы в агробизнесе».

Рассмотрено и одобрено методической комиссией факультета механизации Кубанского госагроуниверситета, протокол № 10 от 17.05.2016.

Председатель
методической комиссии

А. А. Титученко

© Хаджиди А. Е., Куртнезиров А. Н.,
составление, 2016

© ФГБОУ ВПО «Кубанский
государственный
аграрный университет», 2016

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Исходные данные

Расчетная трасса водопроводной сети представлена на рисунке А1.

Расчетные расходы:

$$Q_2 = Q_3 = Q_4 = 10 + 0,2N, \text{ м}^3/\text{ч};$$

где N – номер варианта;

$$Q_7 = Q_6 = Q_5 = 15 + 0,1N, \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{12} = Q_{11} = Q_{10} = Q_9 = Q_8 = 20 + 0,2N, \text{ м}^3/\text{ч};$$

Удельный расход воды: $q_{6-7} = q_{2-3} = 1 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot \text{м}$; $q_{10-11} = q_{10-9} = 1,5 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot \text{м}$.

Длины расчетных участков водопровода:

$$L_{1-2} = L_{2-3} = 30 + 0,1N, \text{ м};$$

$$L_{3-4} = L_{5-6} = L_{6-7} = 20 + 0,1N, \text{ м};$$

$$L_{8-9} = L_{9-10} = 15 + 0,1N, \text{ м};$$

$$L_{2-8} = L_{10-11} = L_{11-12} = 50 + 0,2N, \text{ м}.$$

$$L_I = 40 \text{ м}, \quad L_{II} = 60 \text{ м}.$$

Длина всасывающего трубопровода насоса: $L_{0-1} = 8 + 0,01N, \text{ м}$.

Диаметр емкостей: $D_2 = D_3 = 10 \text{ м}$.

Давление на свободной поверхности в емкостях:

$$P_1 = P \text{ атм}, \quad P_2 = 1,5 \text{ атм}, \quad P_3 = 1,0 \text{ атм}.$$

Высота столба воды в емкостях: $H_2 = 8 \text{ м}$, $H_3 = 7 \text{ м}$.

Геодезические отметки: $\nabla_H = 30 \text{ м}$, $\nabla_2 = 42 \text{ м}$, $\nabla_3 = 35 \text{ м}$.

Температура перекачиваемой воды $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

1 РАСЧЕТ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

1.1 Определение расчетных расходов воды

Определение расчетных расходов на водопроводной сети начинают с конечных сечений 7 и 12 (рисунок А1) и выполняют их в обратном направлении движению жидкости, т. е. к сечению 1 (насосному агрегату).

Расчетный расход для любого участка определяется по формуле:

$$Q_{pi} = Q_{Ti} + 0,5Q_{ni}, \quad (1.1)$$

где Q_{pi} – расчетный расход воды на соответствующем участке, м³/ч;
 Q_{Ti} – транзитный расход на данном участке, м³/ч;
 Q_{ni} – путевой расход на данном участке, м³/ч.

Путевой расход на участках 6–7, 2–3, 9–10, 10–11, определяется по формуле:

$$Q_{ni} = q_{ni} \cdot L_i, \quad (1.2)$$

где q_{ni} – удельный путевой расход на единице длины данного участка, м³/ч на 1 п. м.;
 L_i – длина данного участка, м.

На участках I и II имеем трубопровод с параллельным соединением. Расчетный расход такого трубопровода определяется по формуле:

$$Q_I + Q_{II} = Q_{4-5} = Q_7 + Q_6 + Q_5 + q_{6-7} L_{6-7}, \quad (1.3)$$

где Q_I и Q_{II} – расчетные расходы соответственно для I и II участков, м³/ч;

Для определения расчетных расходов Q_I и Q_{II} на участках l_I и l_{II} составим уравнение:

$$A_I \cdot L_I \cdot Q_I = A_{II} \cdot L_{II} \cdot Q_{II} \quad (1.4)$$

где A_I, A_{II} – удельное сопротивление трубопровода на I и II участках, определяемое в зависимости от диаметра и материала стенок труб по таблице приложения, $\text{с}^2/\text{м}^6$;
 L_I, L_{II} – длина участков, м.

$$Q_{II} = \sqrt{\frac{A_I \cdot L_I}{A_{II} \cdot L_{II}}} \cdot Q_I \quad (1.5)$$

Так как диаметр трубопроводов не известен, то A_I и A_{II} принимаем равными величинами. С учетом длин трубопроводов L_I и L_{II} получаем выражение

$$Q_{II} = 0,82 Q_I \quad (1.6)$$

Подставляем в формулу (1.3) значение расчетного расхода Q_{II} , из формулы (1.6) получим расход воды:

$$Q_I + 0,89 Q_I = Q_{4-5} \quad (1.7)$$

или

$$Q_I = \frac{Q_{4-5}}{1,89}.$$

Затем определяем расчетный расход Q_{II} .

Расчетный расход воды на участке 1–2 составляет сумму расчетных расходов ветвей 3–2 и 8–2.

Расчетный расход Q_{1-2} будет равен подаче насоса Q_n .

Расчетный расход на участке Q_{0-1} равен расчётному расходу Q_{1-2} . Данные расчетных расходов на участках водопроводной сети заносят в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Гидравлический расчет сети

Номер расчетного участка	Расчетный расход на участке		Диаметр труб, м		Расчетная скорость на участке, м/с	К _υ коэффициент учитывающий скорость движения воды	Потери напора На участках, м
	м ³ /ч	м ³ /с	расчетный	по ГОСТ			
12-11							
и т.д.							

1.2 Определение диаметров трубопровода

Зная расчётные расходы по участкам водопроводной сети, определяем расчетные диаметры.

Расчётный диаметр труб равен:

$$d_{pi} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{pi}}{\pi \cdot V}}, \quad (1.8)$$

где d_{pi} – расчетный диаметр труб на расчетном участке, м;
 Q_{pi} – расчетный расход воды на этом участке, м³/с;

V – скорость движения воды в трубопроводе принимается $V = 1$ м/с, для расчетного участка 0–1 скорость равна $V = 0,7$ м/с.

По расчетному диаметру принимают стандартный диаметр труб $d_{\text{ГОСТ}}$ с учетом ГОСТа, в зависимости от материала трубопровода по (таблица Б1–Б4.), принимая ближайшие значения.

Значение расчетных диаметров $d_{\text{рi}}$ и диаметров по ГОСТу $d_{\text{ГОСТ}}$ для участков сети заносят в таблицу 1.1.

1.3 Определение расчетных скоростей

После подбора диаметра по ГОСТу уточняют реальную скорость движения воды в трубопроводе по формуле:

$$V_{\text{рi}} = \frac{4 \cdot Q_{\text{рi}}}{\pi \cdot d_{\text{ГОСТ}}^2}, \quad (1.9)$$

где $d_{\text{ГОСТ}}$ – стандартный диаметр труб, принимаемый по таблицам Б1–Б4, м.

Значение $V_{\text{рi}}$ заносят в таблицу 1.1.

1.4 Определение потерь напора на участках

Потери напора на участках нагнетательного трубопровода находят по формуле:

$$h_{\text{yi}} = K_V \cdot K_M \cdot A_i \cdot L_i \cdot Q_{\text{рi}}^2, \quad (1.10)$$

где h_{yi} – потери напора по длине на данном участке водопровода, м;
 K_V – коэффициент, учитывающий скорость движения воды на расчетном участке (принимается по таблице Б5, Б6)

K_M – коэффициент, учитывающий местные потери напора на расчетном участке ($K_M=1,05-1,10$)

A_i – удельное сопротивление на расчетном участке, определяемое в зависимости от $d_{\text{гост}}$ и материала стенок труб по таблице 1, 2, 3, 4 приложения 1, $\text{с}^2/\text{м}^6$;

L_i – длина данного участка, м.

Потери напора во всасывающем трубопроводе 0–1, определяются по формуле:

$$h_{0-1} = A_{0-1} \cdot L_{0-1} \cdot Q_{0-1}^2 + (\xi_z + 3\xi_o + \xi_{\text{кл}}) \cdot \frac{V_{0-1}^2}{2g}, \quad (1.11)$$

где A_{0-1} – удельное сопротивление, во всасывающем трубопроводе, определяемое в зависимости от $d_{\text{гост}}$ и материала стенок труб по таблице приложения, $\text{с}^2/\text{м}^6$;

L_{0-1} – длина всасывающего трубопровода, м;

Q_{0-1} – расход воды во всасывающем трубопроводе, $\text{м}^3/\text{с}$

ξ_z , ξ_o , $\xi_{\text{кл}}$ – коэффициенты местных сопротивлений задвижки (полностью открытой), отвода, всасывающего клапана, $\xi_z = 0,15$, $\xi_o = 0,3$, $\xi_{\text{кл}} = 7$ соответственно;

V_{0-1} – расчетная скорость во всасывающем трубопроводе, $\text{м}/\text{с}$;

g – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$.

Величины потерь напора на участках водопроводной сети заносим в таблицу 1.1.

1.5 Определение напора центробежного насоса

Напор насоса находится по формуле

$$H_n = H_{\text{см}} + h_B + h_H, \quad (1.12)$$

где $H_{ст} = H_{г} + \frac{P - P_1}{\rho g}$ – статистический напор, м;

$H_{г} = H_{гв} + H_{гн}$ – геометрический напор, м;

$H_{гв}$ – геометрический напор всасывания, м;

$H_{гн}$ – геометрический напор нагнетания, м;

$P = P_{отм} + P_{атм}$ – абсолютное давление на свободной поверхности емкости 2 или 3, в зависимости от диктующей точки, атм;

$P_{отм}$ – избыточное давление на свободной поверхности емкости 2 или 3, атм;

$P_{атм}$ – атмосферное давление, атм;

P_1 – абсолютное давление на свободной поверхности ($P_1 = P_{ат}$), атм;

h_n – потеря напора в нагнетательном трубопроводе, м.

Геометрическая высота всасывания определяется по формуле:

$$H_{св} = H_{вак} - \left[(\alpha_{вс} + \xi_3 + 3\xi_o + \xi_{кл}) \cdot \frac{V_{0-1}^2}{2g} + A_{0-1} \cdot L_{0-1} \cdot Q_{0-1}^2 \right], \quad (1.13)$$

где $H_{вак}$ – величина вакуума в сечении II – II принимая в пределах 5-7 м, в зависимости от конструкции насоса м;

$\alpha_{вс}$ – коэффициент неравномерности распределения скоростей в сечении II – II, (для $Re < 2300$ $\alpha_{вс} = 2$; для $Re > 2300$ $\alpha_{вс} = 1,1$).

Геометрический напор нагнетания подсчитываем по формуле:

$$H_{гн} = \nabla_i - \nabla_H + H_i, \quad (1.14)$$

где ∇_i – геометрические отметки для емкости (2 или 3) в зависимости от диктующей точки, м;

∇_H – геометрическая отметка насоса, м.

Потери напора в нагнетательном трубопроводе находим по формуле:

$$h_H = \sum h_i + h_{1-2}, \quad (1.15)$$

где $\sum h_i$ – наибольшие потери напора на участке 12–2 или 7–2, м;

h_{1-2} – потери напора на участке 1–2, м.

Потери напора на участке 2–7 будут вычисляться как сумма потерь напора по длине:

$$\sum h_{2-7} = h_{7-6} + h_{6-5} + h_{I_{\text{или II}}} + h_{4-3} + h_{3-2}, \quad (1.16)$$

где $h_{I_{\text{или II}}}$ – потери на участке 5–4 трубопровода с параллельным соединением принимается по наибольшим значениям или по I ветви h_I или по второй II– h_{II} , м.

Потери напора на участке 12-2 определяются по формуле:

$$\sum h_{12-2} = h_{12-11} + h_{11-10} + h_{10-9} + h_{9-8} + h_{8-2}. \quad (1.17)$$

1.6 Подбор центробежного насоса

По номенклатуре центробежных насосов по приложению 2 подбирается марка соответствующего насоса с характеристиками Q_H и H_H . Зная марку насоса, по таблице приложения 2 вычерчиваем графические характеристики центробежного насоса (рисунок А1).

1.7 Характеристика водопроводной сети. Выбор рабочей точки насоса

Для построения характеристики водопроводной сети воспользуемся формулой:

$$H_i = H_{CT} + (\sum A_H \cdot l_H + A_{0-1} \cdot L_{0-1}) \cdot Q_i^2, \quad (1.18)$$

где H_i – напор центробежного насоса в зависимости от расхода на водопроводной сети, м;

Q_i – расчетный расход водопроводной сети, м³/с.

Обозначим $(\sum A_H \cdot L_H + A_{0-1} \cdot L_{0-1})$ через коэффициент водопроводной сети - K_{BC} . Примем, что $H_i = H_H$, $Q_i = Q_H$. Тогда, из уравнения (1.18), получим:

$$H_H = H_{CT} + K_{BC} \cdot Q_H^2. \quad (1.19)$$

После преобразования уравнения (1.19) коэффициент водопроводной сети примет вид:

$$K_{BC} = \frac{H_H - H_{CT}}{Q_H^2}. \quad (1.20)$$

Решая совместно уравнения (1.18 и 1.20), получим формулу для определения напора центробежного насоса в зависимости от расхода водопроводной сети:

$$H_i = H_{CT} + K_{BC} \cdot Q_i^2. \quad (1.21)$$

Задавая значения расхода водопроводной сети Q_i в пределах $(0,8 \div 1,4)Q_H$ и подставляя их в формулу (1.21),

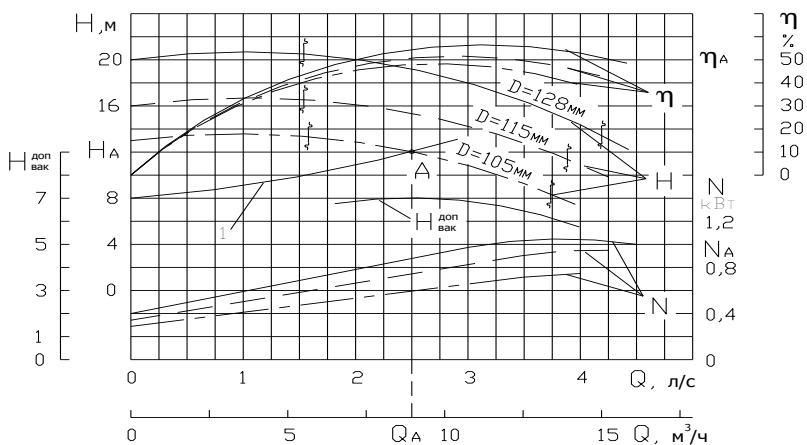
получим значения напора центробежного насоса H_i для соответствующего расхода воды. Полученные данные H_i и Q_i занесем в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 – Характеристика трубопроводной сети

0	$0,8 \cdot Q_n$	Q_n	$1,2 \cdot Q_n$	$1,4 \cdot Q_n$
$H_{ст}$	H_1	H_n	H_2	H_3

На характеристику центробежного насоса $H = f(Q)$ (рисунок 1.1), нанесем в том же масштабе характеристику водопроводной сети $H_1 = f(Q_1)$ полученную в результате расчета таблицы 1.2.

Точка пересечения (т. А) характеристик насоса $H = f(Q)$ и водопроводной сети $H_1 = f(Q_1)$ является рабочей точкой насоса. Она показывает, что данный центробежный насос, работая на водопроводную сеть, развивает напор H_n , создает подачу Q_n , затрачивая определенную мощность N_n , при КПД насоса – η_A .



1 – характеристика водопроводной сети; А – рабочая точка насоса.

Рисунок 1.1 – Характеристика марки центробежного насоса

1.8 Расчет электродвигателя

Расчетная мощность электродвигателя находится по формуле:

$$N_{ДВ} = \frac{Q_A \cdot H_A \cdot K_{\mathcal{E}}}{\eta_A \cdot \eta_{ПЕР}}, \quad (1.22)$$

где $N_A = \frac{Q_A \cdot H_A}{\eta_A}$ – мощность, затрачиваемая на перекачку воды объ-

емом Q_A при напоре H_A ;

$\eta_{пер}$ – КПД передачи ($\eta_{пер} = 1,0$);

$K_{\mathcal{E}}$ – коэффициент запаса мощности, принимается по таблице Б7.

Зная $N_{дв}$, частоту вращения насоса – n , условия работы насоса, характеристику окружающей среды, подбирается электродвигатель для данного центробежного насоса.

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Исходные данные

Расчетный расход нефтепродукта: $Q_1 = 80 + 0,1N$, м³/ч;

Длина нагнетательного трубопровода: $L_H = L_{1-2} = 200 + 0,1N$, м;

Длина всасывающего трубопровода: $L_{BC} = 5 + 0,01N$, м;

Давление в емкостях: $P_1 = P_{\text{атм}}$; $P_2 = 2P_{\text{атм}}$;

Высота столба жидкости в емкости 2: $H_2 = 8$ м;

Вязкость нефтепродукта: $\nu = 2 \cdot 10^{-4}$ м²/с;

Плотность нефтепродукта: $\rho = 850$ кг/м³;

Геометрические отметки: насоса $\nabla_H = 20$ м;

емкости 2 $\nabla_2 = 35$ м.

2 РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДНОЙ СЕТИ ДЛЯ ПЕРЕКАЧКИ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ

2.1 Гидравлический расчет трубопроводной сети

Расход жидкости определяется по формуле:

$$Q_{pi} = Q_{Ti}, \quad (2.1)$$

где Q_{pi} – расчетный расход на соответствующем участке, м³/ч

Q_{Ti} – транзитный расход на данном участке, м³/ч.

Полученные значения расчетных расходов заносят в таблицу 2.1. Расход воды во всасывающем трубопроводе равен расчетному расходу на участке 1–2.

Таблица 2.1 – Гидравлический расчет сети для перекачки вязкой жидкости

Номер расчетного участка	Расчетный расход на участке		Диаметр труб, м		Расчетная скорость на участке, м/с	Потери напора на участках, м
	м ³ /ч	м ³ /с	расчетный	по ГОСТ		
1-2 0-1						

Расчетные диаметры трубопроводов на участке находятся по формуле:

$$d_{pi} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{pi}}{\pi \cdot V}}, \quad (2.2)$$

где d_{pi} – расчетный диаметр труб на расчетном участке, м;
 Q_{pi} – расчетный расход воды на этом участке, м³/с;
 V – скорость движения воды в трубопроводе, принимается $V = 1$ м/с, для расчетного участка 0–1 скорость равна $V = 0,7$ м/с.

По расчетному диаметру принимают стандартный диаметр труб $d_{гост}$ с учетом ГОСТа, в зависимости от материала трубопровода по таблицам 1Б–4Б, принимая ближайшие значения. Данные заносим в таблицу 2.1.

После подбора диаметра по ГОСТу уточняют реальную скорость движения воды в трубопроводе по формуле:

$$V_{pi} = \frac{4Q_{pi}}{\pi d_{ГОСТ}^2}, \quad (2.3)$$

где $d_{ГОСТ}$ – стандартный диаметр труб, принимаемый по таблицам Б1-Б4, м.

Значение V_{pi} заносят в таблицу 2.1

Потери напора на участках сети определяются по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$h_i = \lambda_i \cdot \frac{L_i}{d_{ГОСТi}} \cdot \frac{V_{pi}^2}{2g} \cdot K_M, \quad (2.4)$$

где λ_i – коэффициент гидравлического трения по длине;

K_M – коэффициент, учитывающий местные потери напора на расчетном участке ($K_M=1,05 \div 1,10$);

L_i – длина данного участка, м.

Коэффициент гидравлического трения λ_i находится исходя из зоны гидравлического сопротивления. Для этого необходимо определить число Рейнольдса (Re) и абсолютную эквивалентную шероховатость Δ_3 стенок трубопровода.

Число Рейнольдса находим по формуле:

$$Re = \frac{V_{pi} \cdot d_{ГОСТ}}{\nu}, \quad (2.5)$$

где ν – кинематическая вязкость жидкости, м²/с.

В случае при значениях чисел Рейнольдса меньших числа 2300 – ламинарного режима движения жидкости ко-

коэффициент гидравлического трения λ_i вычисляется по формуле Пуазейля:

$$\lambda_i = \frac{64}{\text{Re}}. \quad (2.6)$$

При вычислении потерь напора при турбулентном режиме определяют область сопротивления. Всего при данном режиме три области сопротивления.

Первая область сопротивления – это «область гладких русел». Граница первой области сопротивления ограничивается в диапазоне $\text{Re} \cdot \frac{\Delta}{D} < 10$ (где $\Delta_{\text{э}}$ – эквивалентная шероховатость, мм;

D – диаметр трубопровода, мм).

Коэффициент гидравлического трения для этого случая определяется по формуле Блазиуса:

$$\lambda_i = \frac{0.3164}{\text{Re}^{0.25}}. \quad (2.7)$$

Вторая область – это «область доквадратичного сопротивления шероховатых русел» и находится в диапазоне $10 < \text{Re} \cdot \frac{\Delta}{D} < 500$.

Коэффициент гидравлического трения для этого случая определяется по формуле А. Д. Альтшуля:

$$\lambda_i = 0.11 \left(\frac{\Delta}{D} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0.25} \quad (2.8)$$

Третья область сопротивления – это «область квадратичного сопротивления шероховатых русел». Границы этой зоны находятся в диапазоне $Re \cdot \frac{\Delta}{D} > 500$.

Коэффициент гидравлического сопротивления для этого случая определяется по формуле Шифринсона:

$$\lambda_i = 0.11 \left(\frac{\Delta}{D} \right)^{0.25} \quad (2.9)$$

2.2 Определение напора насоса

Напор насоса находится по формуле:

$$H_n = H_{ст} + h_B + h_H, \quad (2.10)$$

где $H_{ст} = H_r + \frac{P - P_1}{\rho g}$ – статистический напор, м;

$H_r = H_{гв} + H_{гн}$ – геометрический напор, м;

$H_{гв}$ – геометрический напор всасывания, м;

$H_{гн}$ – геометрический напор нагнетания, м;

$P = P_2 + P_{атм}$ – абсолютное давление на свободной поверхности емкости 2, атм;

P_2 – избыточное давление на свободной поверхности емкости 2, атм;

$P_{атм}$ – атмосферное давление, атм;

P_1 – абсолютное давление на свободной поверхности ($P_1 = P_{ат}$), атм;

h_n – потеря напора в нагнетательном трубопроводе, м.

Геометрическая высота всасывания определяется из выражения:

$$H_{гв} = H_{вак} - \left[(\alpha_{вс} + \xi_z + 3\xi_o + \xi_{кл}) \cdot \frac{V_{o-1}^2}{2g} + A_{0-1} \cdot L_{0-1} \cdot Q_{0-1}^2 \right] \quad (2.11)$$

где $H_{\text{вак}}$ – величина вакуума в сечении II – II принимая в пределах 5-7 м, в зависимости от конструкции насоса м;

$\alpha_{\text{вс}}$ – коэффициент неравномерности распределения скоростей в сечении II – II, (для $Re < 2300$ $\alpha_{\text{вс}} = 2$; для $Re > 2300$ $\alpha_{\text{вс}} = 1,1$).

Геометрический напор нагнетания подсчитываем по формуле:

$$H_{\text{гн}} = \nabla_i - \nabla_H + H_i, \quad (2.12)$$

где ∇_i – геометрические отметки для емкости 2, м;

∇_H – геометрическая отметка насоса, м.

Потери напора в нагнетательном трубопроводе находим по формуле:

$$h_H = h_{1-2}, \quad (2.13)$$

где h_{1-2} – потери напора на участке 1–2, м.

2.3 Подбор центробежного насоса

По номенклатуре центробежных насосов по таблице приложения подбираем марку насоса с характеристиками Q_H и H_H . Зная марку насоса, по таблице приложения вычерчиваем графические характеристики центробежного насоса (рисунок 2.1).

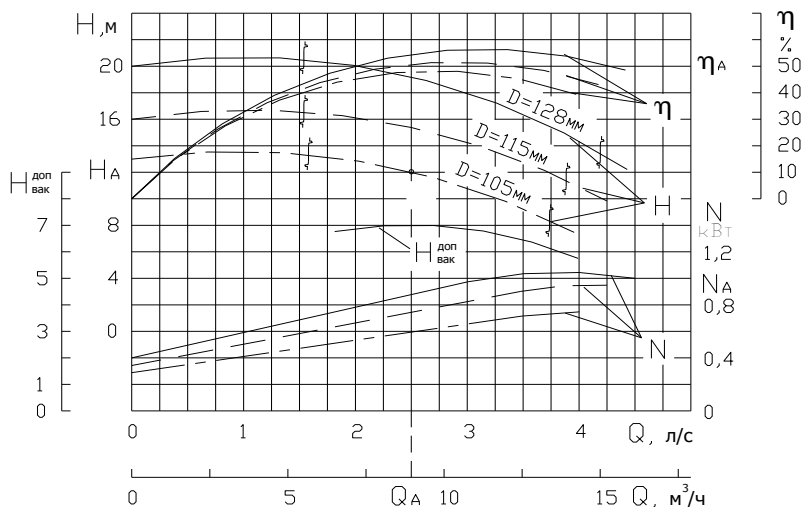


Рисунок 2.1 – Характеристика марки центробежного насоса

2.3 Пересчет характеристик центробежного насоса

Так как вязкость перекачиваемой жидкости ν больше вязкости воды, то необходимо пересчитать характеристики насоса с воды на вязкую жидкость. Перерасчет ведем по формулам:

$$Q = K_Q \cdot Q_H, \quad (2.14)$$

$$H = K_H \cdot H_H, \quad (2.15)$$

$$\eta = K_\eta \cdot \eta_H, \quad (2.16)$$

где K_Q, K_H, K_η – коэффициенты пересчета характеристик насоса с воды на вязкие жидкости.

Принимаем по рисунку 2.2 в зависимости от числа Рейнольдса, которое определяется по формуле:

$$\text{Re} = \frac{Q_{H-\eta_{\max}}}{D_{\text{э}} \cdot \nu}, \quad (2.17)$$

где $Q_{H-\eta_{\max}}$ – подача насоса при максимальном КПД на воде (принимается из рисунка 2.1), м³/с;

$D_{\text{э}}$ – эквивалентный диаметр, м;

ν – кинематическая вязкость жидкости, м²/с.

Эквивалентный диаметр определяется по формуле:

$$D_{\text{э}} = \sqrt{4 \cdot D_2 \cdot \epsilon_2 \cdot K_2}, \quad (2.18)$$

где D_2 – внешний диаметр рабочего колеса ($D_2 = 200 \div 300$ мм), м;
 ϵ_2 – ширина лопатки рабочего колеса на внешнем диаметре, принимается по паспортным данным насоса ($\epsilon_2 = 15 \div 20$ мм), м;
 K_2 – коэффициент стеснения, $K_2 = 0,9$.

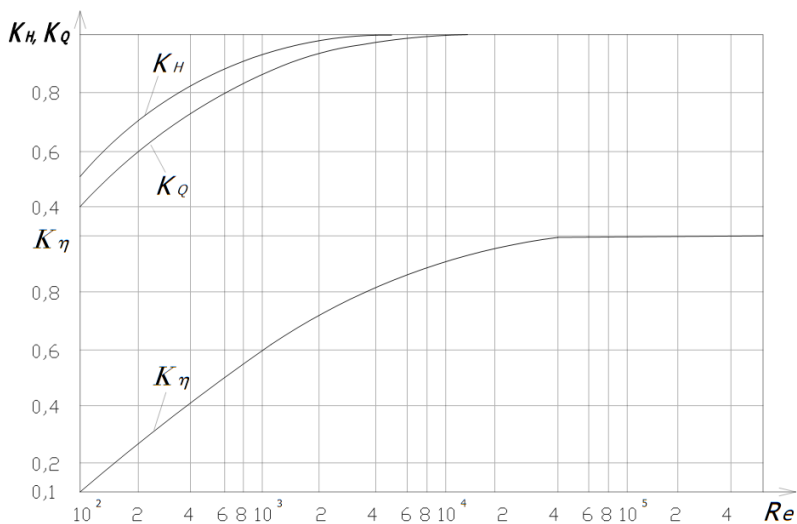


Рисунок 2.2 – Коэффициенты пересчета характеристик насоса с воды на вязкие жидкости

Пересчет характеристик ведется в табличной форме (таблица 2.2).

Потребная мощность определяется по соответствующим показателям работы насоса на вязкой жидкости таблица 2.2 по значениям расхода, напора и коэффициента полезного действия

$$N_i = \frac{Q_i \cdot H_i}{\eta_i}. \quad (2.19)$$

Результаты вычислений заносятся в таблицу 2.3.

Таблица 2.2 – Показатели работы насоса на воде и вязкой жидкости

Подача насоса, м ³ /с		Напор насоса, м			КПД насоса			
на воде	K_Q	на нефтепродукте	на воде	K_H	на нефтепродукте	на воде	K_η	на нефтепродукте
$0,8Q_{H-\eta_{\max}}$		$0,8Q_{H-\eta_{\max}} \cdot K_Q$	$1,2H$		$1,2H \cdot K_H$	$1,2\eta$		$1,2\eta \cdot K_\eta$
$1,0Q_{H-\eta_{\max}}$		$1,0Q_{H-\eta_{\max}} \cdot K_Q$	$1,0H$		$1,0H \cdot K_H$	$1,0\eta$		$1,0\eta \cdot K_\eta$
$1,2Q_{H-\eta_{\max}}$		$1,2Q_{H-\eta_{\max}} \cdot K_Q$	$0,8H$		$0,8H \cdot K_H$	$0,8\eta$		$0,8\eta \cdot K_\eta$

Таблица 2.3 – Потребная мощность определяется по соответствующим показателям работы насоса на вязкой жидкости

Q_i	Q_1	Q_2	Q_3
N_i	N_1	N_2	N_3

На характеристики насоса на воде наносятся пересчитанные характеристики этого насоса при работе на вязкой жидкости рисунок 2.4.

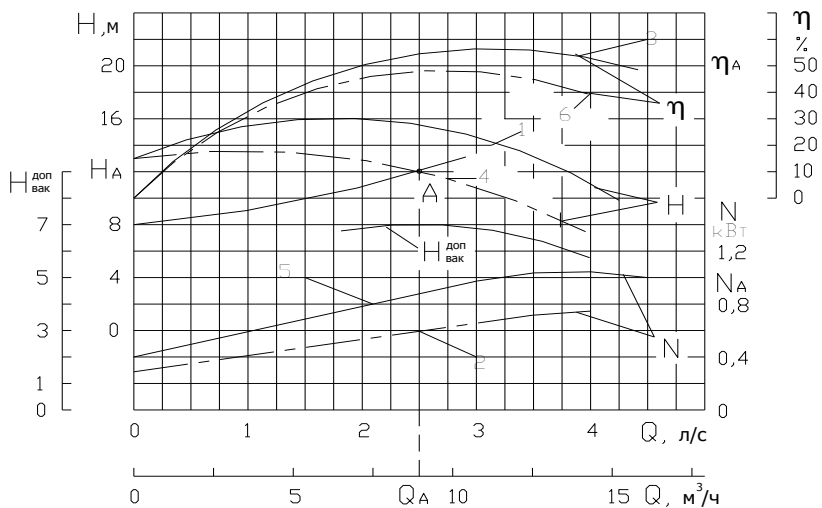


Рисунок 2.4 – Характеристика трубопроводной сети и работы насоса на вязкой жидкости

2.4 Построение характеристики трубопроводной сети

Характеристика трубопроводной сети рассчитывается по формуле:

$$H = H_{см} + \sum K_M \cdot \lambda_i \frac{L_i \cdot V_i^2}{d_{\text{осми}} \cdot 2 \cdot g}, \quad (2.20)$$

или с учетом формулы 2.3

$$H = H_{см} + \sum K_M \cdot \lambda_i \frac{8 \cdot L_i}{d^3_{\text{осми}} \cdot g \cdot \pi^2} \cdot Q_{pi}^2. \quad (2.21)$$

Приняв $\sum K_M \cdot \lambda_i \frac{8 \cdot L_i}{d^3_{\text{осми}} \cdot g \cdot \pi^2} = K_T;$

$$H = H_H; Q_{pi} = Q_H,$$

имеем:

$$H_H = H_{см} + K_T \cdot Q_H^2. \quad (2.22)$$

Из уравнения (2.22) коэффициент трубопроводной сети примет вид:

$$K_T = \frac{H_H - H_{см}}{Q_H^2}. \quad (2.23)$$

Решая совместно уравнения (2.20 и 2.23) получим формулу для определения напора центробежного насоса в зависимости от расхода вязкой жидкости:

$$H_i = H_{cm} + K_T \cdot Q_i^2. \quad (2.24)$$

Задавая значениями расхода вязкой жидкости Q_i в пределах от $0,8Q_H$ до $1,4Q_H$ и подставляя в формулу (2.24), получим значения напора центробежного насоса H_i для каждого расхода вязкой жидкости. Полученные данные H_i и Q_i занесем в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 – Характеристика трубопроводной сети на вязкую жидкость

0	$0,8 \cdot Q_H$	Q_H	$1,2 \cdot Q_H$	$1,4 \cdot Q_H$
$H_{ст}$	H_1	H_H	H_2	H_3

На характеристику центробежного насоса $H = f(Q)$ (рисунок 2.4) наносим в том же масштабе характеристику трубопроводной сети на вязкую жидкость $H_1 = f(Q_1)$, полученную в результате расчета таблицы 2.4.

Точка пересечения (т. А) характеристик насоса $H = f(Q)$ и трубопроводной сети на вязкую жидкость $H_1 = f(Q_1)$ является рабочей точкой насоса. Она показывает, что данный центробежный насос, работая на трубопроводную сеть, развивает напор H_H , создает подачу Q_H , затрачивая определенную мощность N_H , при КПД насоса – η_A .

2.5 Расчет и выбор электродвигателя

Расчетная мощность электродвигателя находится по формуле:

$$N_{ДВ} = \frac{Q_A \cdot H_A \cdot K_{\text{Э}}}{\eta_A \cdot \eta_{\text{ПЕР}}}, \quad (1.22)$$

где $N_A = \frac{Q_A \cdot H_A}{\eta_A}$ – мощность, затрачиваемая на перекачку воды объемом Q_A при напоре H_A ;
 $\eta_{\text{пер}}$ – КПД передачи ($\eta_{\text{пер}}=1,0$);
 $K_{\text{Э}}$ – коэффициент запаса мощности, принимается по таблице Б7.

Зная $N_{ДВ}$, частоту вращения насоса – n , условия работы насоса, характеристику окружающей среды, подбирается электродвигатель для данного центробежного насоса.

Приложение А

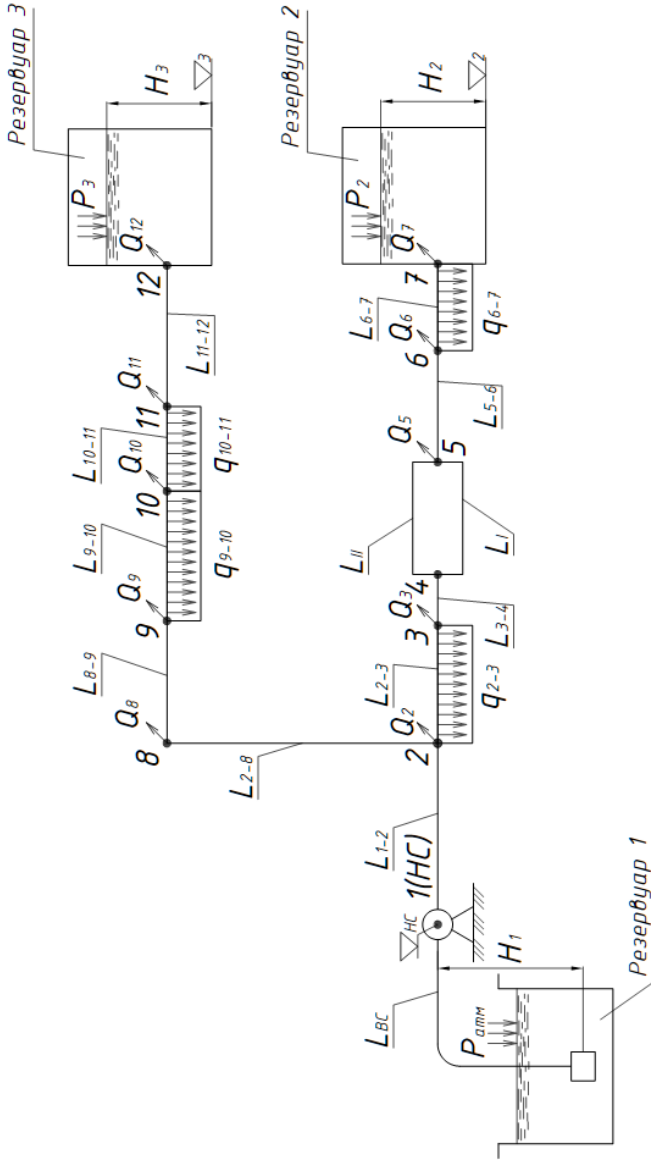


Рисунок А1 – Схема водопроводной сети

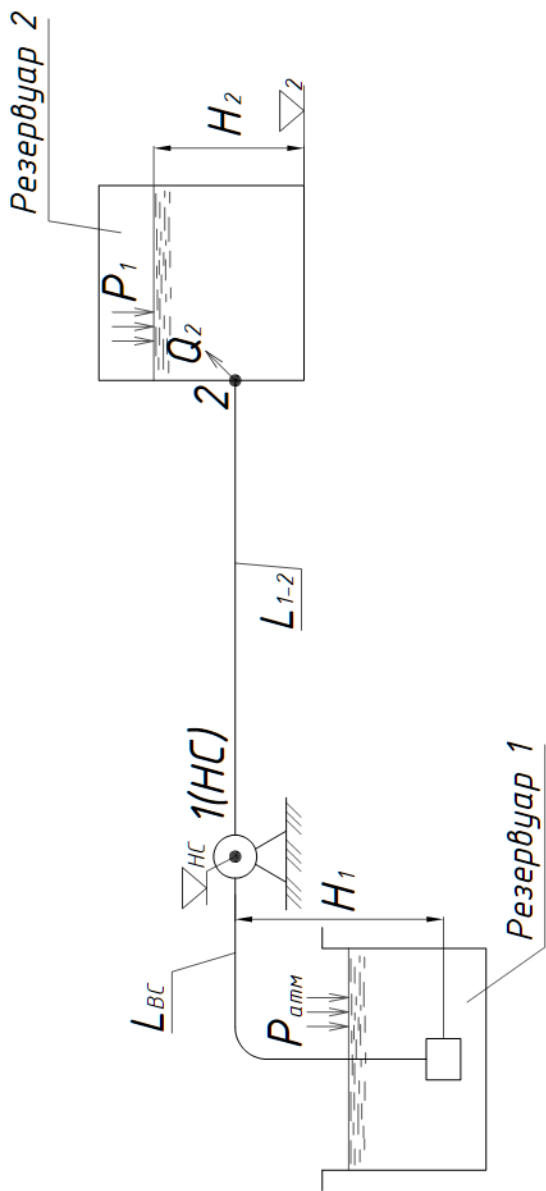


Рисунок А2 – Схема гидравлической нефтепроводной сети

Приложение Б

Таблица Б1 – Удельное сопротивление стальных труб

Диаметр условного прохода D ,мм	Стальные трубы		
	Расчетный внутренний диаметр D_p ,мм	B , c^2/m^5	A_0 кв, c^2/m^6
50	64	4920	3686
60	70	3440	2292
75	83	1741	929
80	95	1014	454
100	114	506,5	173
125	133	264,2	76,4
150	158	132,7	30,7
175	170	98,9	20,8
200	209	43,3	6,96
250	260	18,07	2,19
300	311	8,84	0,85
350	363	4,76	0,373
400	414	2,81	0,186
450	466	1,753	0,099
500	516	1,15	0,058
600	616	0,574	0,0226
700	706	0,332	0,011
800	804	0,197	0,00551
900	904	0,124	0,00296
1000	1004	0,0812	0,0017
1200	1202	0,0397	0,00654
1400	1400	0,0215	0,000292
1500	1500	0,0163	0,000202
1600	1600	0,0126	0,000144

Таблица Б2 – Удельное сопротивление чугунных труб

Диаметр условного прохода D , мм	Чугунные трубы		
	Расчетный внутренний диаметр D_p , мм	B , $\text{с}^2/\text{м}^5$	$A_{0 \text{ KB}}$, $\text{с}^2/\text{м}^6$
50	51,6	11690	11540
60	—	—	—
75	—	—	—
80	82,6	1178	953
100	102	754,7	312
125	127,2	316,2	96,7
150	152,4	153,25	37,1
175	-	—	—
200	202,6	49,23	8,09
250	253	20,2	2,53
300	304,4	9,62	0,95
350	352,4	5,37	0,437
400	401,4	3,2	0,219
450	450,6	2	0,199
500	500,8	1,315	0,0678
600	600,2	0,637	0,026
700	699,4	0,346	0,0115
800	799,8	0,202	0,00567
900	899,2	0,127	0,00305
1000	998,4	0,0832	0,00175
1200	1199,2	0,0399	0,000663
1400	—	—	—
1500	—	—	—
1600	—	—	—

Таблица Б3 – Удельное сопротивление для асбестоцементных труб

Диаметр условного прохода D, мм	Асбестоцементные трубы		
	Расчетный внутренний диаметр D _p , мм	B, c ² /м ⁵	A ₀ кв c ² /м ⁶
50	50	13231,9	6850
75	75	2614,4	835
100	100	827,04	188
125	119	414,51	76,1
150	141	208,88	31,5
200	189	65,04	7,9
250	235	27,12	2,23
300	279	13,67	0,91
350	322	7,73	0,43
400	368	4,52	0,217
500	456	1,91	0,071
600	576	0,752	0,021
700	672	0,406	0,0095
800	768	0,24	0,0048
900	864	0,148	0,0026
1000	960	0,097	0,0015

Таблица Б4 – Удельные сопротивления A при $V = 1$ м/с для пластмассовых труб (ГОСТ 18599-83)

Наружный диаметр, мм	Средний тип СЛ при Q в м ³ /с	Средний тип С при Q в м ³ /с	Тяжелый тип Т при Q в м ³ /с
10	—	—	453600000
12	—	—	100900000
16	—	—	121200000
20	—	—	2655000
25	—	—	757100
32	—	—	204800
40	—	—	62290
50	—	—	19720
63	—	—	5929
75	—	—	2390
90	—	—	926,8
110	—	—	323,9
125	—	—	166,7
140	—	—	91,62
160	—	—	45,91
180	—	—	24,76
200	—	—	14,26
225	—	—	7,715
250	—	—	4,454
280	—	—	2,459
315	—	0,8761	—
355	—	0,4661	—
400	—	0,2502	—
450	—	0,1351	—
500	0,06322	—	—
560	0,03495	—	—
630	0,01889	—	—

Таблица Б5 – Поправочные коэффициенты K_v

V, м/с	Материал трубопроводов			
	стальные новые	чугунные новые	не новые стальные чугунные	асбесто- цементные
0,6	1,057	1,115	1,115	1,082
0,7	1,039	1,078	1,085	1,056
0,8	1,021	1,047	1,060	1,034
0,9	1,011	1,021	1,040	1,016
1,0	1,000	1,000	1,030	1,000
1,1	0,993	0,988	1,015	0,986
1,2	0,986	0,965	1,000	0,974
1,3	0,979	0,951	1,000	0,963
1,4	0,972	0,938	1,000	0,953
1,5	0,968	0,927	1,000	0,944

Таблица Б6 – Значения поправочного коэффициента K_3 в зависимости от скорости V для вычисления удельного сопротивления A пластмассовых труб

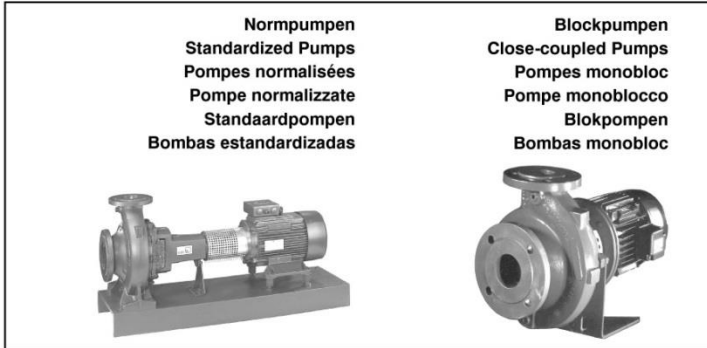
V, м/с	K_3	V, м/с	K_3	V, м/с	K_3
0,22	1,439	0,8	1,052	1,9	0,865
0,25	1,368	0,85	1,043	2	0,855
0,3	1,313	0,9	1,024	2,1	0,846
0,35	1,268	1	1	2,2	0,837
0,4	1,23	1,1	0,991	2,3	0,828
0,45	1,198	1,2	0,96	2,4	0,821
0,5	1,17	1,3	0,943	2,5	0,813
0,55	1,145	1,4	0,926	2,6	0,806
0,6	1,123	1,5	0,912	2,7	0,799
0,65	1,102	1,6	0,899	2,8	0,792
0,7	1,084	1,7	0,887	2,9	0,786
0,75	1,067	1,8	0,876	3	0,780

Таблица Б7 – Коэффициент запаса мощности

Мощность электродвигателя, кВт	Коэффициент запаса мощности, K_z
до 20	1,25
25-50	1,20
50-300	1,15
Более 300	1,10

Приложение В

Подбор центробежного насоса фирмы KSB



50 Hz Etanorm/Etabloc 2900, 1450 1/min⁻¹

Baugröße Pump size Type de pompe Tamaño Grooite Grandezza	n = 2900 min ⁻¹			n = 1450 min ⁻¹		
	Etanorm	Etabloc	Seite Page Pagina	Etanorm	Etabloc	Seite Page Pagina
25-20.1	-	x	8	-	x	37
32-23.1	-	x	9	-	-	---
32-125.1	x	x	10	x	x	38
32-160.1	x	x	11	x	x	39
32-200.1	x	x	12	x	x	40
32-250.1	x	x	13	x	x	41
32-125	x	x	14	x	x	42
32-160	x	x	15	x	x	43
32-200	x	x	16	x	x	44
32-250	x	x	17	x	x	45
40-125	x	x	18	x	x	46
40-160	x	x	19	x	x	47
40-200	x	x	20	x	x	48
40-250	x	x	21	x	x	49
40-315	-	-	---	x	x	50
50-125	x	x	22	x	x	51
50-160	x	x	23	x	x	52
50-200	x	x	24	x	x	53
50-250	x	x	25	x	x	54
50-315	-	-	---	x	x	55


50 Hz Etanorm-R 1450, 960 1/min⁻¹

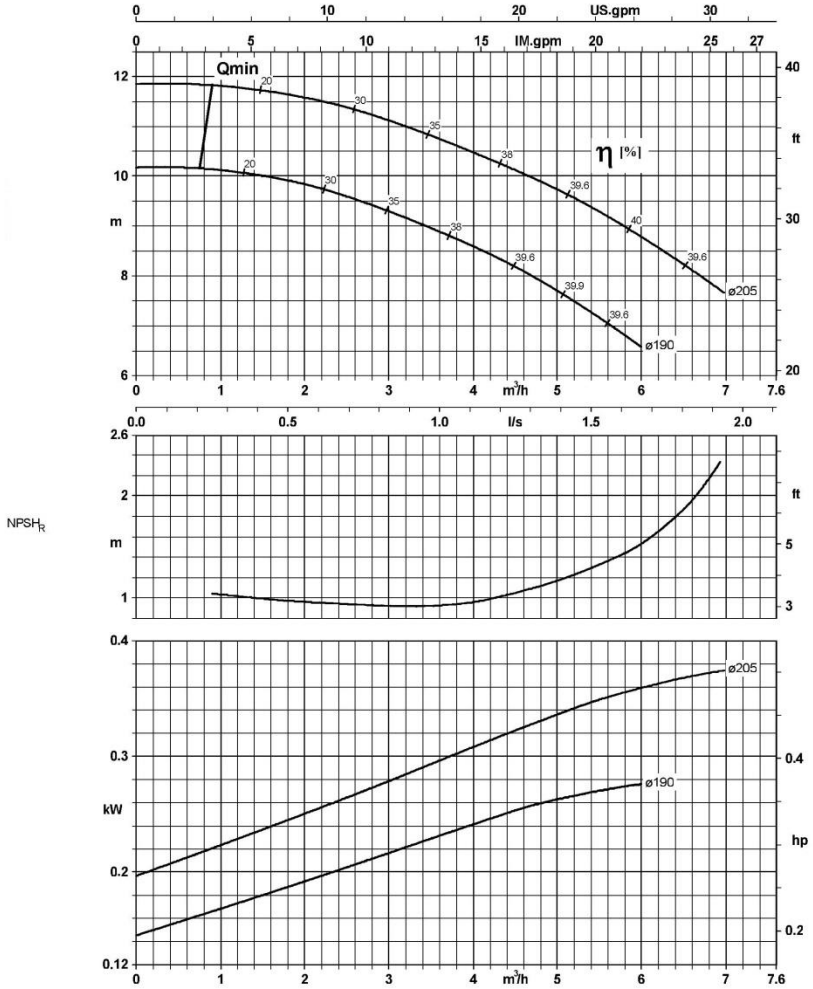
Baugröße Pump size Type de pompe Tamaño Grooite Grandezza	n = 1450 min ⁻¹		n = 960 min ⁻¹	
	Etanorm-R	Seite Page Pagina	Etanorm-R	Seite Page Pagina
125-500.2	x	79	x	84
150-500.1	x	80	x	85
200-250	x	81	x	86
200-260	x	82	x	87
200-330	x	83	x	88
200-400	x	84	x	89
200-500	x	85	x	100
250-300	x	86	x	101


Baugröße Pump size Type de pompe Tamaño Grooite Grandezza	n = 2900 min ⁻¹			n = 1450 min ⁻¹		
	Etanorm	Etabloc	Seite Page Pagina	Etanorm	Etabloc	Seite Page Pagina
65-125	x	x	26	x	x	56
65-160	x	x	27	x	x	57
65-200	x	x	28	x	x	58
65-250	x	x	29	x	x	59
65-315	-	-	---	x	x	60
80-160	x	x	30	x	x	61
80-200	x	x	31	x	x	62
80-250	x	x	32	x	x	63
80-315	-	-	---	x	x	64
80-400	-	-	---	x	x	65
100-160	x	x	33	x	x	66
100-200	x	x	34	x	x	67
100-250	x	-	35	x	x	68
100-315	-	-	---	x	x	69
100-400	-	-	---	x	x	70
125-200	x	-	36	x	x	71
125-250	-	-	---	x	x	72
125-315	-	-	---	x	x	73
125-400	-	-	---	x	x	74
150-200	-	-	---	x	x	75
150-250	-	-	---	x	x	76
150-315	-	-	---	x	x	77
150-400	-	-	---	x	x	78

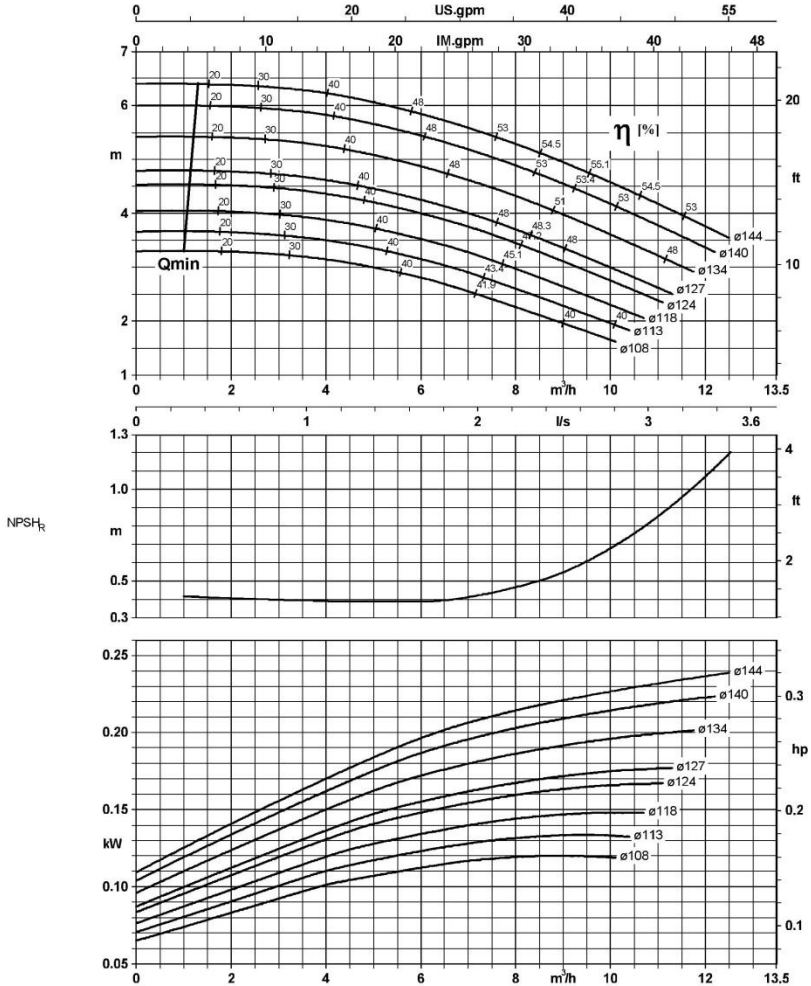
Baugröße Pump size Type de pompe Tamaño Grooite Grandezza	n = 1450 min ⁻¹		n = 960 min ⁻¹	
	Etanorm-R	Seite Page Pagina	Etanorm-R	Seite Page Pagina
250-330	x	87	x	102
250-400	x	88	x	103
250-500	x	89	x	104
300-340	x	90	x	105
300-360	x	91	x	106
300-400	x	92	x	107
300-500	x	93	x	108




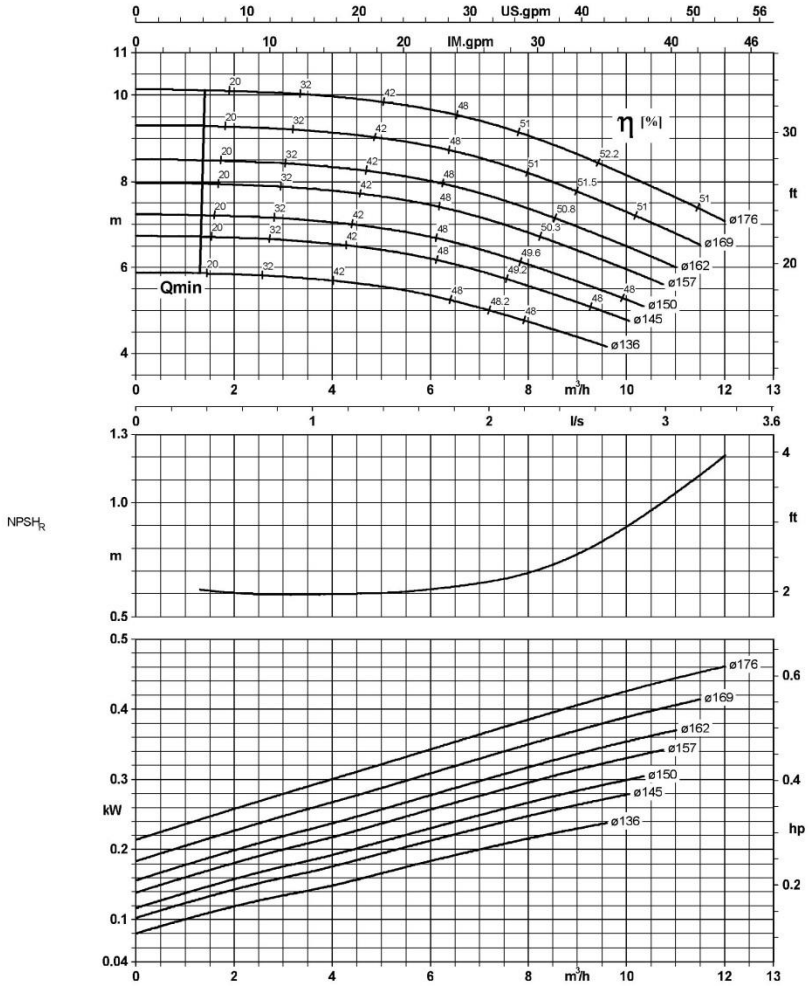
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaler ø Rodele	 KSB
Etabloc 25-20.1		1450 1/min				
Prjekt Prjekt Prjekt	Progetto Prjekt Proyecto	Angebots-Nr. Prjekt No. No. de offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Postlenr. Pos.-Nr.	KSB Aktiengesellschaft 67225 Frankenthal Johann-Klein-Straße 9 67227 Frankenthal




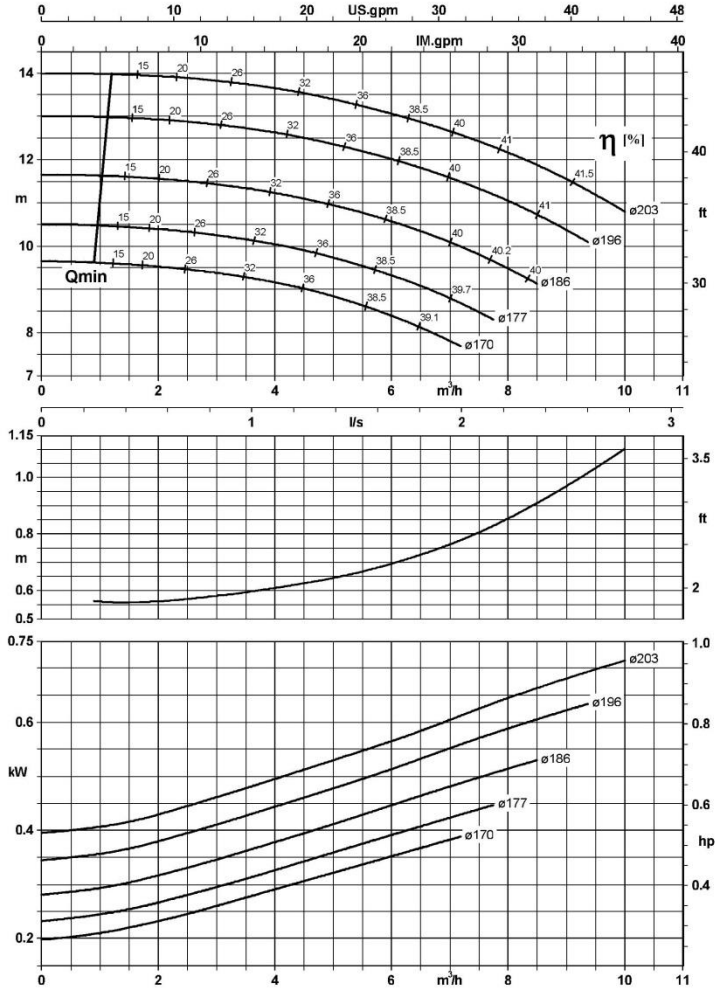
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 32-125.1 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nenn-drehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revolutions nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaler ø Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft 67225 Frankenthal Johann-Klein-Straße 9 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Ciffrten. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positen. Pos.-Nr.	




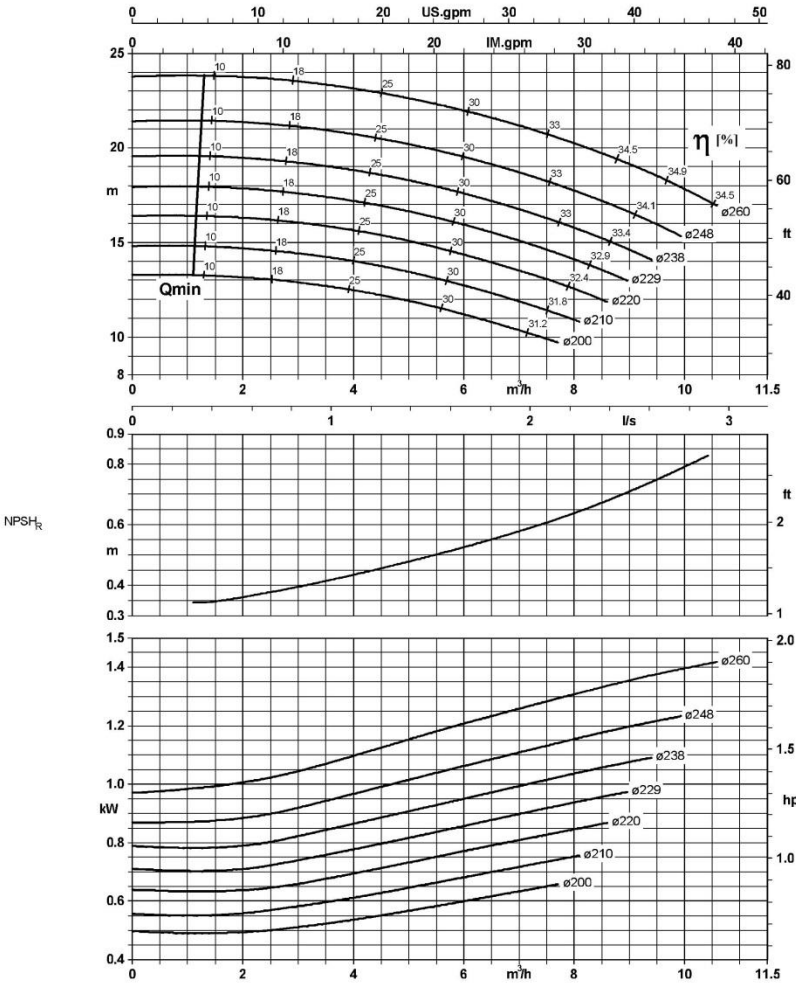
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 32-160.1 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nenndrehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revolutions nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaler ø Rodete	 KSB Aktiengesellschaft 67225 Frankenthal Johann-Klein-Straße 9 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de offre	Offerta-No. Offerten. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positen. Pos.-Nr.	




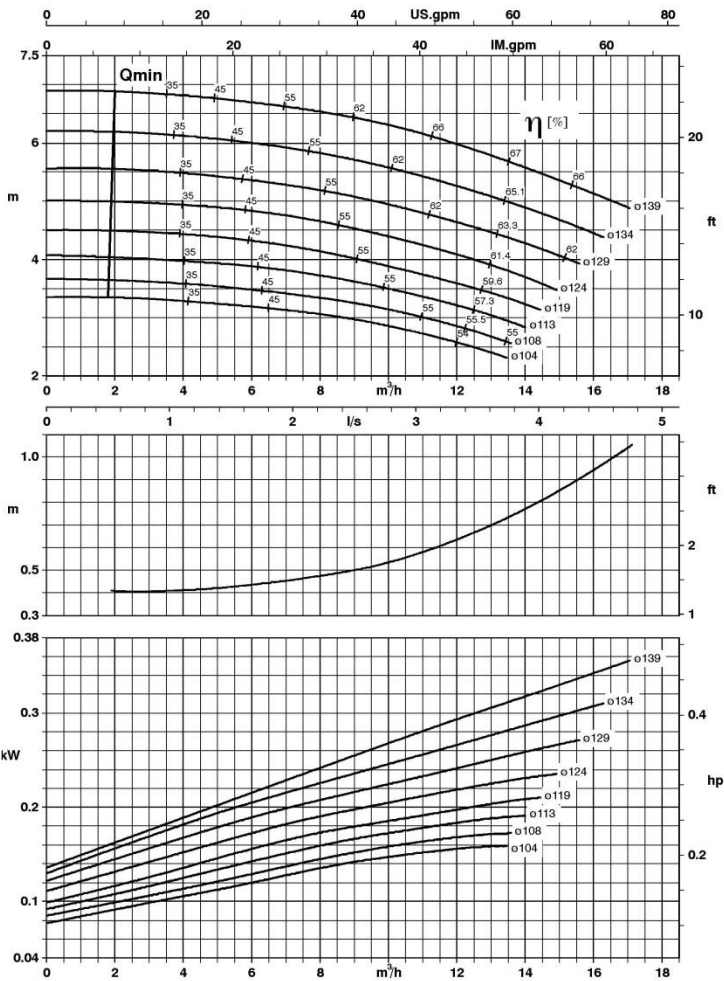
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 32-200.1 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nenn-drehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaler ø Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft 67225 Frankenthal Johann-Klein-Strasse 9 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de offre	Offerta-No. Offerten. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positien. Pos.-Nr.	




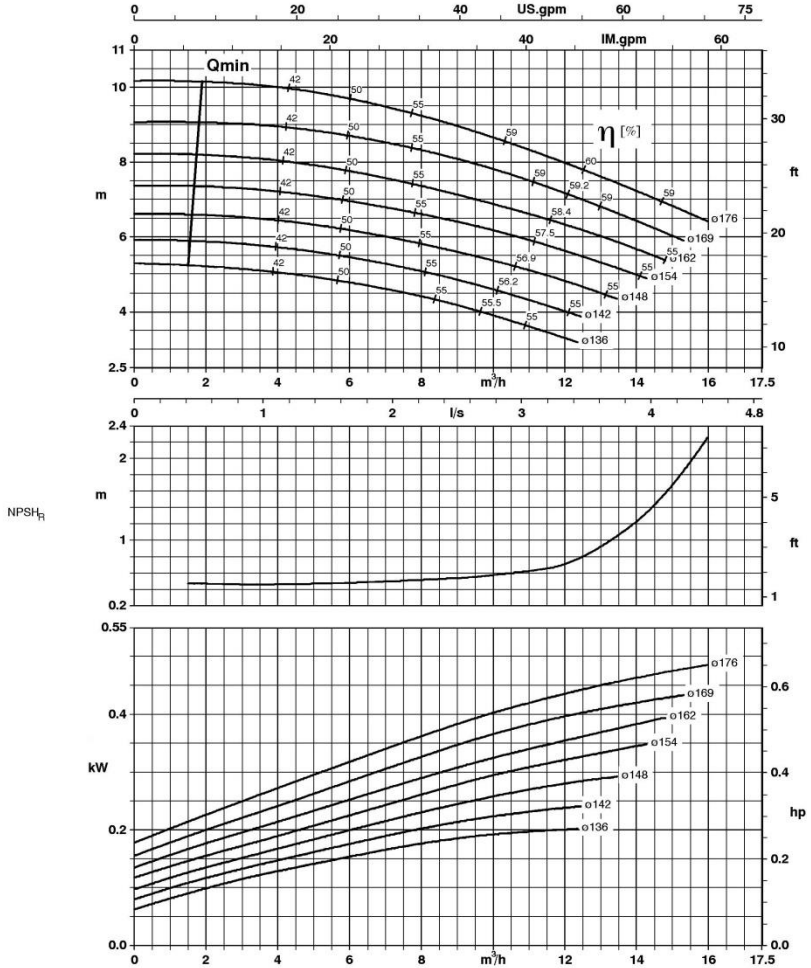
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 32-250.1 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nennzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Girante ϕ Waaler ϕ Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft 67225 Frankenthal Johann-Klein-Straße 9 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positionr. Pos.-Nr.	




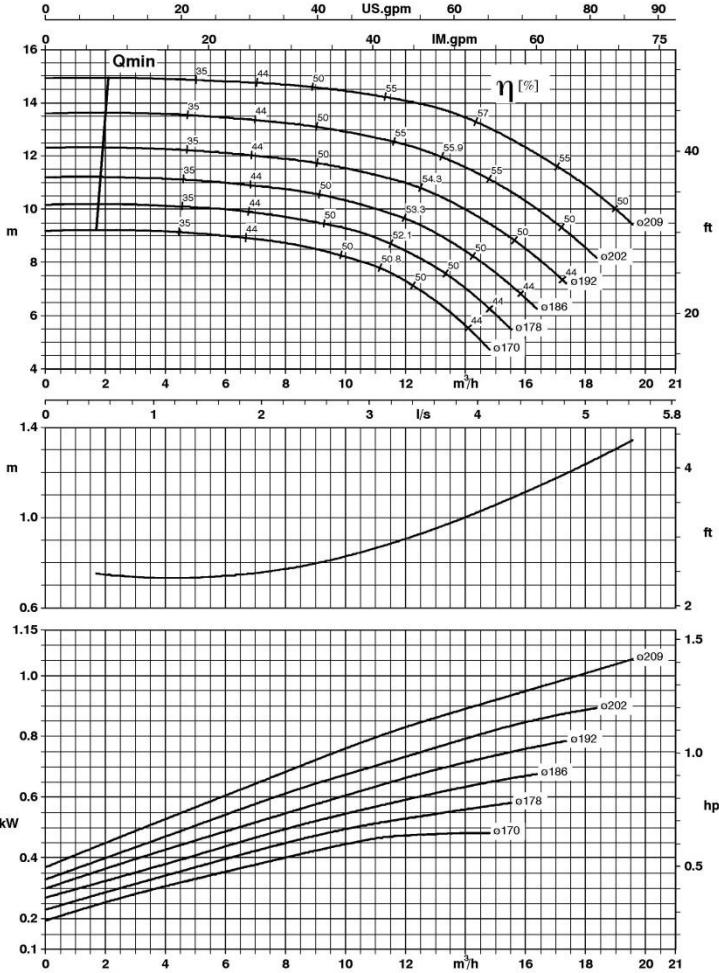
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 32-125 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nenn-drehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Lauf-rad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Girante ϕ Waaijer ϕ Rodete	 KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertenr. Oferta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positiernr. Pos.-Nr.	




Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 32-160 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nenndrehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Révolutions nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaler ø Rodete	 KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wasser Technik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-Nr. Offerten. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positienr. Pos.-Nnr.	

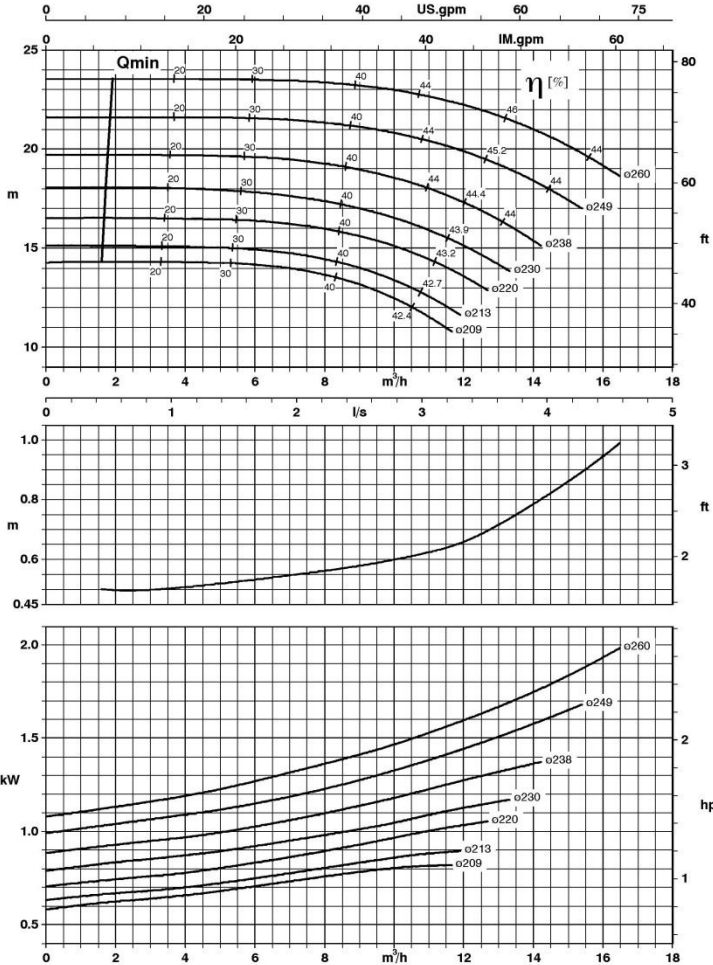



Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 32-200 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revolutions nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Garantie ϕ Waaler ϕ Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-Nr. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positieren. Pos.-Nr.	

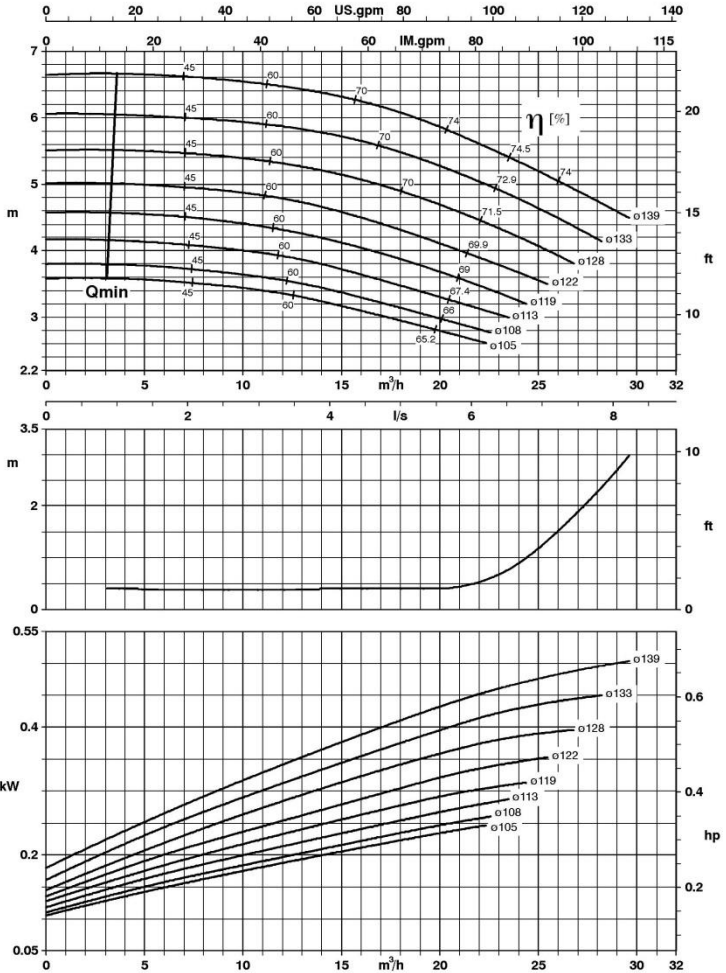



Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nennzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Girante ϕ Waier ϕ Rodete	 KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-Nr. Offerten. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positiern. Pos.-Nr.	

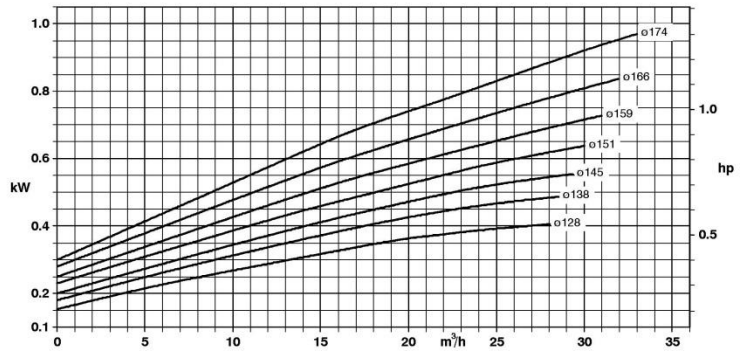
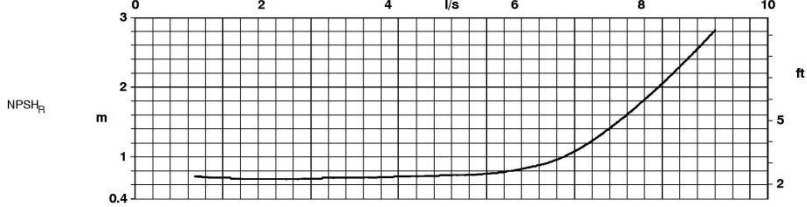
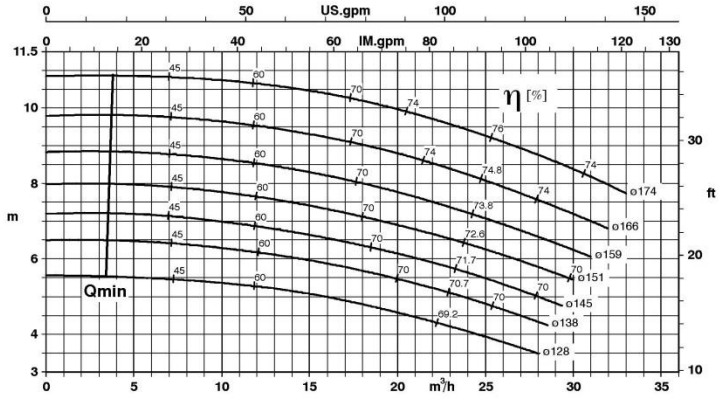
1450 1/min




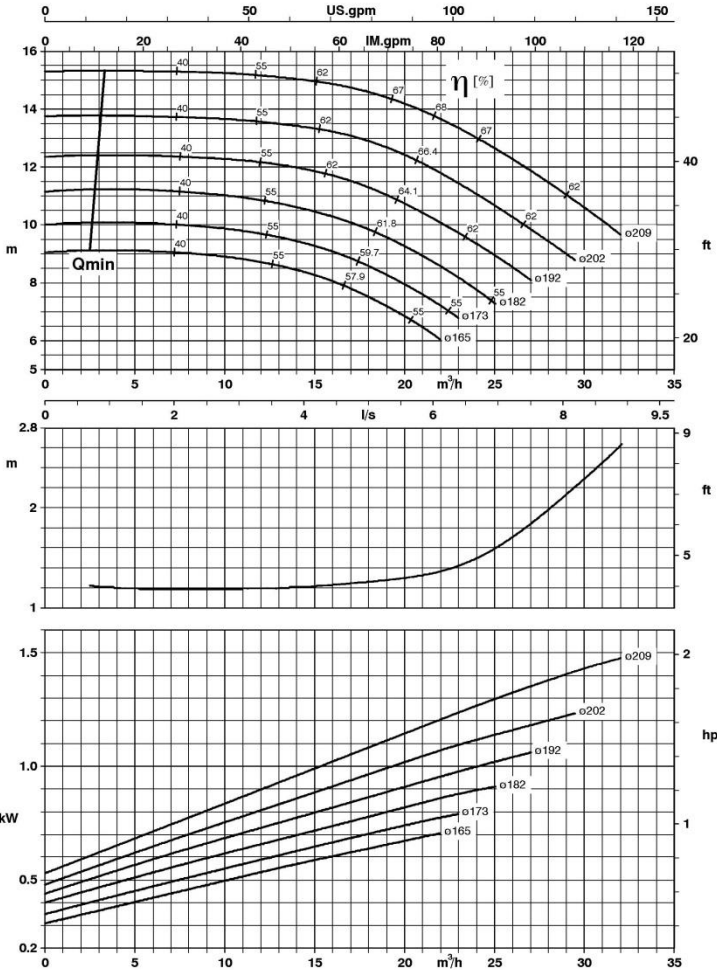
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nenn Drehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaler ø Rodete	 KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Etanorm 40-125 Etabloc		1450 1/min				
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertant. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positiens. Pos.-Nr.	




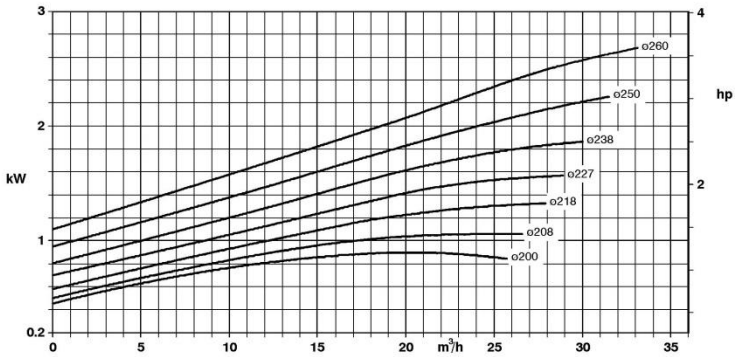
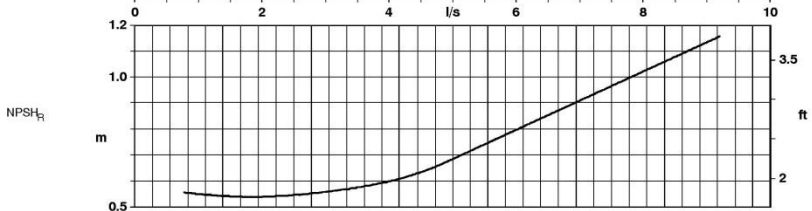
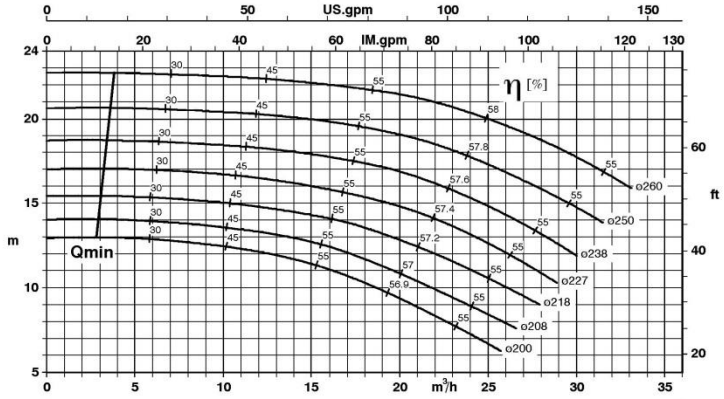
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 40-160 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nenn Drehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revolutions nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Girante ϕ Waaijer ϕ Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1726, 67226 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-Nr. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positiern. Pos.-Nr.	




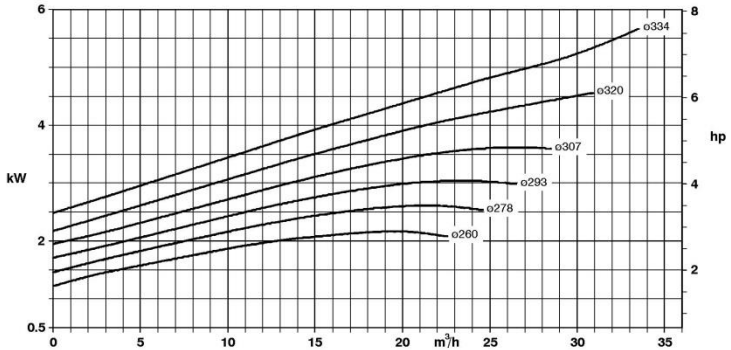
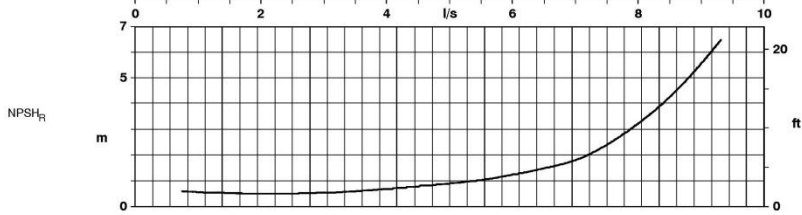
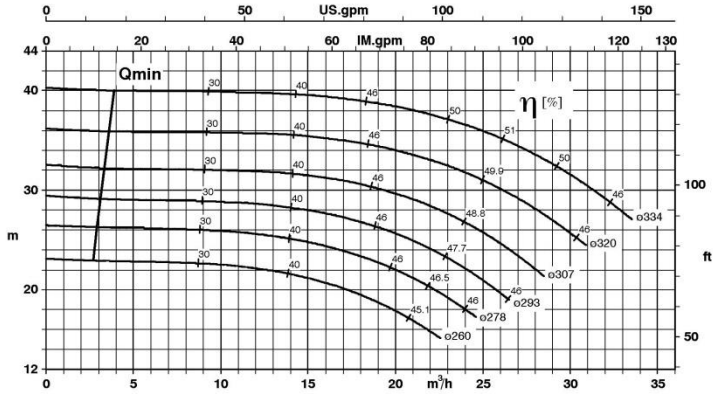
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 40-200 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nenndrehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Révolutions nom. 1450 1/min	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Garantie ϕ Waaler ϕ Rodete	 <p>KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal</p>
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offerentr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Posilierr. Pos.-Nr.	




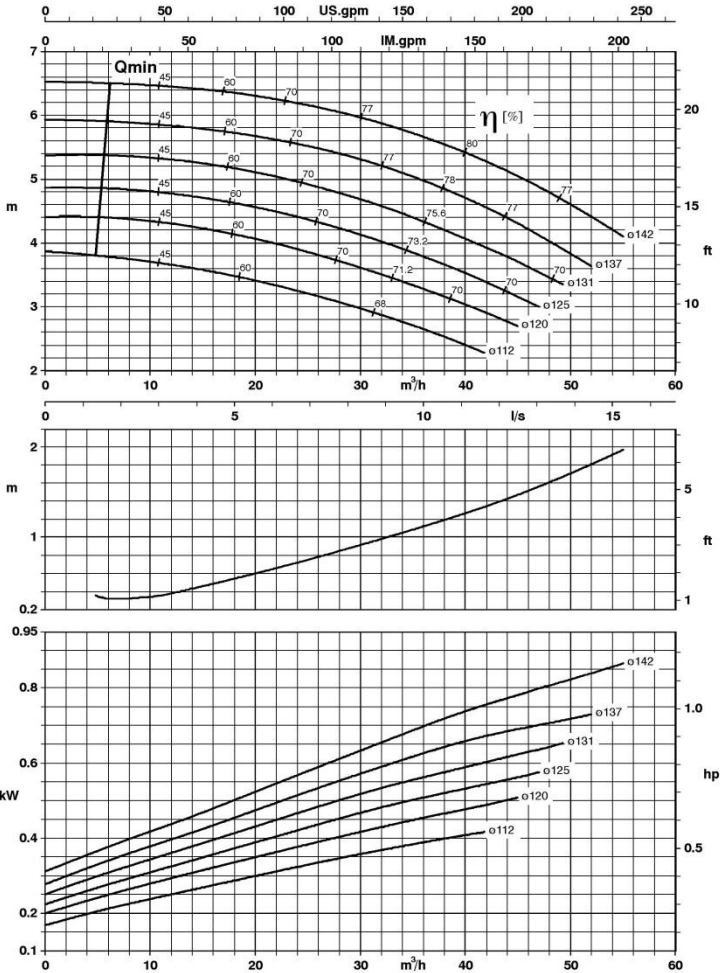
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 40-250 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominal toerental Revolutions nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Girante ϕ Wasler ϕ Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Project	Progetto Projekt Projecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	ϕ Pos.-Nr. Positlren. Pos.-Nr.	




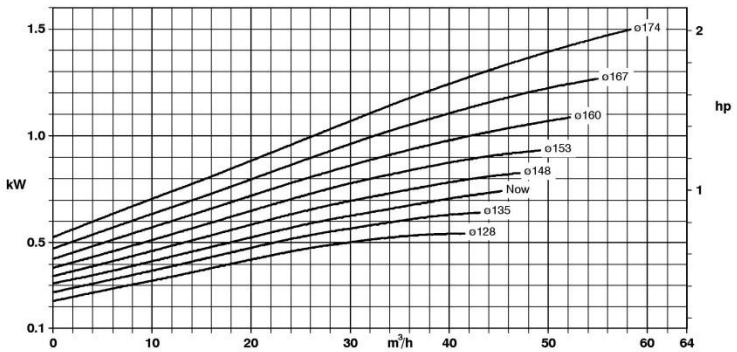
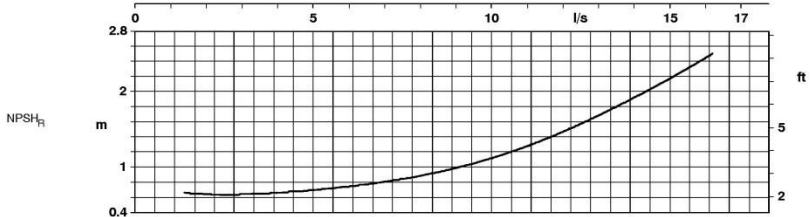
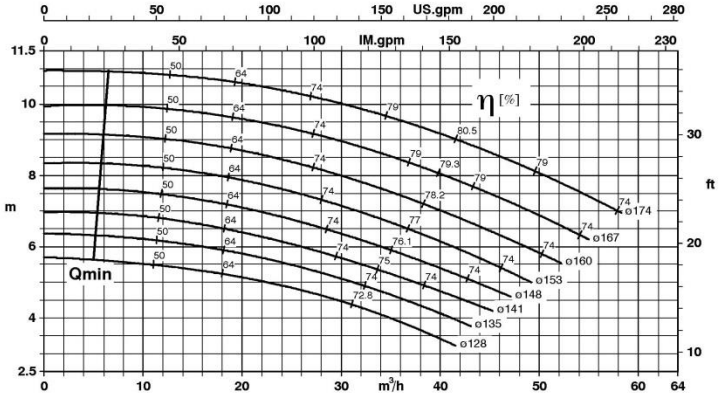
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Garantie ϕ Waßer ϕ Rodete	 KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Etanorm 40-315 Etabloc		1450 1/min				
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertenr. Oferta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positlenr. Pos.-Nr.	




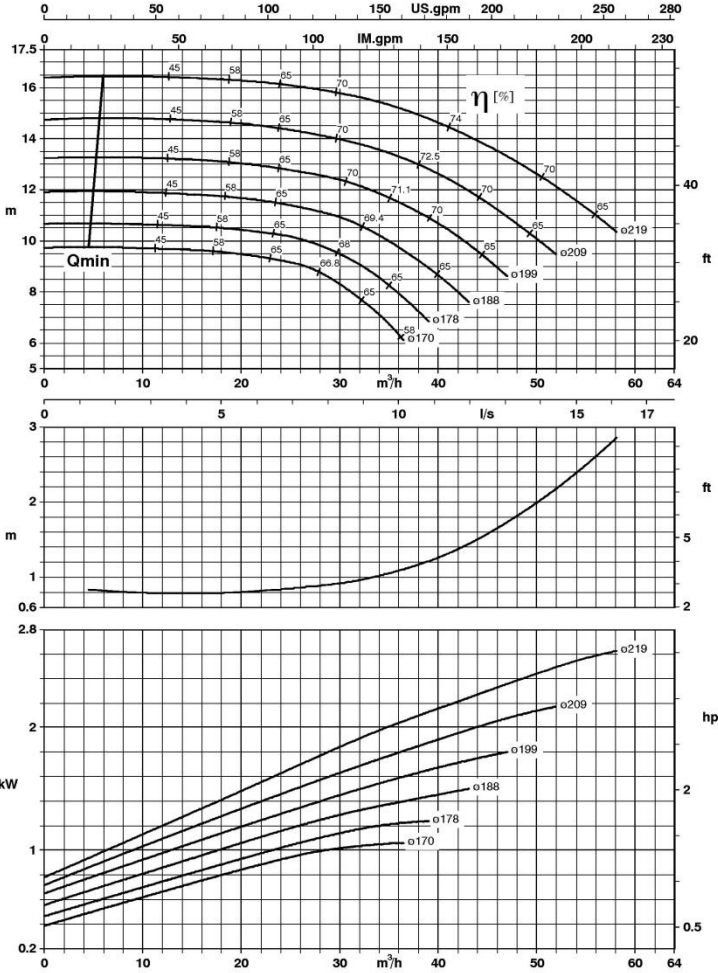
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nennzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Girante ϕ Waaler ϕ Rodete	 KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 6, 67227 Frankenthal
Etanorm 50-125 Etabloc		1450 1/min				
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-Nr. Offertanr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positlernr. Pos.-Nr.	




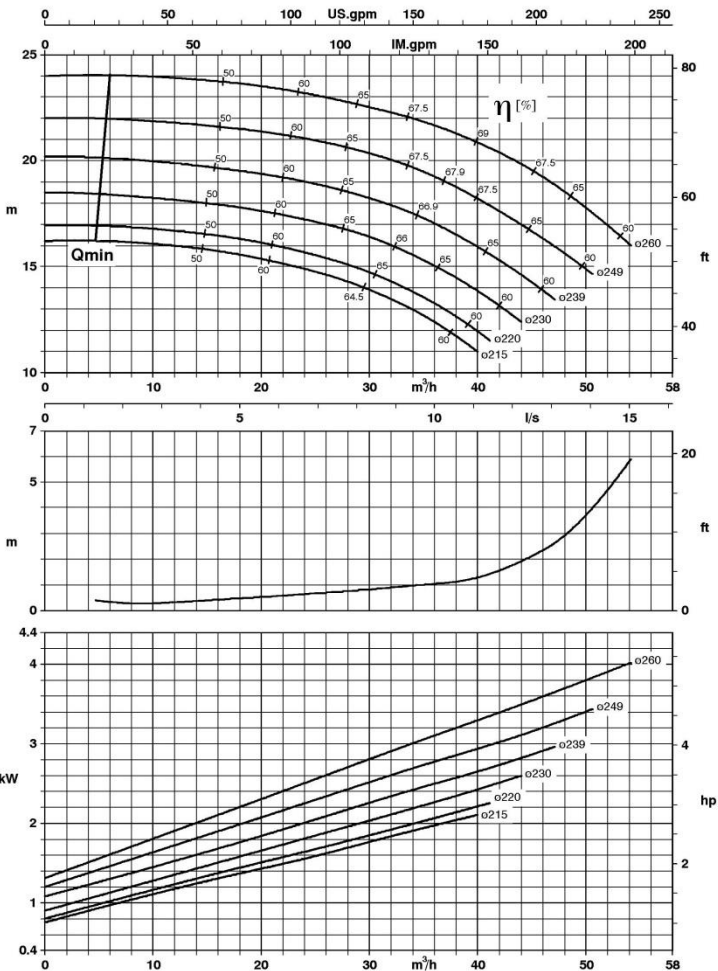
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaijer ø Rodete	 KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 6, 67227 Frankenthal
Etanorm 50-160 Etabloc		1450 1/min				
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positienr. Pos.-Nr.	




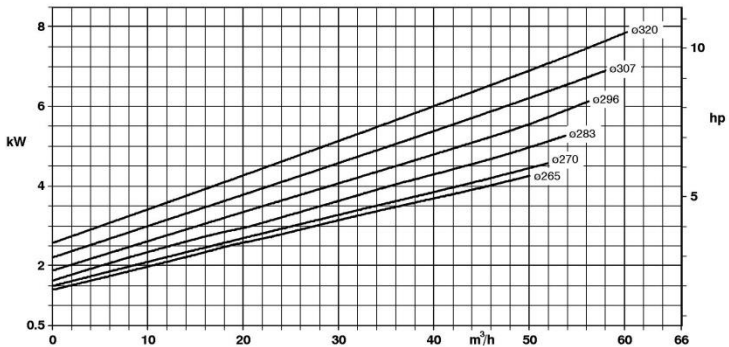
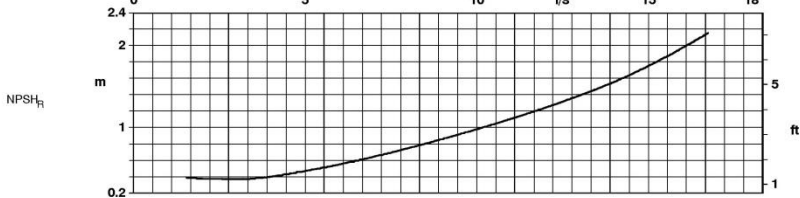
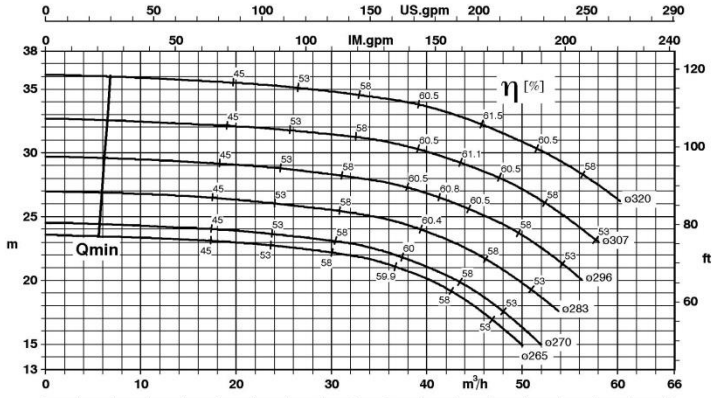
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nennzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad- Impeller Dia. Diamètre de roue	o Girante o Waaler o Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Etanorm 50-200 Etabloc		1450 1/min				
Projekt Project Project	Progetto Project Projecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertanr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positlern. Pos.-Nr.	




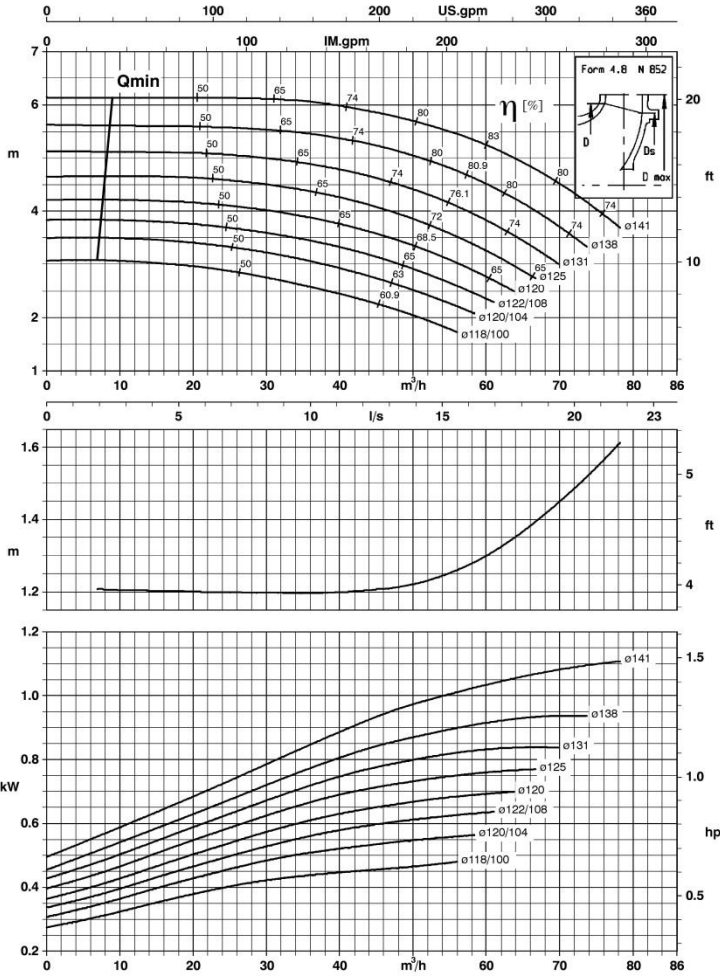
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revolutions nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Girante ϕ Waaler ϕ Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Etanorm 50-250 Etabloc		1450 1/min				
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positienr. Pos.-Nr.	




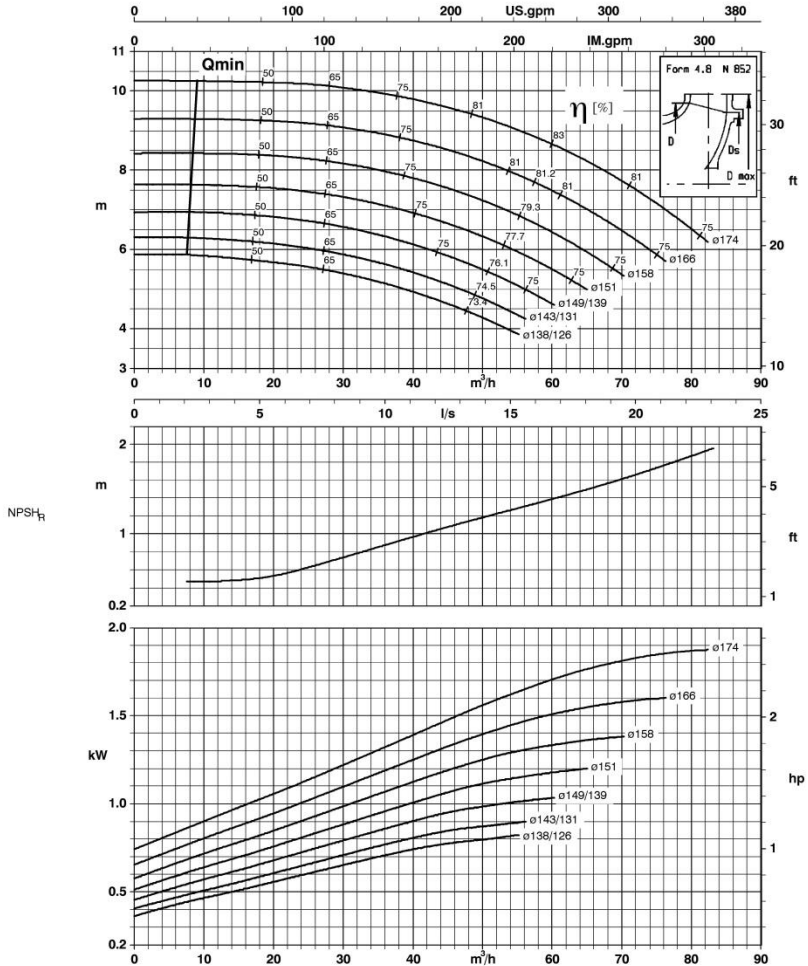
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Type Etanorm 50-315 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nennzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominal toerental Revolutions nom.	Laufrad- o Impeller Dia. Diamètre de roue	o Girante o Waaler o Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positlenr. Pos.-Nr.	




Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 65-125 Etabioc	Tipo Serie Tipo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominal rotational Revoluciones nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Girante ϕ Waaler ϕ Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertenr. Oferta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positiönr. Pos.-Nr.	

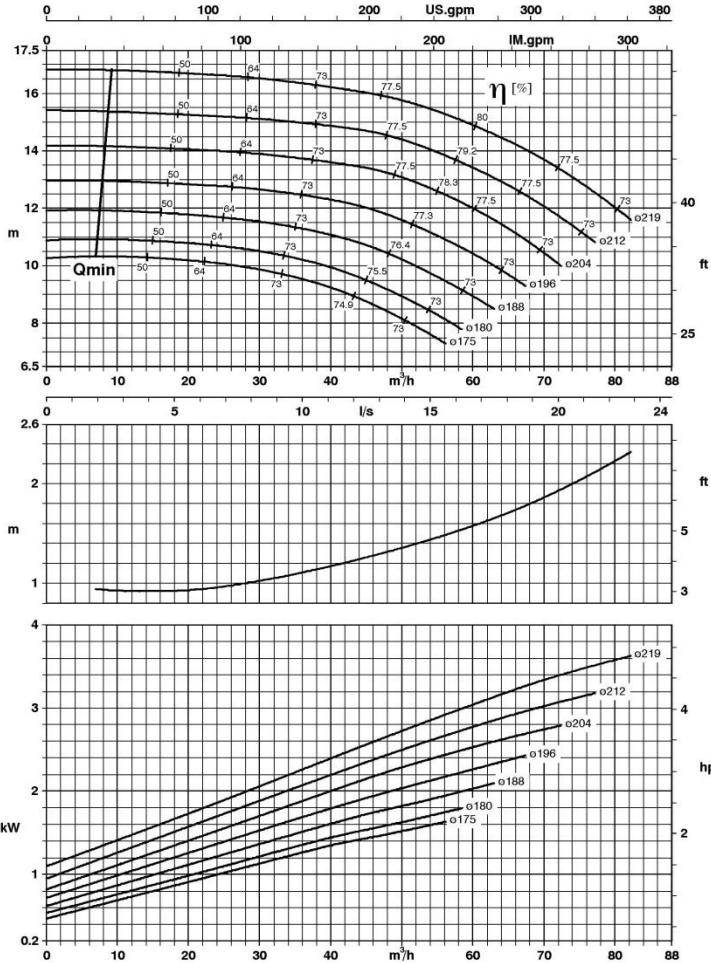



Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 65-160 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominal rotational Revoluciones nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Wafler ø Rodete	 <p>KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal</p>
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offerentr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positio.nr. Pos.-Nr.	

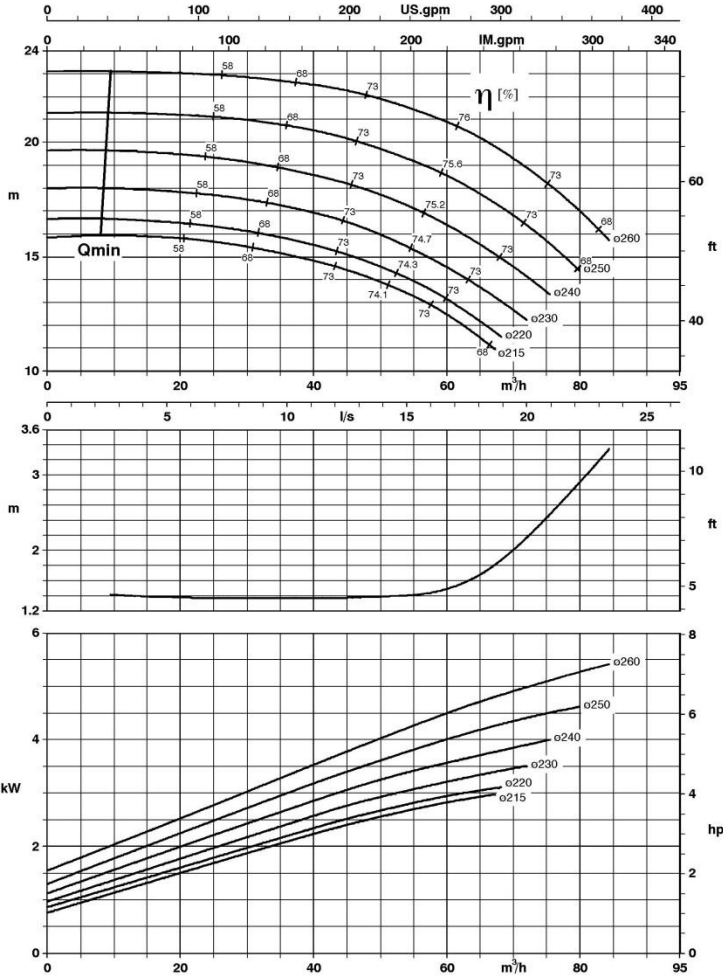



Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nenn-drehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Lauf-rad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Girante ϕ Waaler ϕ Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertennr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positieren. Pos.-Nr.	

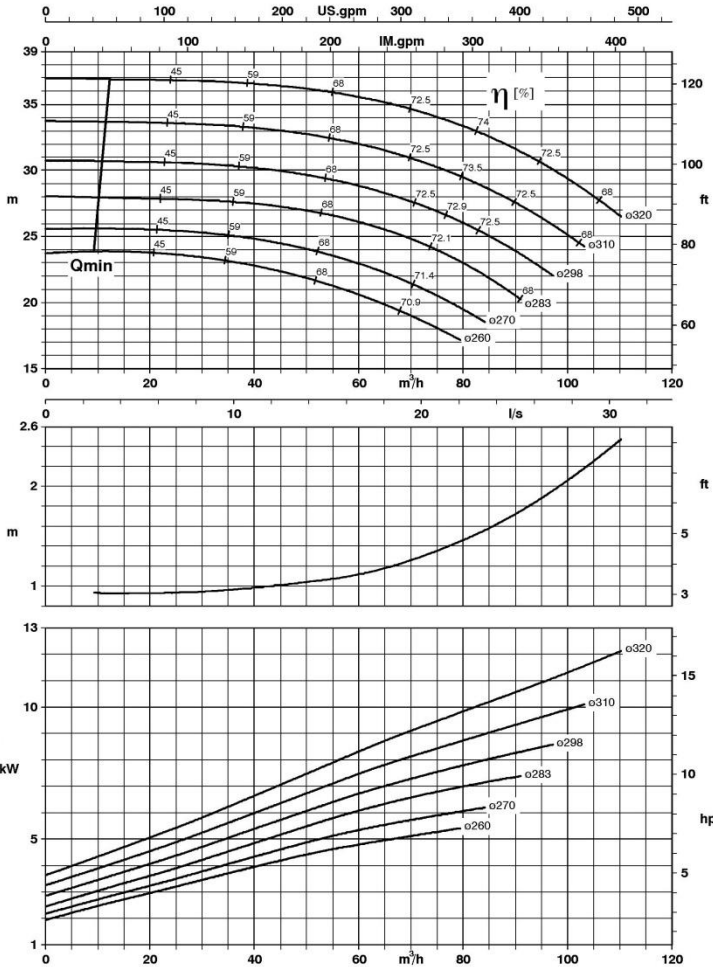
1450 1/min




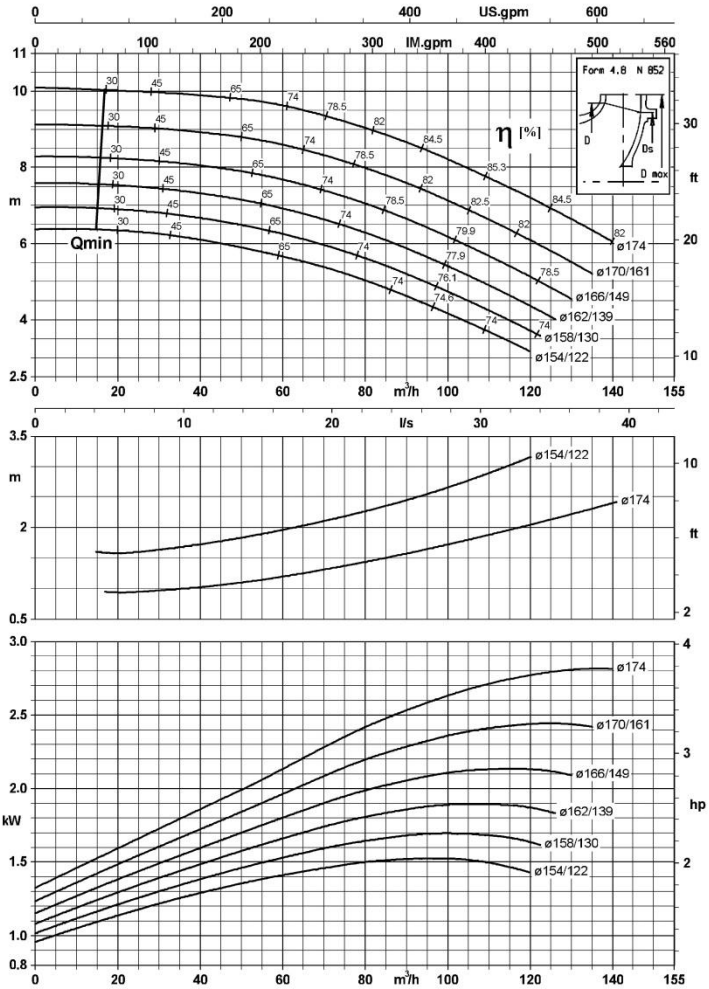
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 65-250 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nanndrehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominal toerental Revoluciones nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaler ø Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positienr. Pos.-Nr.	




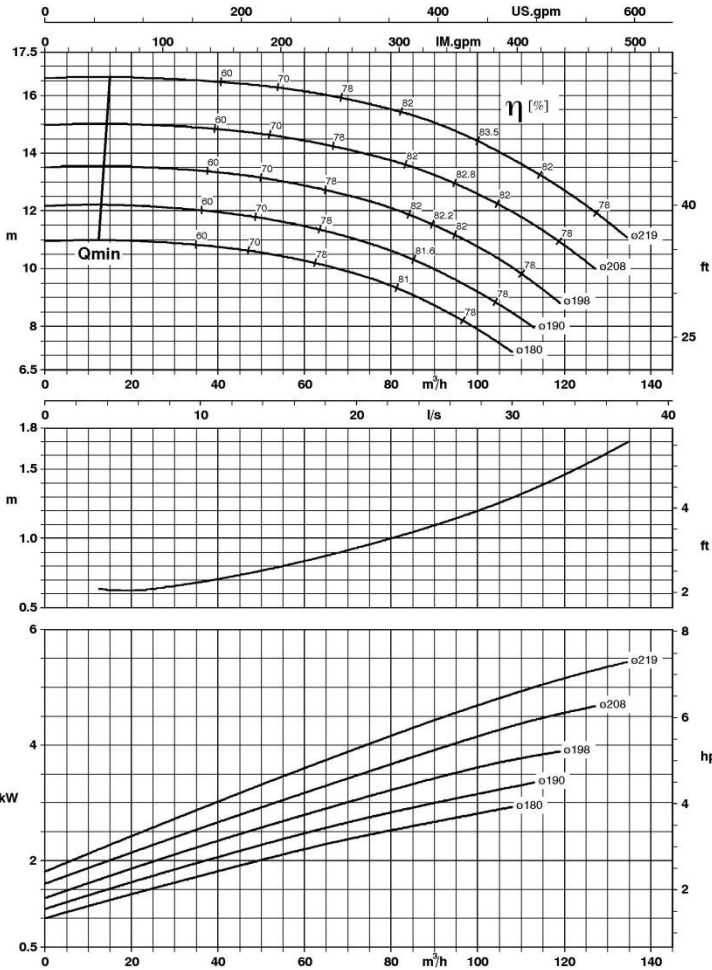
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 65-315 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nenndrehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominal (operating) Revolutions nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Garantie ϕ Waaler ϕ Rodete	 KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offerent. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Posiliant. Pos.-Nr.	




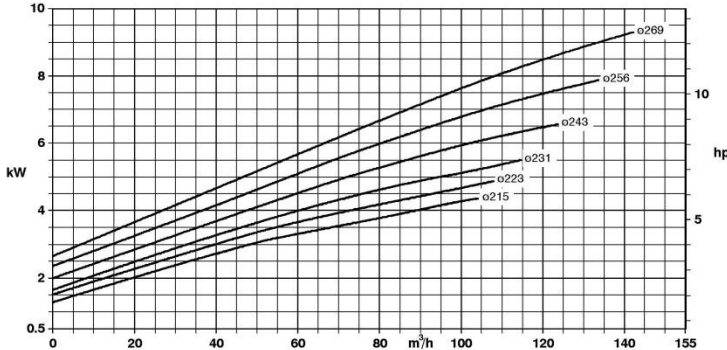
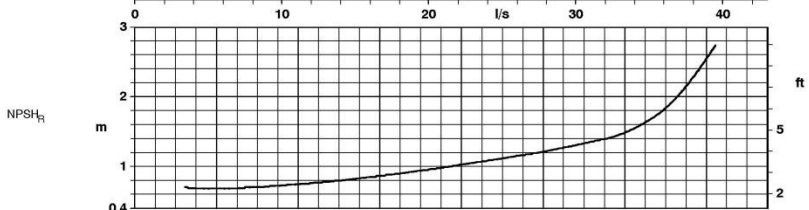
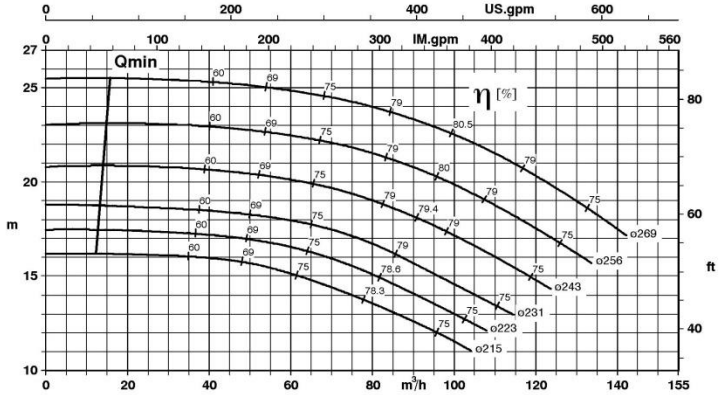
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominal toerental Revoluciones nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Cirante ϕ Waaler ϕ Rodete	 KSB Aktiengesellschaft 67225 Frankenthal Johann-Klein-Straße 9 67227 Frankenthal
Etanorm 80-160 Etabloc		1450 1/min				
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de Offfre	Offerta-No. Offerten. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Postleirn. Pos.-Nr.	




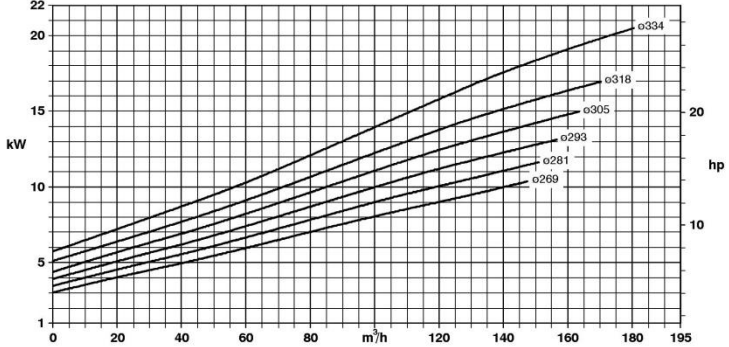
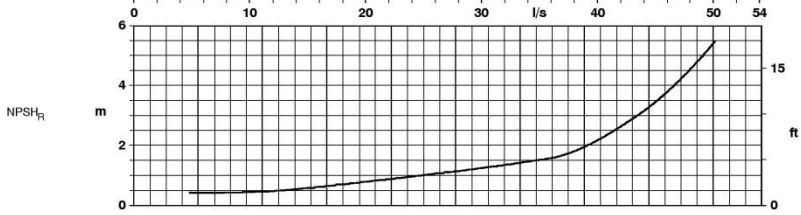
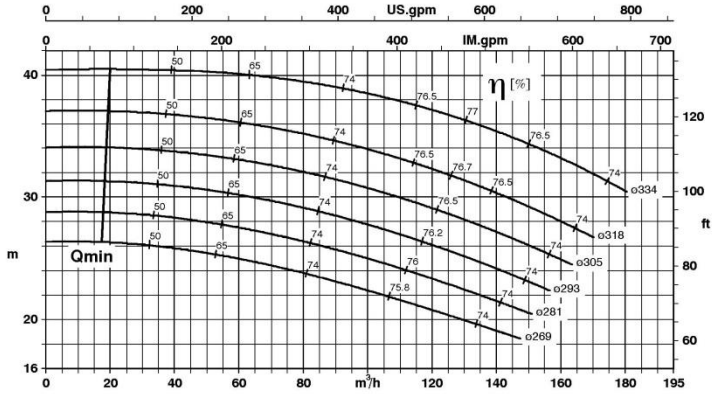
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 80-200 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nenndrehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revolutions nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Girante ϕ Waaler ϕ Rodete	 KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offerterr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Posilierr. Pos.-Nr.	




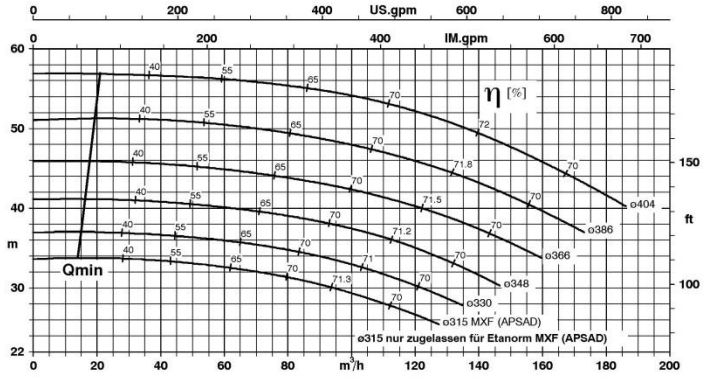
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 80-250 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Garantie ϕ Waaler ϕ Rodete	 KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positionr. Pos.-Nr.	



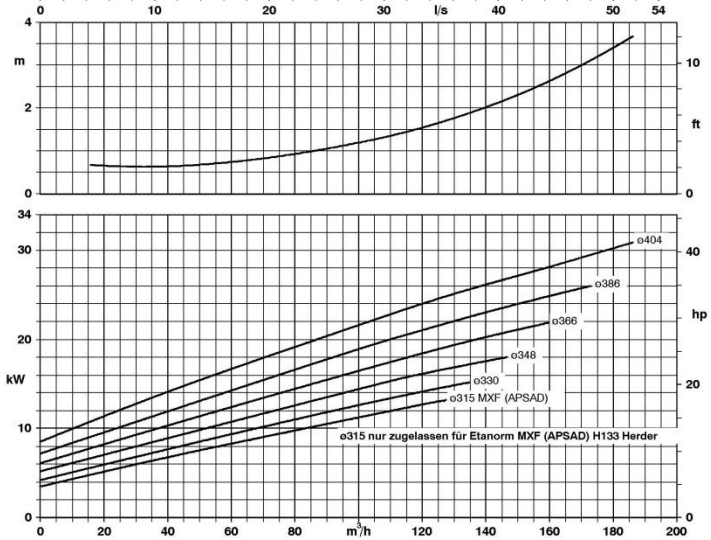
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominal toerental Revoluciones nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waasir ø Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertennr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positliennr. Pos.-Nr.	
Etanorm 80-315 Etabloc		1450 1/min				




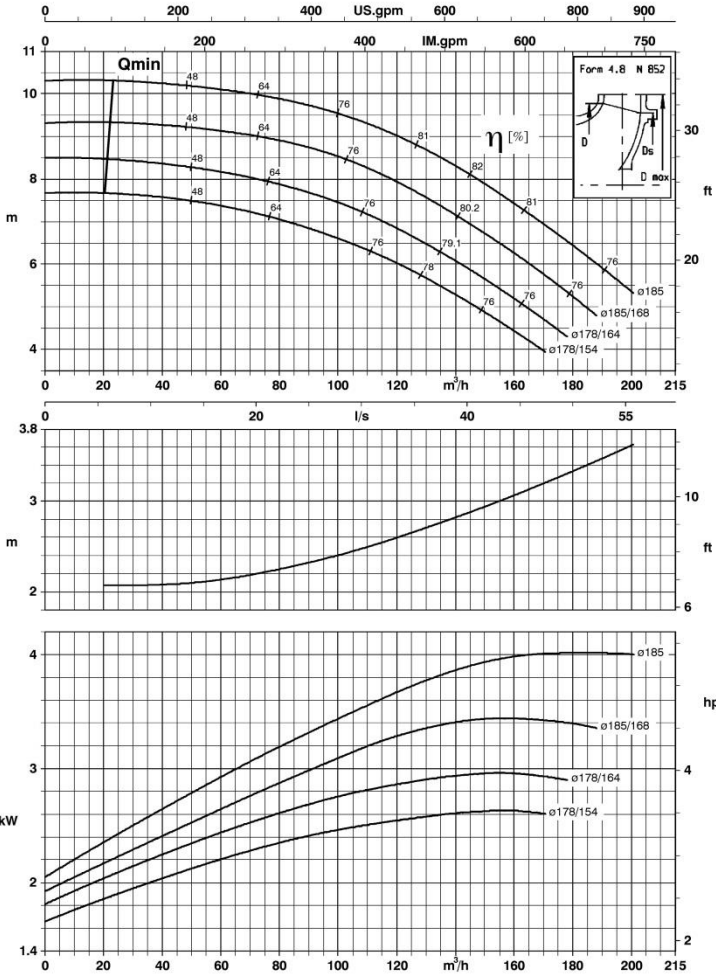
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 80-400 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nenn Drehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaler ø Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft 67225 Frankenthal Johann-Klein-Straße 9 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positiön. Pos.-Nr.	




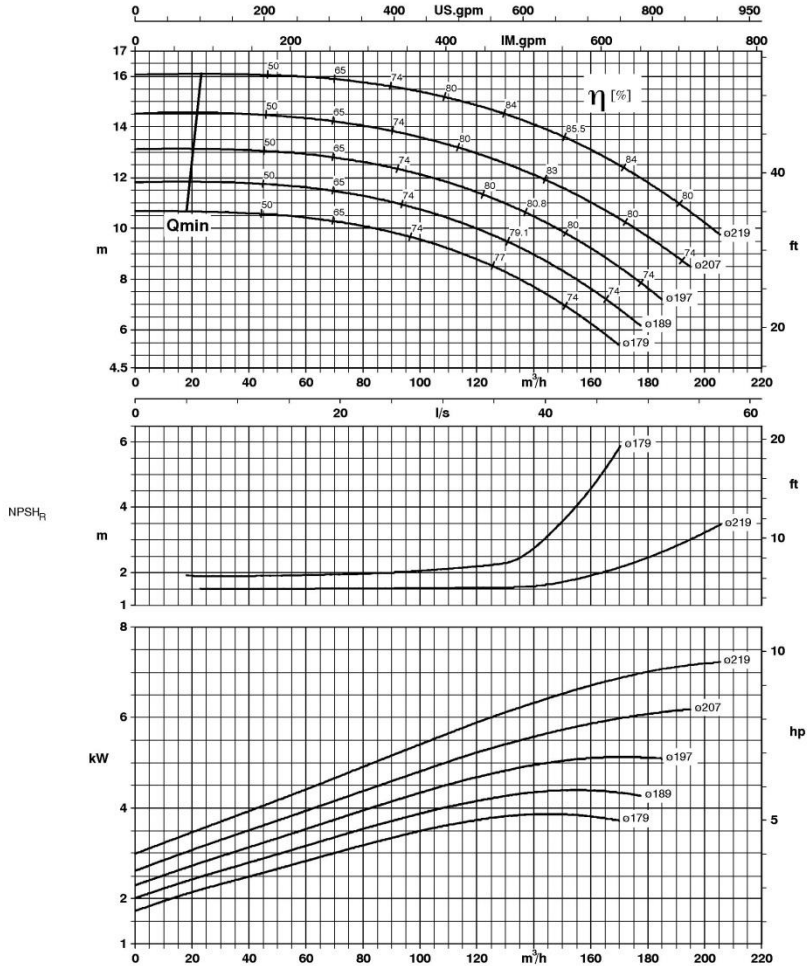
NPSH_R




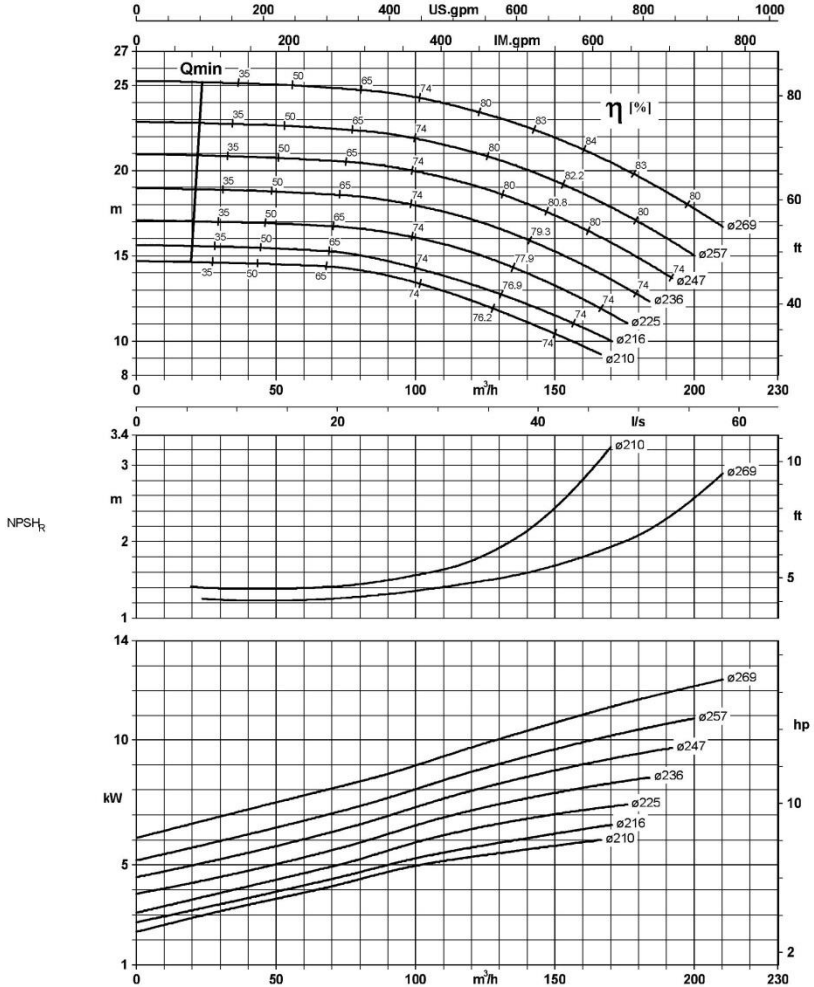
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 100-160 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nenn Drehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominal rotational Revoluciones nom.	Laufrad-Ø Impeller Dia. Diamètre de roue	Ø Girante Ø Waasser Ø Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offering Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Position Pos.-Nr.	




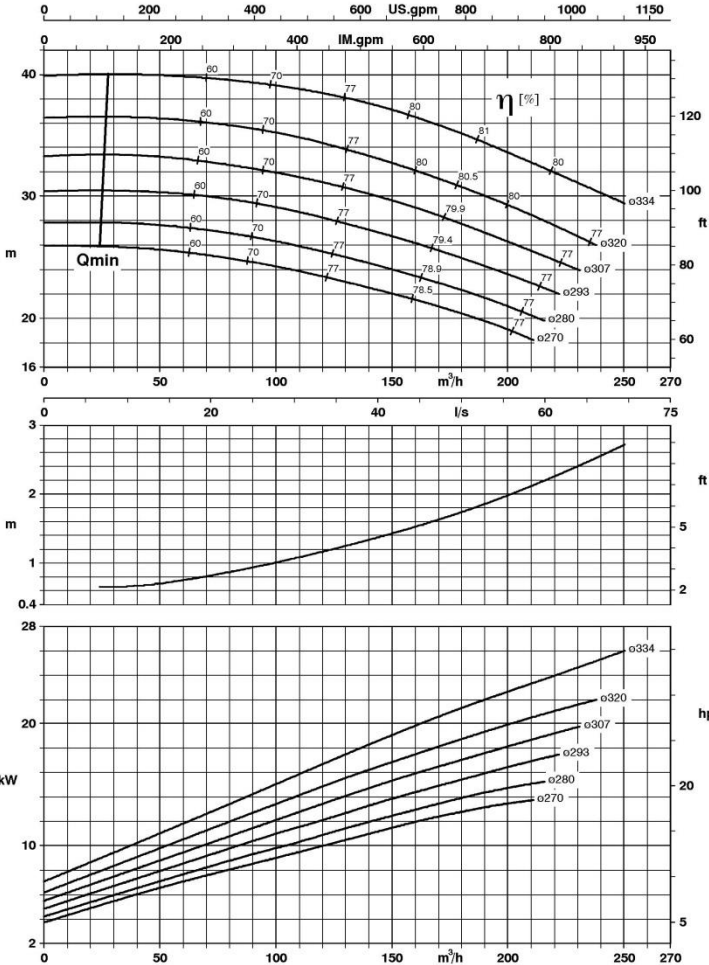
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 100-200 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nenn Drehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Girante ϕ Waaler ϕ Rodete	 KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-Nr. Offertennr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positieren. Pos.-Nr.	




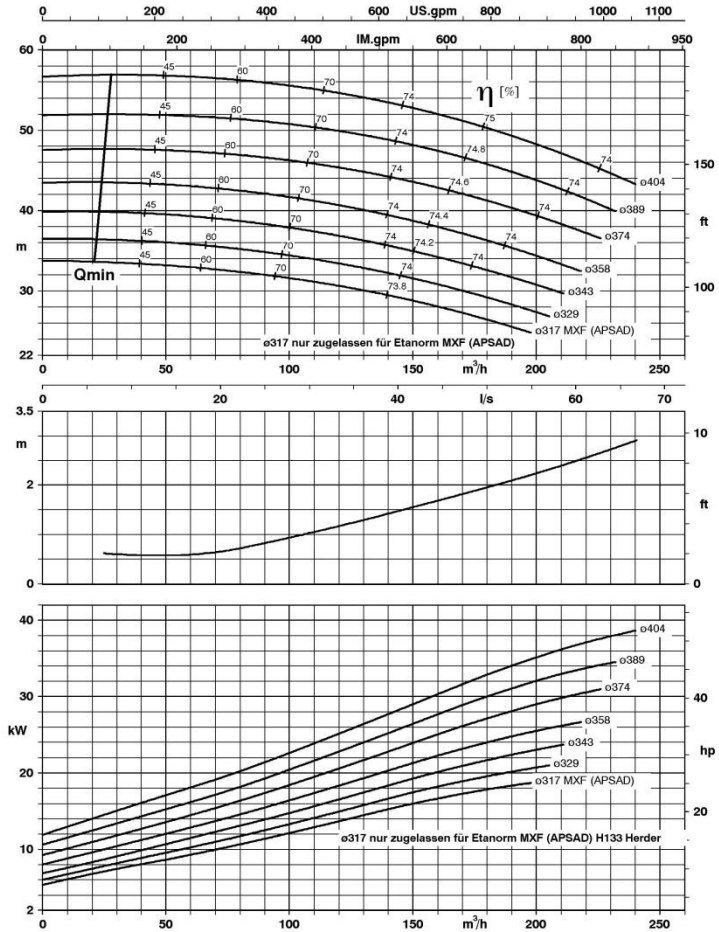
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revolutions nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Girante ϕ Wasler ϕ Rodete	 <p>KSB Aktiengesellschaft 67225 Frankenthal Johann-Klein-Straße 9 67227 Frankenthal</p>
Etanorm 100-250 Etabloc		1450 1/min				
Projekt Project Pcjet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positenr. Pos.-Nr.	




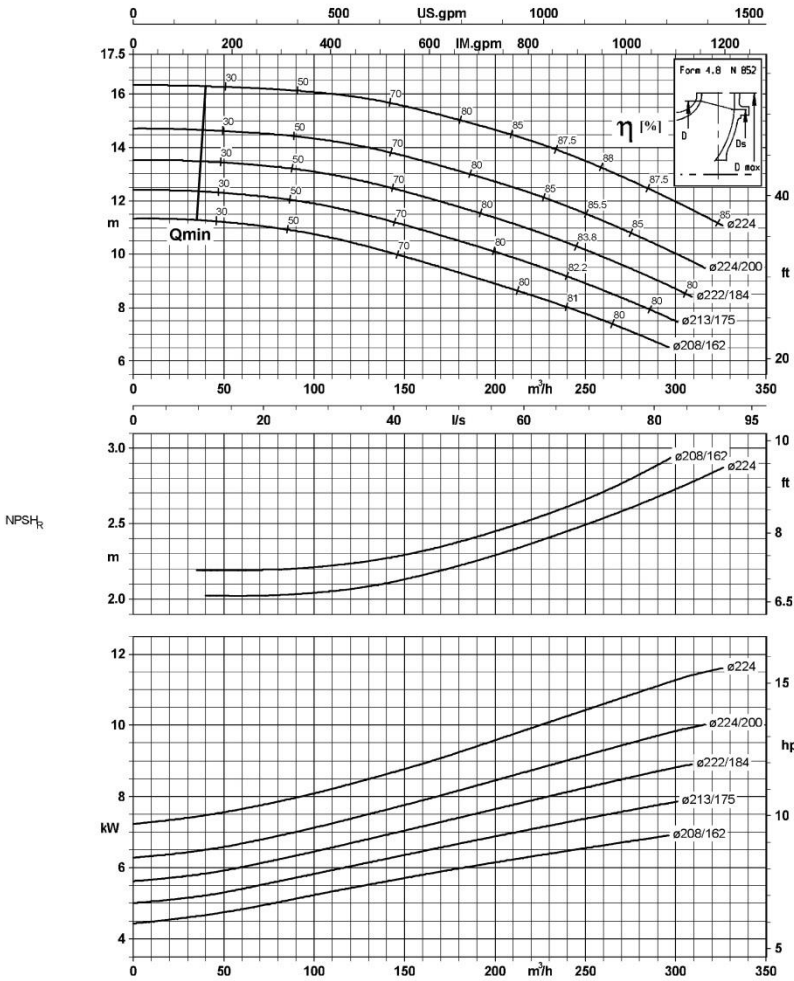
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 100-315 Etabloc	Typo Serie Tipo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revolutions nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Girante ϕ Waaler ϕ Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wasser Technik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertennr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positiernr. Pos.-Nr.	




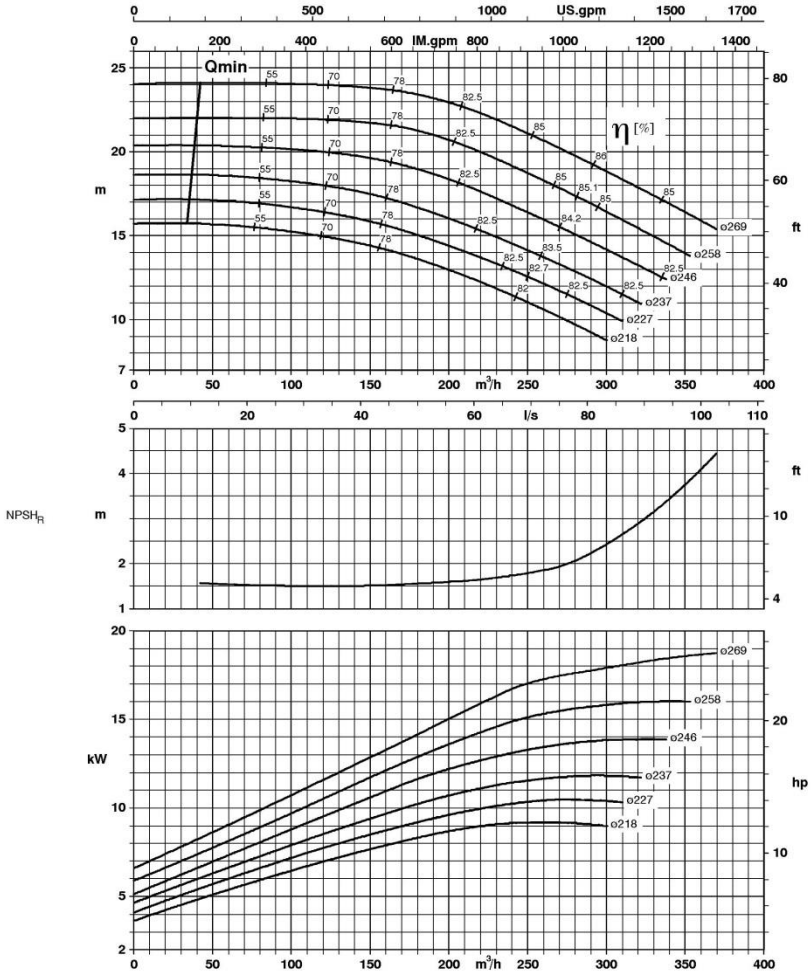
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 100-400 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nennzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revolutions nom.	Lauf-/rad- Impeller Dia. Diamètre de roue	Ø Girante Ø Wäsel Ø Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft 67225 Frankenthal Johann-Klein-Straße 9 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de offre	Offerta-No. Offerten- Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positiens- Pos.-Nr.	




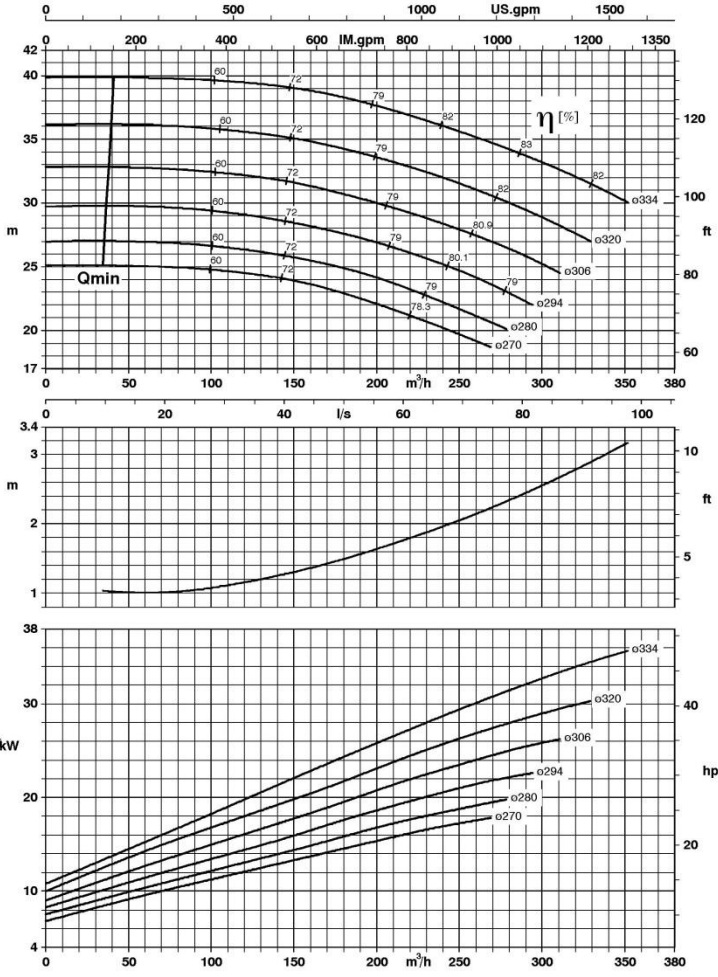
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 125-200 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nenn-drehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revolutions nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaler ø Rodete	 KSB
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Projecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positionr. Pos.-Nr.	




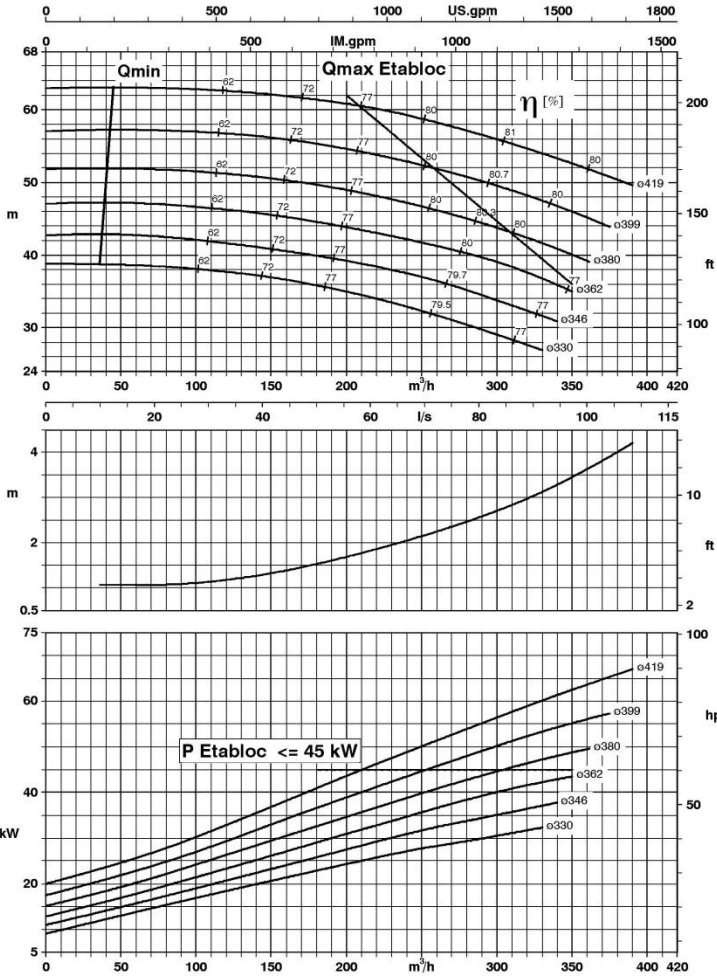
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaler ø Rodete	 KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Project	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positienr. Pos.-Nr.	




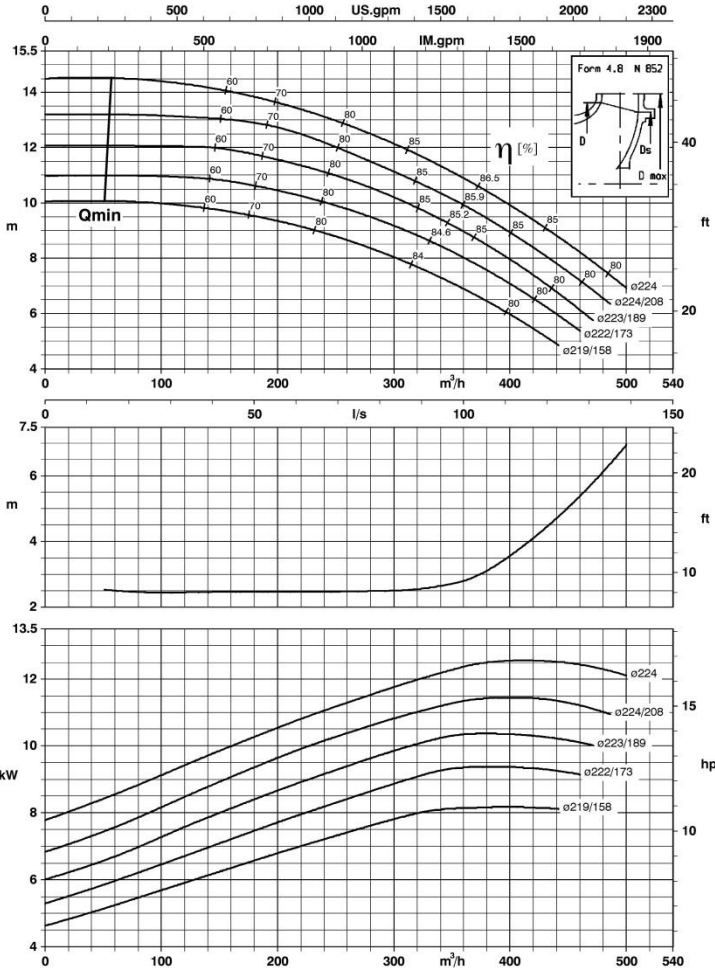
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominal rotational Revoluciones nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Girante ϕ Waaler ϕ Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Etanorm 125-315 Etabloc		1450 1/min				
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offerter No. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Position. Pos.-Nr.	




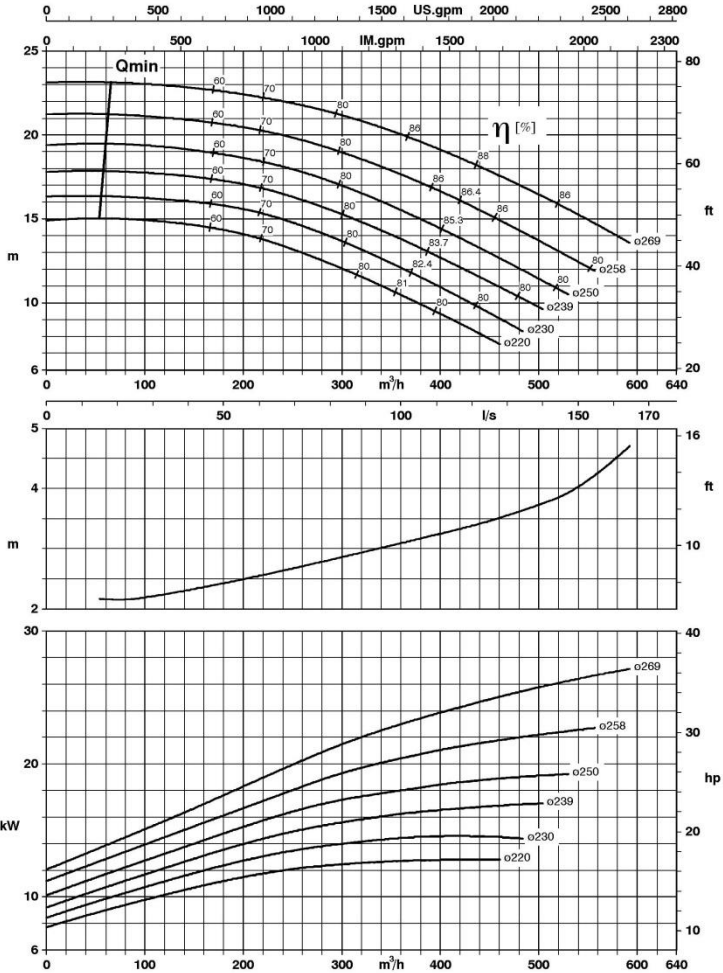
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 125-400 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaler ø Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertentr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positlierr. Pos.-Nr.	




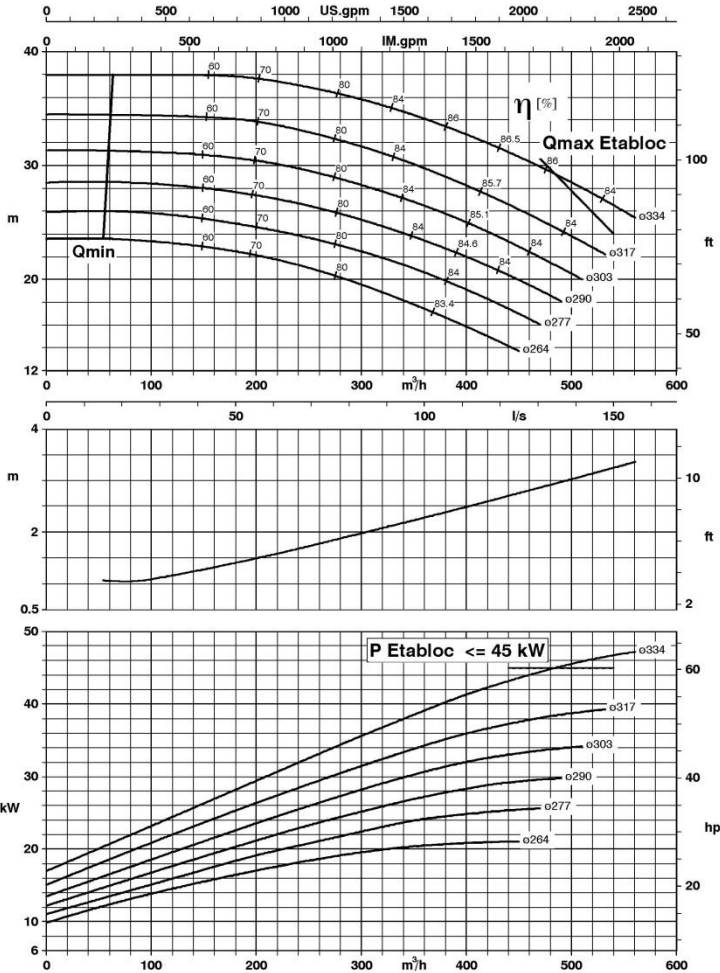
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Wasier ø Rodete	 <p>KSB KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal</p>
Etanorm 150-200 Etabloc		1450 1/min				
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positienr. Pos.-Nr.	




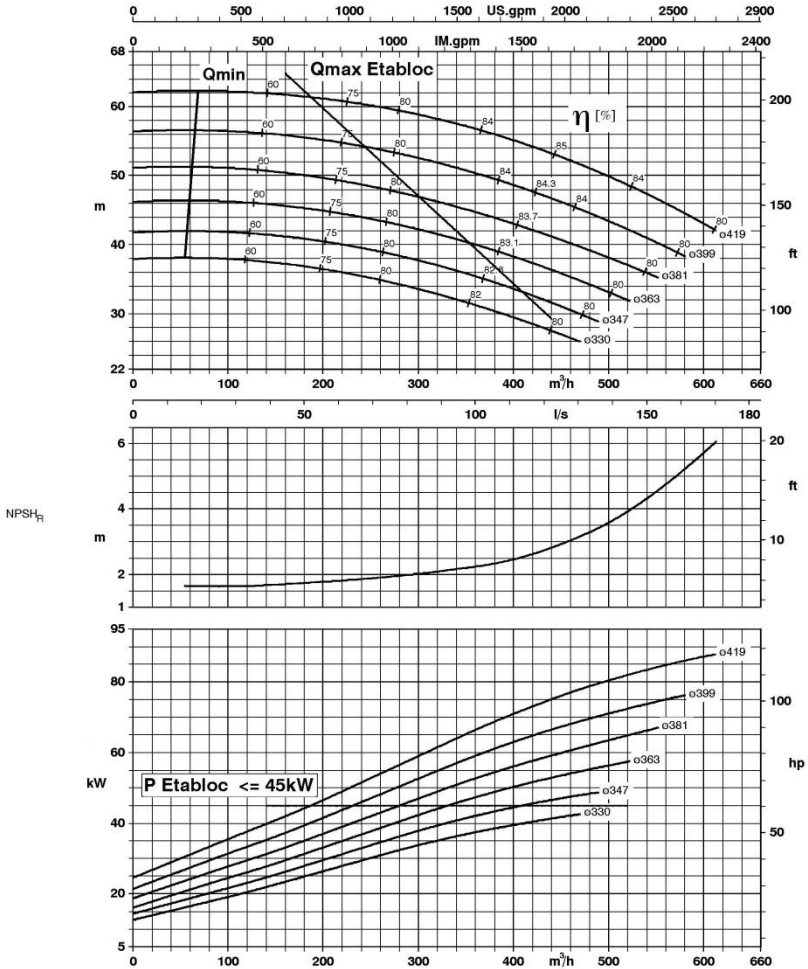
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 150-250 Etabloc	Tipo Serie Typo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominal toerental Revoluciones nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Girante ϕ Waaler ϕ Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertennr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positiennr. Pos.-Nr.	




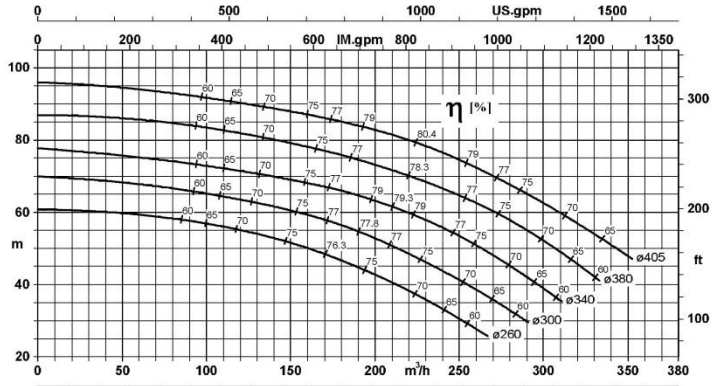
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 150-315 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nenn Drehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Garantie ϕ Waaler ϕ Rodete	 KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positlenr. Pos.-Nr.	



Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm 150-400 Etabloc	Tipo Serie Tipo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Garantie ϕ Waaler ϕ Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertennr. Oferta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positionen. Pos.-Nr.	



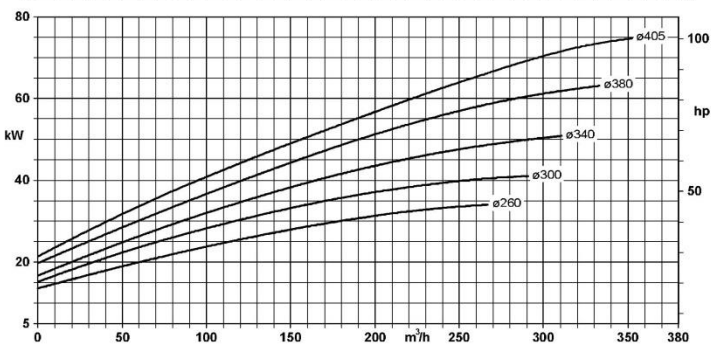
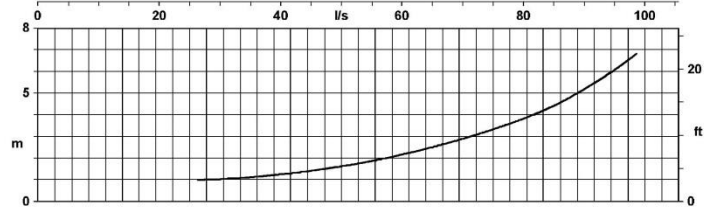
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nenn-drehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revolutions nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaler ø Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Industrie- und Wassertechnik Postfach 1361, 91257 Pegnitz Bahnhofplatz 1, 91257 Pegnitz
Etanom-R 125-500.2		1450 1/min				
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positiön. Pos.-Nr.	




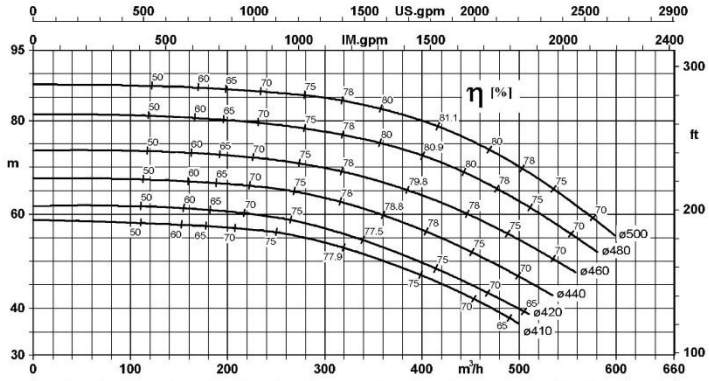
NPSH_i - Anlage
-available
-installation
-impianto
-instalacion

NPSH_i ≥ NPSH + S

Laufrad Impeller Roue Girante Rodete	S (m)
JL1040	0,5
CC45/KCGS	0,5
14403	0,5



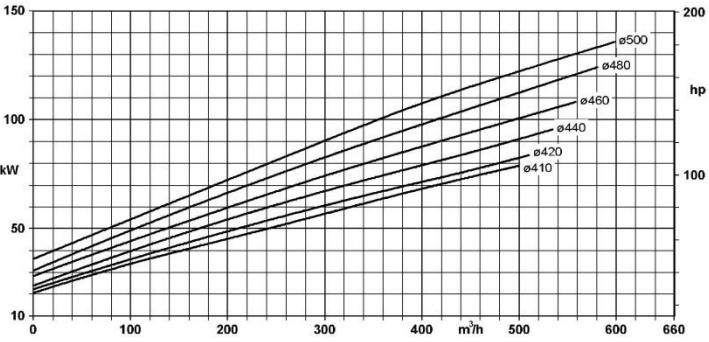
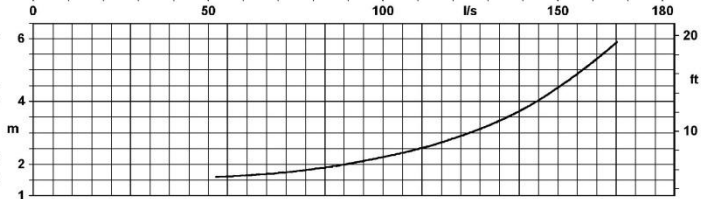
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nenn-drehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaler ø Rodete	 KSB
Etanorm-R 150-500.1		1450 1/min				
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Position. Pos.-Nr.	KSB Aktiengesellschaft Industrie- und Wassertechnik Postfach 1361, 91253 Pegnitz Bahnhofplatz 1, 91257 Pegnitz




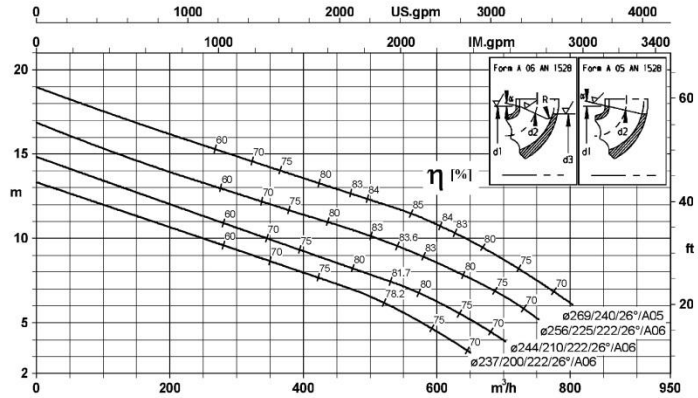
NPSH₁: -Anlage
-available
-instalacion
-impiano
-instalacion

NPSH₂: NPSH + S

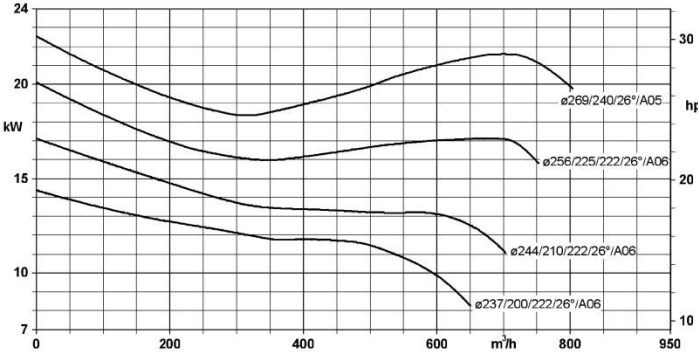
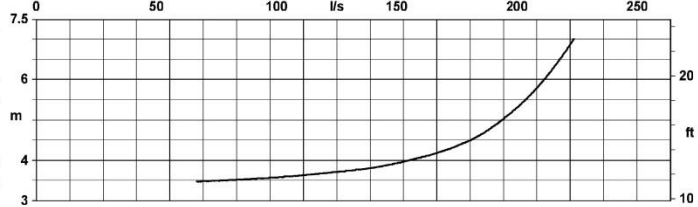
Laufrad Impeller Roue Girante Rodete	S (m)
ø 1040	0,5
CC450K-GS	0,2
14408	0,2




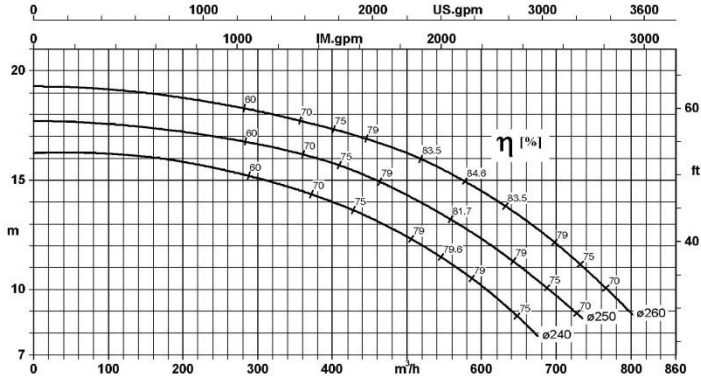
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaser ø Rodete	 <p>KSB Aktiengesellschaft Industrie- und Wassertechnik Postfach 1361, 91253 Pegnitz Bahnhofplatz 1, 91257 Pegnitz</p>
Etanom-R 200-250		1450 1/min				
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de offre	Offerta-No. Ofertennr. Oferta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positennr. Pos.-Nr.	



NPSH _r -Anlage -available -installation -impantico -instalacion	S (m)
NPSH _r > NPSH + S	
Laufrad Impeller Roue Girante Rodete	
JL 1040	2.6
CC480K-GS	1.0
1.4408	0.5

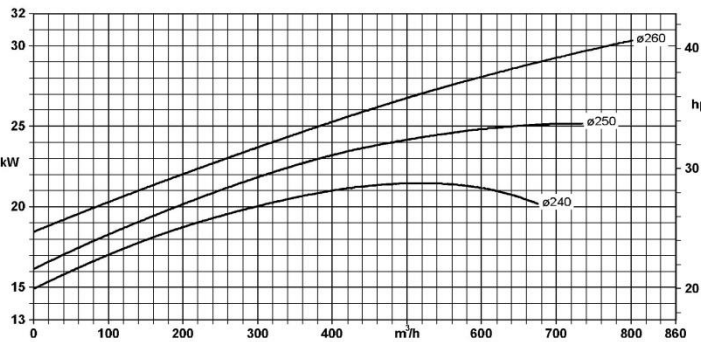
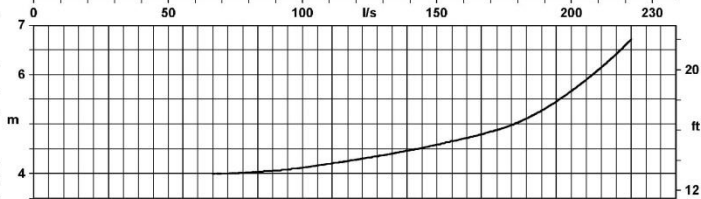



Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Typo Serie Tipo	Nenn-drehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaler ø Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Industrie- und Wassertechnik Postfach 1361, 91253 Pegnitz, Bahnhofplatz 1, 91257 Pegnitz
Etanorm-R 200-260		1450 1/min				
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positiennr. Pos.-Nr.	

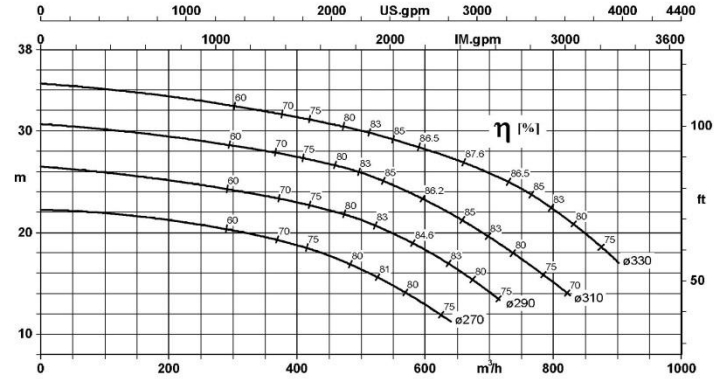


$NPSH_t$ -Anlage
 -available
 -installation
 -implanto
 -instalacion
 $Q > Q_{opt}$
 $NPSH_t = NPSH + S$
 $Q < Q_{opt}$
 $NPSH_t = NPSH_{crit} + S$

Laufrad Impeller Roue Girante Rodete	S (m)
JL 1040	2.0
CC-550K-GS	1.0
1.440S	0.5

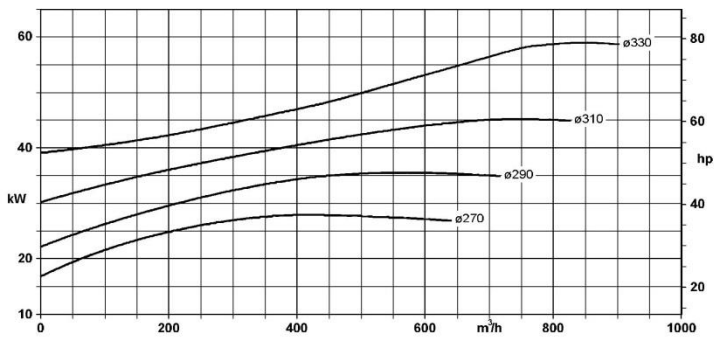
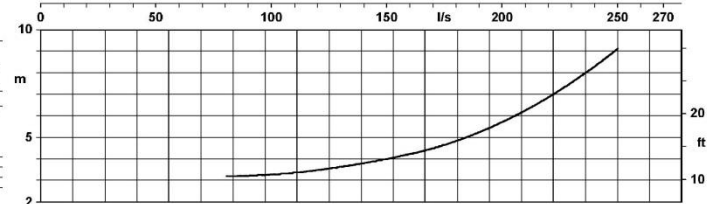



Baureihe-Größe Type-Size Modelle	Tipo Serie Tipo	Nenn Drehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Girante ϕ Waaijer ϕ Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Industrie- und Wassertechnik Postfach 1361, 91253 Pegnitz Bahnhofplatz 1, 91257 Pegnitz
Etanorm-R 200-330		1450 1/min				
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positemr. Pos.-Nr.	

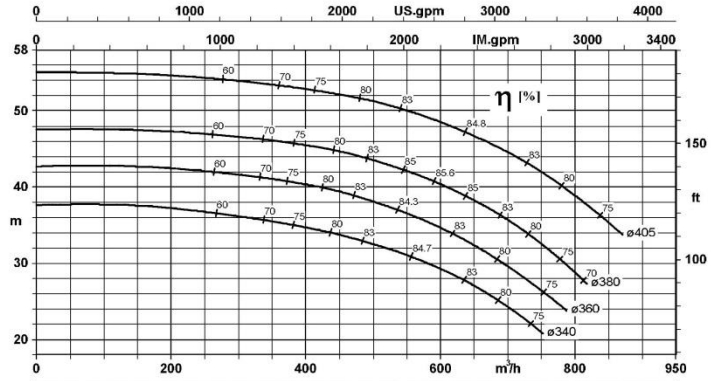


NPSH₁ -Anlage
-available
-installation
-instaleto
-instalacion
NPSH₁ = NPSH + S

Laufrad	S (m)
Impeller	
Roue	
Girante	
Rodete	
JL 1040	1,5
CC-250K-GS	0,5
1.4406	0,5



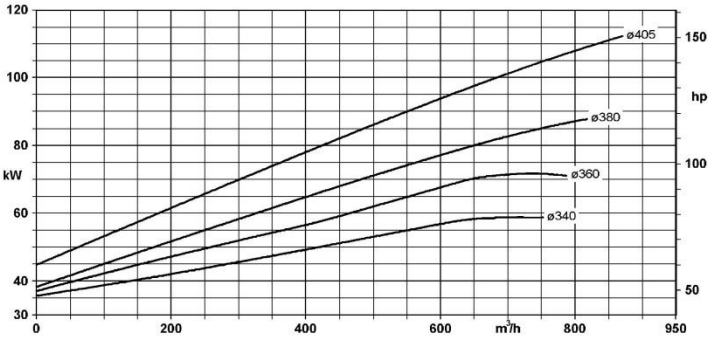
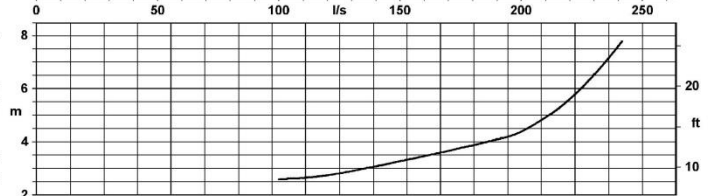
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nennrehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaler ø Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Industrie- und Wassertechnik Postfach 1361, 91253 Pegnitz Bahnhofplatz 1, 91257 Pegnitz
Etanorm-R 200-400		1450 1/min				
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertener. Offerta-No	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positiën. Pos.-Nr.	




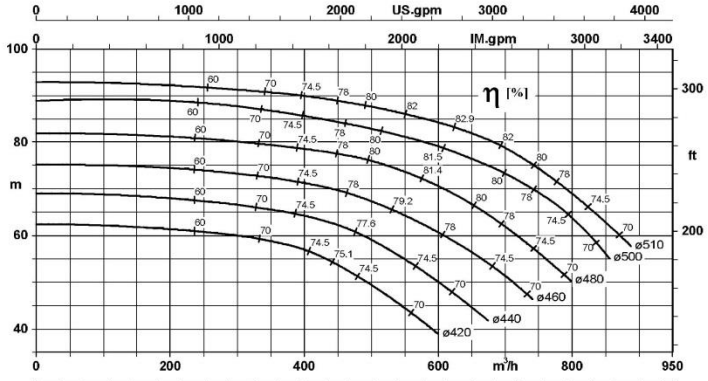
NPSH₁ -Avillage
-available
-installation
-impianto
-instalación

NPSH_{1,2} ≥ NPSH + S

Laufrad Impeller	S (m)
Girante	1.6
Waaler	1.0
Rodete	0.5



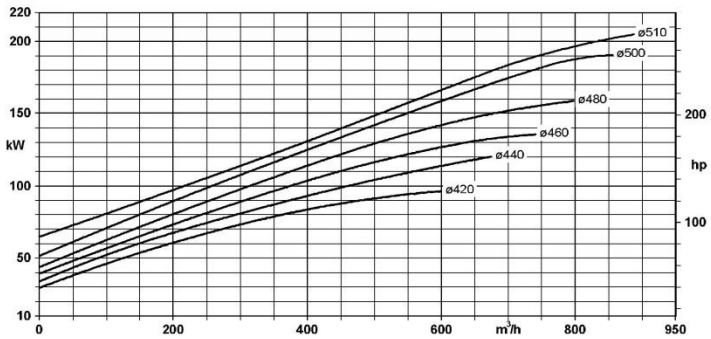
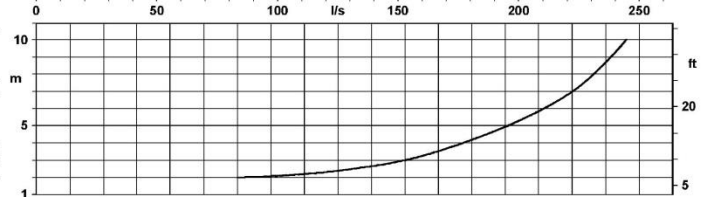
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nenn-drehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaijer ø Rodete	 KSB
Etanorm-R 200-500		1450 1/min				
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positiön. Pos.-Nr.	KSB Aktiengesellschaft Industrie- und Wassertechnik Postfach 1351, 91253 Pegnitz Bahnhofplatz 1, 91257 Pegnitz




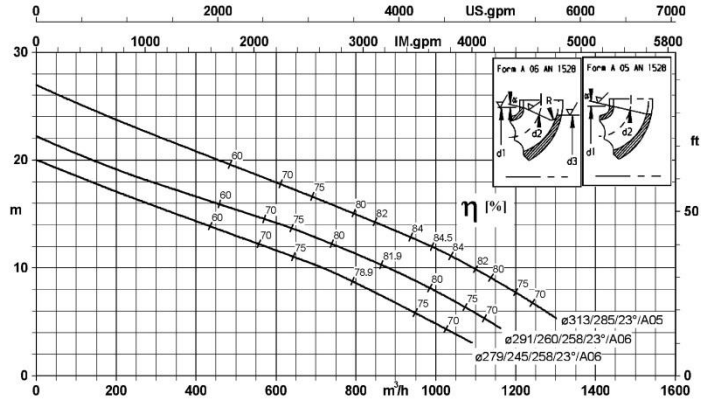
NPSH₃ -Anlage
-available
-installation
-mpointo
-mstacion

NPSH₃ > NPSH + S

Laufrad Impeller Rouje Girante Rodete	S (m)
ø 420	1,8
CC430K-GS	1,0
1.4408	0,5



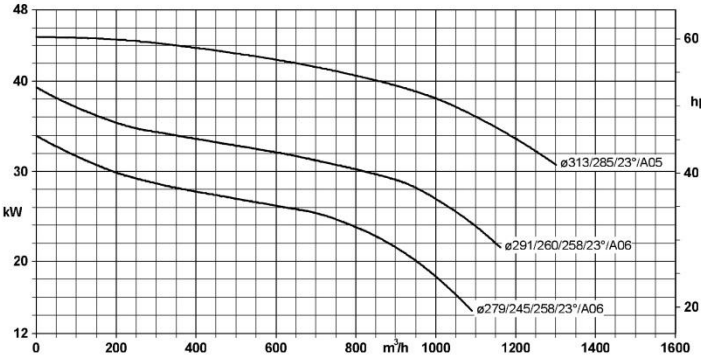
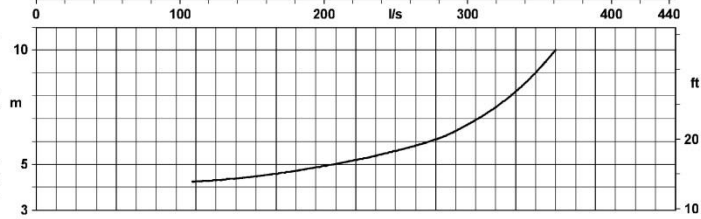
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nennndrehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Girante ϕ Waaijer ϕ Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Industrie- und Wassertechnik Postfach 1361, 91253 Pegnitz Bahnhofplatz 1, 91257 Pegnitz
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positienr. Pos.-Nr.	
Etanom-R 250-300		1450 1/min				




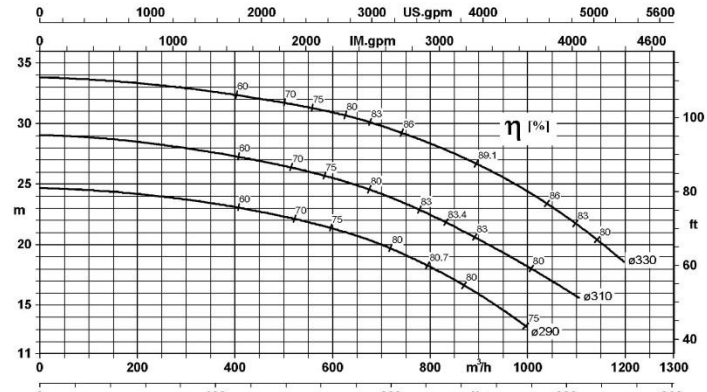
NPSH₁ -Anlage
-available
-installation
-impianto
-instalacion

NPSH_{1,2} > NPSH + S

Laufrad Impeller Roue Girante Rodete	S (m)
JUL1040	2.7
CC480K-GS	1.6
1.4408	0.5



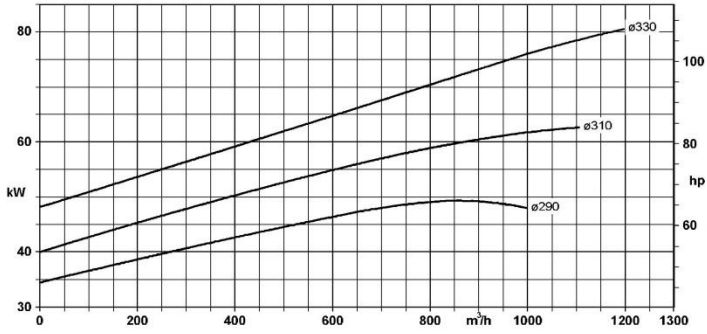
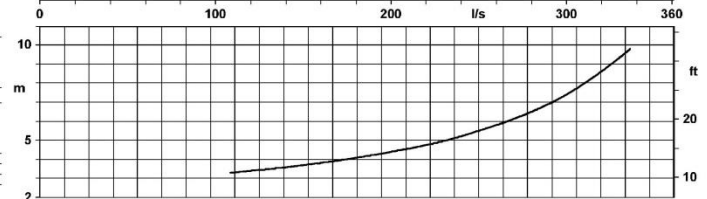
Baureihe-Größe Type-Size Modelle	Typo Serie Tipo	Nenn-drehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominal (operating) Revoluciones nom.	Laufrad-Ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Grante ø Wasser ø Rodete	 <p>KSB Aktiengesellschaft Industrie- und Wassertechnik Postfach 1361, 91253 Pegnitz Bahnhofplatz 1, 91257 Pegnitz</p>
Etanorm-R 250-330		1450 1/min				
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de offre	Offerta-Nr. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positienr. Pos.-Nr.	




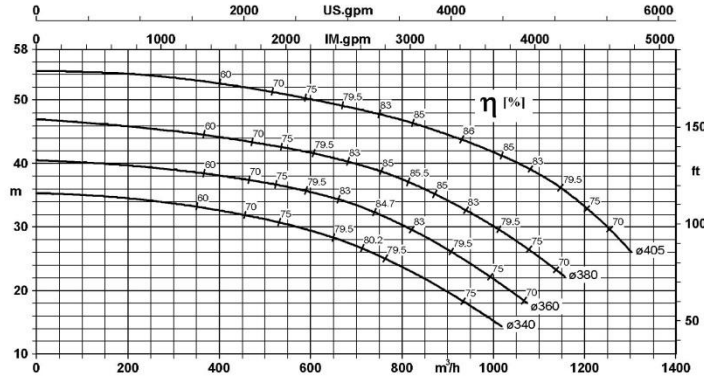
NPSH₁ -Anlage
-available
-installation
-impants
-instalacion

NPSH₁ ≥ NPSH + S

Laufrad Impeller Roue Grante Rodete	S (m)
JL 1040	2,0
CC480K-GS	1,0
T.4408	0,5



Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nenn-drehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominali toerental Revoluciones nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Garantie ø Waaiert ø Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Industrie- und Wassertechnik Postfach 1361, 91253 Pegnitz Bahnhofplatz 1, 91257 Pegnitz
Etanorm-R 250-400		1450 1/min				
Projekt Project Projet	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positeinr. Pos.-Nr.	

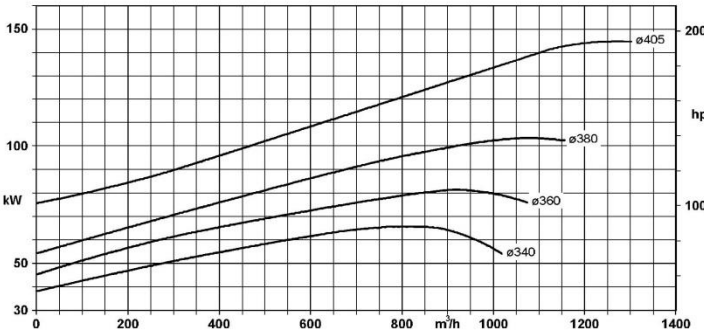
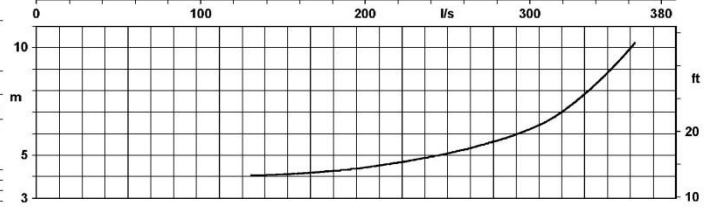



NPSH₁ -Anlage
-available
-installation
-implanto
-instalacion

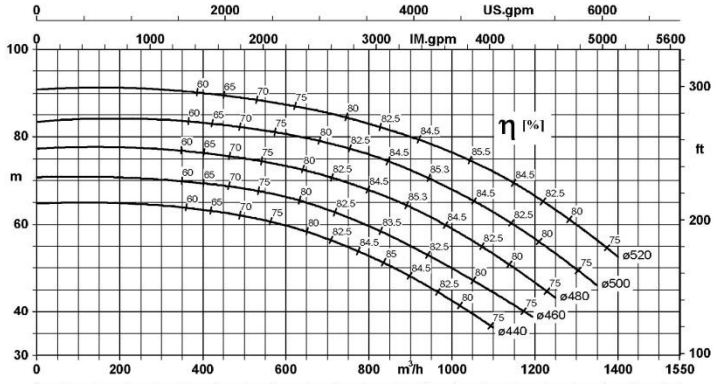
$Q < Q_{max}$
NPSH₁ ≥ NPSH_{req} + S

$Q < Q_{max}$
NPSH₁ ≥ NPSH_{req} + S

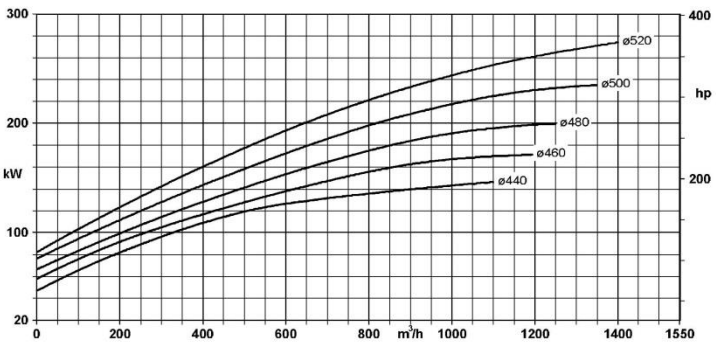
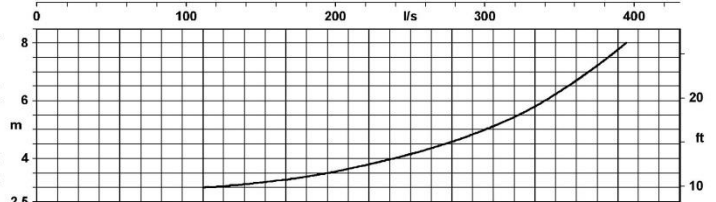
Laufrad	S (m)
Impeller	
Roue	
Rodete	
ø 140D	2,8
ø 240K-GS	1,5
1.440E	0,5




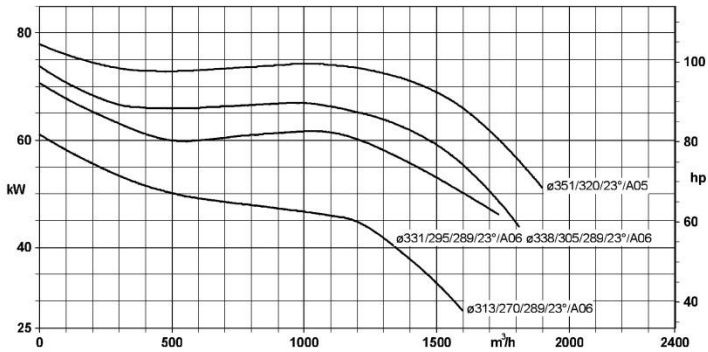
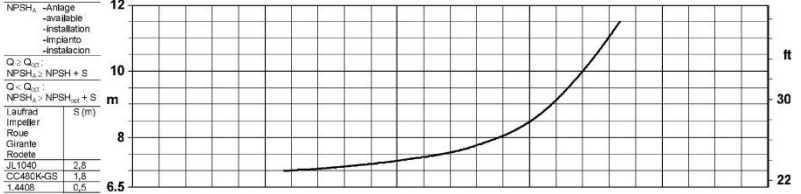
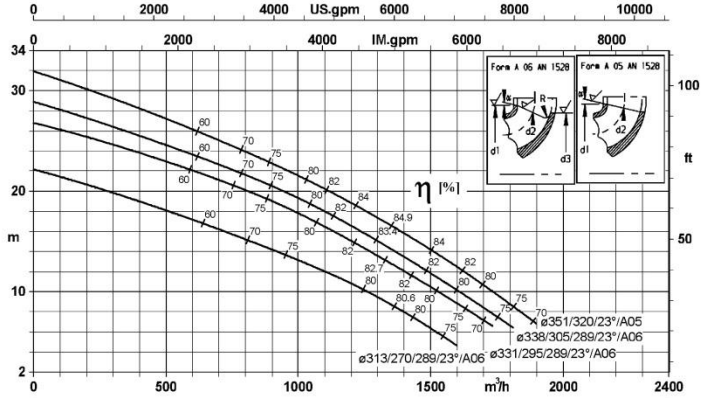
Baureihe-Größe Type-Size Modèle Etanorm-R 250-500	Tipo Serie Tipo	Nenndrehzahl Nom. speed Vitesse nom. 1450 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominal toerental Révolutions nom.	Laufrad- ϕ Impeller Dia. Diamètre de roue	ϕ Girante ϕ Wasler ϕ Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Industrie- und Wassertechnik Postfach 1361, 91253 Pegnitz Bahnhofplatz 1, 91257 Pegnitz
Projekt Project Project	Progetto Project Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de offre	Offerta-Nr. Offerten Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Position. Pos.-Nr.	




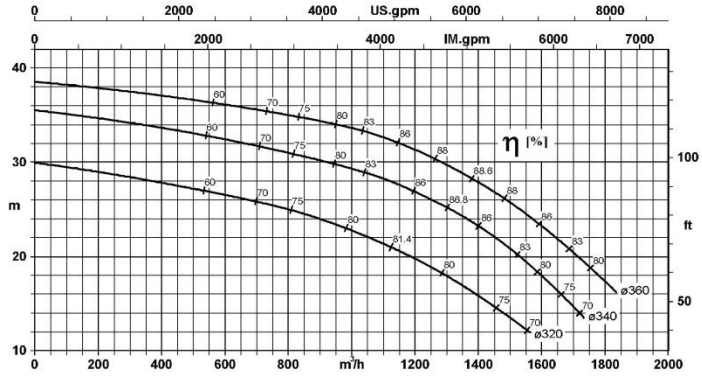
NPSH ₁ -Anlage	-available
-Installation	-implantation
-Instalación	-instalación
NPSH ₁ - NPSH ₁ + S	
Laufrad	S (m)
Impeller	
Roue	
Girante	
Rodete	
J. 1140	1.8
CC480K-GS	1.0
1.4406	0.5



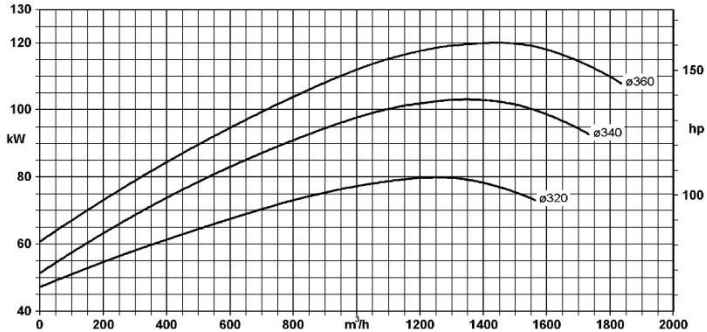
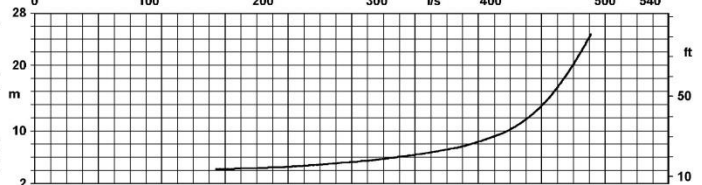
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nenn Drehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Lauf rad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaler ø Rodete	 KSB Aktiengesellschaft Industrie- und Wassertechnik Postfach 1361, 91253 Pegnitz Bahnhofplatz 1, 91257 Pegnitz
Etanom-R 300-340		1450 1/min				
Progetto Project Proyekt	Progetto Projekt Proyekt	Angebots-Nr. Project No. No. de offre	Offerta-Nr. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Posibren. Pos.-Nr.	




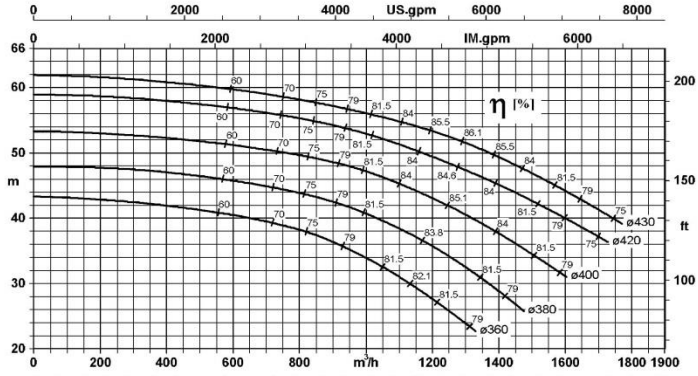
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Nenn-drehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Läufer-dia. Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaler ø Rodete	 KSB
Etanorm-R 300-360		1450 1/min				
Projekt Project Project	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de Ofrra	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positienr. Pos.-Nr.	KSB Aktiengesellschaft Industrie- und Wassertechnik Postfach 1351, 91253 Pegnitz Bahnhofplatz 1, 91257 Pegnitz



NPSH ₁ -Anlage	
-available	
-installation	
-impianto	
-instalacion	
NPSH ₁ = NPSH ₁ + S	
Läufer-dia.	S (m)
Impeller	
Roue	
Girante	
Rodete	
ø 1040	1.6
CC480X-GS	1.0
1.4406	0.5



Baureihe-Code Type-Size Modelle	Tipo Serie Tipo	Nenn-drehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominal toerental Revoluciones nom.	Lauf-rad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waasler ø Rodete	 KSB Aktiengesellschaft Industrie- und Wassertechnik Postfach 1361, 91253 Pegnitz Bahnhofplatz 1, 91257 Pegnitz
Etanorm-R 300-400		1450 1/min				
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de Ofre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positiernr. Pos.-Nr.	

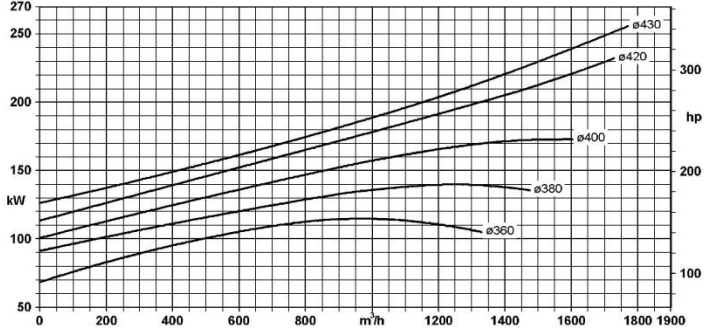
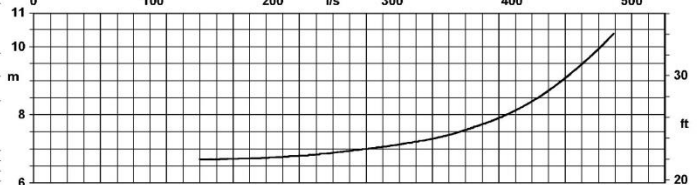


NPSH₁ -Anlage
 -available
 -installation
 -impianto
 -instalação

$Q > Q_{crit}$
 NPSH₁ ≥ NPSH + S

$Q < Q_{crit}$
 NPSH₁ > NPSH_{crit} + S

Lauf-rad Impeller Roue Girante Rodete	S (m)
JL 1040	1,5
CC400K-GS	1,0
1440R	0,5



ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

Методические рекомендации

Составители: **Хаджиди** Анна Евгеньевна,
Куртнезиров Арсен Нариманович

Подписано в печать 17.05.2016. Формат $60 \times 84 \frac{1}{16}$.

Усл. печ. л. – 5,6. Уч.-изд. л. – 4,4

Тираж 100 экз. Заказ № _____

Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13